



DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E PROPOSIÇÕES DE MELHORIA EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS AND PROPOSITIONS FOR IMPROVEMENT IN A METALLURGICAL INDUSTRY

Rafael Henrique Mainardes Ferreira, UTFPR, Brasil, rafique_pg@hotmail.com

Franciele Rodrigues, UTFPR, Brasil, engmec.franrodrigues@gmail.com

Resumo

Atualmente, muito se tem discutido sobre o panorama das indústrias diante das práticas ambientais a elas atribuídas, sendo colocado em debate suas principais práticas ou rotinas comuns de atividade. Desta forma, são percebidas diversas oportunidades de mudança nos quadros apresentados, diante da utilização de modelos empregados em indústrias semelhantes. Tendo em vista esse panorama, o presente trabalho tem como principal intuito a realização de um diagnóstico ambiental em uma empresa metalúrgica de médio porte, situada na Região Sul do Brasil, com o objetivo de identificar como é realizado o gerenciamento de seus resíduos, e, desta forma, estabelecer modelos ou ferramentas que corroborem à gestão ambiental, adequados à realidade da empresa. Diante de visita e levantamento de dados por observação, os principais pontos são colocados à discussão para proposição de melhorias. Desta forma, a pesquisa permite sugerir um modelo de Gestão Ambiental adequado à realidade da empresa, diante da proposição de ferramentas, práticas de gestão e melhor organização de espaços ou processos.

Palavras-chave: Diagnóstico Ambiental; Gestão Ambiental; Indústria Metalúrgica; Processos Ambientais.

Abstract

Currently, much has been discussed about the panorama of the industries in face of the environmental practices attributed to them, being debated their main practices or common routines of activity. In this way, several opportunities for change in the presented tables are perceived, in view of the use of models employed in similar industries. The main objective of this study is to carry out an environmental diagnosis in a medium-sized metallurgy company located in the South Region of Brazil, in order to identify how waste management is carried out and, in this way, to establish models or tools that corroborate to the environmental management, adapted to the reality of the company. Before visiting and surveying data by observation, the main points are put to the discussion to propose improvements. In this way, the research allows to suggest a model of Environmental Management appropriate to the reality of the company, before proposing tools, management practices and better organization of spaces or processes.

Keywords: *Environmental diagnosis; Environmental management; Metallurgical industry; Environmental Processes.*

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a preservação ambiental assume, atualmente, uma importância cada vez maior para as empresas. Um detalhe muito importante a ser observado nessa questão é o grau de comprometimento, cada vez maior, de microempresários na busca de soluções ambientalmente adequadas introduzidas nas linhas de produção, na logística, na distribuição e consumo de bens e serviços.



A maioria das preocupações ambientais pode ser relacionada com aspectos econômicos, uma vez que a redução no consumo de materiais e de energia está diretamente ligada aos benefícios financeiros, além das melhorias ambientais (Meinders & Meuffels, 2001). Assim, assegurar que todos os resíduos sejam gerenciados de forma apropriada e segura, desde a geração até a disposição final, envolvendo as etapas de geração, caracterização, manuseio, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final, é um dos grandes desafios das empresas (Maier & Cruz, 2014).

O desafio maior passa a ser a maneira de encontrar medidas de gestão que possibilitem o crescimento econômico, sem prejudicar a disponibilidade de recursos para as gerações futuras delineando, desta forma, os conceitos de sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável (Santos, 2006, Berté, 2009).

Neste contexto, o mercado passa a fazer novas exigências quanto aos produtos e serviços. O ideal é que tragam consigo o comprometimento das empresas responsáveis pela produção dos mesmos, em atender aos padrões das normas internacionais de qualidade, sustentabilidade ambiental e proteção à integridade física e saúde de seus trabalhadores. Desta forma, a administração das questões ambientais, de saúde e segurança do trabalho, com foco na prevenção de acidentes e no tratamento dos problemas potenciais, passou a ser o gerenciamento da própria viabilidade e sobrevivência do empreendimento (Berté, 2009).

Levando-se em conta esse panorama, o presente trabalho tem como proposta realizar um diagnóstico da situação da gestão de resíduos sólidos de uma indústria do setor metalúrgico, situada na Região Sul do Brasil – no estado do Paraná, especificamente -, no intuito de identificar como é realizado o gerenciamento de seus resíduos, e, posteriormente, propor um modelo de gestão ambiental adequado à realidade da empresa.

2. GESTÃO AMBIENTAL NAS EMPRESAS

Segundo Dias (2006), as empresas são responsáveis indiretas pelo crescimento do interesse pelo meio ambiente, devido ao fato de serem as causadoras dos principais impactos ambientais que despertaram a conscientização da sociedade quanto a esses problemas. As organizações voltam suas atenções para os potenciais impactos ambientais de suas atividades, produtos e serviços, pois é constatado que ao longo dos anos o custo com a prevenção é muito menor do que o custo de correção, principalmente no que diz respeito a acidentes seja de ordem ambiental, tecnológico ou ocupacional. Isto ocorre porque houve um aumento nas preocupações com a manutenção, com a melhoria da qualidade do meio ambiente de forma a atender melhor às exigências de mercado, que está muito competitivo nos dias atuais (Romero, 2005).

Contudo, a consciência ambiental ainda não é suficientemente madura para todas as empresas. Ainda ocorrem diversos casos de acidentes ambientais por falta de prevenção. Exigências referentes à proteção ambiental ainda são vistas por uma boa parte de empresários como uma forma de dificultar o crescimento da produção e que requerem grandes investimentos, aumentando os custos de produção.

Os resultados obtidos por empresas ambientalmente responsáveis mostram, porém, que o resultado é justamente o oposto. Como bem explica Donaire (2012), os custos, monetários e sociais, causados pela poluição são maiores do que investimentos necessários para evitá-la ou



eliminá-la. Cria-se o conceito de excelência ambiental, ou seja, a empresa não é avaliada somente pelo seu desempenho de produção e econômico, mas também pelo seu desempenho em relação ao meio ambiente. (Donaire, 2012). A partir do momento em que a empresa se preocupa com a questão ambiental, toma-se conhecimento que esse envolvimento pode transformar-se em oportunidades para a redução de custos e não exclusivamente um aumento de despesas.

2.1 Importância da ISO 14.000 e Normatizações

A ISO – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional para Padronização) é uma organização internacional, fundada em 23 de Fevereiro de 1947, com sede em Genebra na Suíça, que tem a tarefa de elaborar normas internacionais (ABNT, 2004).

A melhor forma de uma empresa estabelecer um programa de gestão ambiental é obedecer às Normas ISO 14.001 e 14.004 da ABNT, que determinam as diretrizes para a SGA – Sistema de Gestão Ambiental. Estas normas foram criadas para minimizar o impacto provocado pelas empresas ao meio ambiente. Muitas empresas utilizam recursos naturais, geram poluição ou causam danos ambientais através de seus processos de produção. Seguindo as normas do ISO 14.000, elas podem reduzir significativamente os danos ao meio ambiente (ISO 14.000) diante da exposição de riscos e necessidades (Robles Jr & Bonelli, 2010).

A certificação dentro da norma ISO 14.000 (ABNT, 2004), tende a auxiliar as empresas que levam em conta a preservação ambiental não como um empecilho, mas como um fator de sucesso para se posicionarem no mercado, ou seja, uma oportunidade de crescimento regional, nacional e até mesmo internacional.

De acordo com a norma NBR ISO 14.001, a gestão ambiental, é um sistema de gestão que compõe o sistema de gestão global da organização, incluindo estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental (ABNT, 2004).

A introdução da gestão ambiental, ou melhor, a adequação ambiental dos processos e produtos, atualmente, é um diferencial importante para as organizações de todos os tipos e tamanhos obterem vantagens competitivas no mercado doméstico (Robles Jr & Bonelli, 2010).

3. INDÚSTRIAS METALÚRGICAS E PROCESSOS DE USINAGEM

Deve-se notar que são inúmeros e variados os processos de transformação de metais e ligas metálicas em peças. Pode-se fundir, soldar, conformar, sinterizar ou usinar o metal a fim de se obter a peça desejada. Os produtos semiacabados (barras, chapas, perfis, tubos, etc.) advêm do processo de fundição e são utilizados como matéria prima nos processos de usinagem, soldagem e conformação mecânica. A Figura 1 mostra a classificação dos processos de fabricação, na qual se destaca a usinagem.

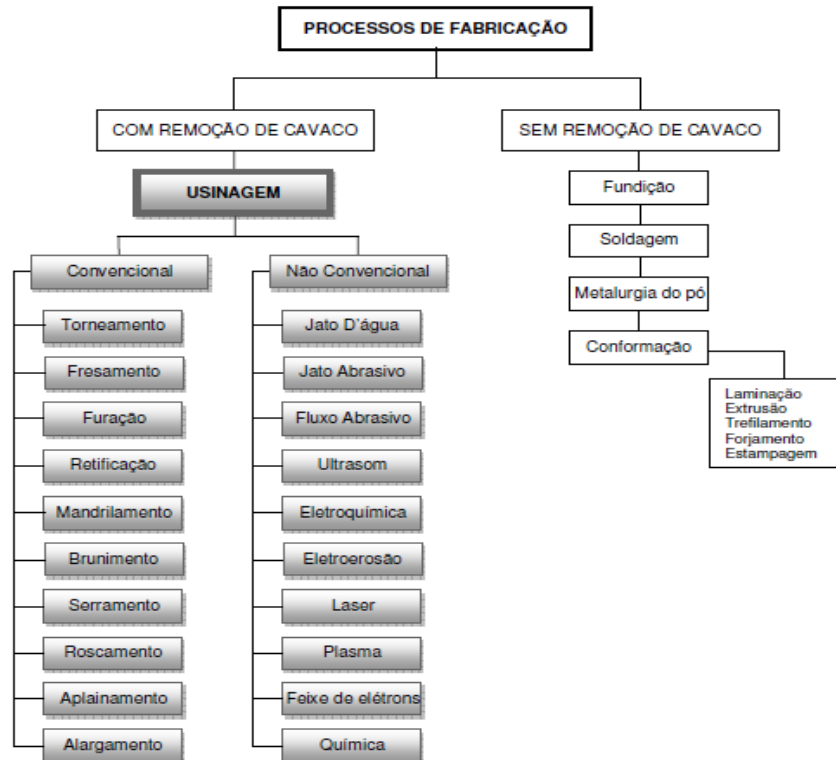


Figura 1 – Processos de fabricação da indústria metal mecânica

Os processos de fabricação de metais e ligas metálicas são divididos de acordo com a remoção ou não de cavacos. O cavaco é a porção de material da peça retirada pela ferramenta e caracterizada por apresentar forma geométrica irregular (Machado *et al.*, 2009). Trata-se, portanto, de um dos resíduos gerados no processo de usinagem para obtenção de uma determinada peça. A partir desta observação define-se usinagem como a operação que confere à peça forma, dimensões ou acabamento, ou ainda a combinação de qualquer desses três, através da remoção de material sob a forma de cavaco (Stoeterau, 2010).

Como demonstra a Figura 1, a usinagem ainda é dividida em usinagem convencional e não convencional. O ramo mais importante é o da usinagem convencional, na qual uma ferramenta de corte afiada é usada para cortar mecanicamente o material para alcançar a geometria desejada. O outro ramo, de processos não tradicionais, utiliza várias formas de energia (mecânica, eletroquímica, térmica e química) além de uma ferramenta de corte afiada ou partículas abrasivas para remover material (Groover, 2014).

3.1 Processos de Sustentabilidade *Versus* Rotinas de Usinagem

Uma empresa, ao avaliar seus processos produtivos, terá conhecimento detalhado das principais áreas geradoras de resíduos, o que possibilitará a implantação de tecnologias de produção mais limpas. Uma forma de gerenciar os problemas ambientais é a implantação de um sistema de gestão ambiental, o qual identifica e avalia os aspectos e impactos ambientais (Serber, 2009, Maier & Cruz, 2014).



O estudo da possibilidade de minimização da produção de emissões industriais no setor metal-mecânico via a implementação de um manual gerencial suprindo, principalmente, a necessidade das pequenas e médias empresas é uma forma de gerenciamento que não pode ser mais ignorada por nenhuma área do setor industrial. Quando se considera a participação de empresas de pequeno e médio porte isso é ainda mais relevante, particularmente em virtude de elas serem mais numerosas e produzirem uma maior diversidade de poluentes (Seiffert, 2011).

Conforme os processos de usinagem começam a se preocupar em sua aplicação com os princípios de sustentabilidade, medições precisam ser definidas, a fim de determinar o nível de sustentabilidade em que a organização está inserida. Pusavec *et al.* (2010) avaliaram e compararam diferentes estratégias, levando em consideração diversos parâmetros econômicos, sociais e ambientais, concluindo que, embora o custo inicial e esforços envolvidos com alternativas sustentáveis de usinagem serem maiores, eles podem oferecer benefícios de sustentabilidade significativa como ciclos de produção mais curtos e menor custo necessário pós fabricação.

Parte significativa de todo material produzido nos processos de usinagem torna-se cavaco, mas apesar das perdas a usinagem ainda é uma das alternativas mais acessíveis para produzir diversas peças metálicas. Para reduzir tais perdas sugere-se que os processos sejam aprimorados, evoluindo as tecnologias proporcionando padrões de usinagem com alta eficiência e precisão. Com relação ao nível de processos de usinagem, os critérios de otimização mais comumente utilizados são a taxa de remoção de material, rugosidade superficial, força de corte, vida de ferramenta e potência consumida (Goparsamy *et al.*, 2009). Na verdade, muitas vezes a melhora de um fator de usinagem só é possível com a piora de outros, levando ao desenvolvimento de modelos multiobjetivos, como o apresentado por Yan e Li (2013), na Figura 2.



Figura 2 – Otimização multiobjetivos de processos de usinagem



Neste contexto, o setor metal-mecânico enfrenta o desafio do gerenciamento ambiental, precisando adaptar com urgência ao processo produtivo, tecnologias inovadoras que ajam com o intuito de alcançar a sustentabilidade. No entanto, a otimização de um único fator tem um valor limitado para uma condição de corte ótima em um ambiente onde objetos diferentes e contraditórios devem ser atingidos simultaneamente.

Com relação ao processo, percebe-se um grande esforço feito em termos de otimização e eficiência de recursos. Xianchun *et al.* (2006) desenvolveram um método para melhorar a rota de processos de empresas em termos de fabricação sustentável que, a partir de informações prévias do processo em questão, modifica as informações do processo e, se necessário, seleciona um fluxo de processo para as melhores características de desenvolvimento sustentável. A Figura 3, a seguir, representa essa preocupação.

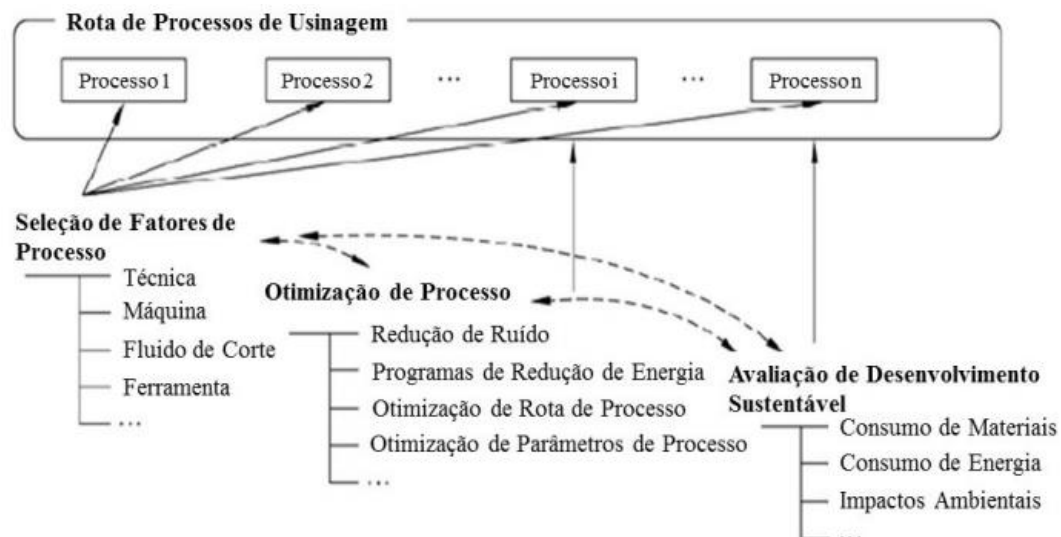


Figura 3 – Rota para melhorar os processos de empresas em termos de fabricação sustentável

O papel das empresas como agentes sociais no processo de desenvolvimento sustentável é imprescindível, sendo que em determinados segmentos industriais, principalmente no setor metalúrgico, é necessário ir mais além, adotando estratégias inovadoras, nas quais a integração entre as estratégias ambientais e de negócio são fundamentais, sob pena de ficarem ultrapassadas em relação aos seus concorrentes (Cardoso, 2004).

4. METODOLOGIA DE PESQUISA

Na primeira fase da pesquisa foi realizada a revisão da literatura e visitas à organização para acompanhamento, objetivando a identificação das classes de resíduos existentes e o seu respectivo impacto ambiental. Portanto, o estudo se caracteriza como estudo de campo exploratório. Neste tipo de pesquisa, o pesquisador realiza seus estudos no local em que os fenômenos ocorrem, propiciando maior entendimento das regras, costumes e convenções, assim, torna-se maior a probabilidade dos sujeitos oferecerem respostas mais confiáveis (Gil, 2002).

No decorrer do estudo observou-se que a empresa possui muitos processos produtivos distintos, porém a maior concentração se dá basicamente na fabricação e manutenção de peças nos tornos.



Assim, foi proposto para este estudo os procedimentos de manejo dos resíduos (armazenamento, coleta e destinação final) e identificação dos pontos críticos da organização, bem como estratégias de minimização para o setor dos tornos e partes da produção interligada a esse setor.

Portanto, para atender os objetivos da pesquisa foram adotados os seguintes procedimentos:

- Fase Exploratória: para conhecer a situação atual, foram realizadas visitas à empresa e reuniões com o empresário para avaliar o espaço físico onde ocorre o processo de produção, identificar os problemas inerentes ao estudo deste trabalho e fazer um levantamento das máquinas e equipamentos utilizados na empresa;
- Pesquisa aprofundada: através do diagrama de relacionamento foram identificados os processos de fabricação e definido a disposição das máquinas que melhor atendesse aos parâmetros ambientais estudados neste trabalho;
- Ação: foram realizadas reuniões com o empresário a fim de identificar as melhorias necessárias na visão do mesmo, e com os dados coletados foi realizado um diagnóstico ambiental, onde foram apontados os possíveis problemas e ajustado a fim de melhorar a movimentação;
- Avaliação: propostas de manutenção, em forma de visitas futuras à empresa, bem como o contato direto com os gestores e diretores.

A empresa escolhida situa-se na região de Imbituva, no estado do Paraná, Sul do Brasil. Deu-se a escolha da empresa pela abertura da mesma aos estudos e pesquisas, bem como a rotina acelerada de processos. A área externa da empresa consiste em um pátio de aproximadamente 16.500 m², que é utilizado para estacionamento e circulação, além de estocar diversos materiais tais como sucatas descartadas dos processos internos da empresa e também adquiridas de terceiros, afim de um futuro aproveitamento. Além do espaço destinado à estocagem destes materiais, a área abrange o barracão industrial com 1.510 m², uma residência de 60 m², um depósito de 150 m² e a área administrativa situada na entrada da empresa com 80 m².



Figura 4 – Vista aérea da empresa



A Figura 4, anteriormente, demonstra a vista aérea da empresa, ilustrando sua dimensão aproximada. Atualmente conta com um quadro de 30 (trinta) colaboradores, sendo que 03 (três) trabalham exclusivamente em atividades na seção dos tornos mecânicos e 02 (dois) na área administrativa da empresa, os demais prestam serviços na área de soldagem, manutenção industrial e atividades afins, seja elas internas ou externas a empresa.

A empresa tem como atividades principais a fabricação e reparação de máquinas e equipamentos e esquadrias metálicas, peças e acessórios para agricultura, pecuária e uso industrial tais como: caldeiras, silos, tanques de combustível entre outros componentes da linha industrial. Em média são fabricadas/reparadas 150 máquinas/peças por mês. Estão presentes na empresa equipamentos tais como: tornos mecânicos, fresadoras, furadeiras de bancada, calandras, prensa pneumática, equipamentos de soldagem, etc.

Desta forma, possibilitou-se a análise e levantamento de processos, considerando as áreas da empresa e necessidades encontradas, a ser discutida nos tópicos seguintes da pesquisa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A variedade e o volume dos resíduos sólidos gerados nos processos de fabricação de peças metálicas, bem como a dinâmica nos processos produtivos e o atendimento à legislação vigente, quanto à preocupação com as questões ambientais relacionadas aos seus processos de produção, foram fatores determinantes que motivaram o desenvolvimento deste trabalho e sua aplicação dentro desta empresa.

Para o diagnóstico da situação atual, com foco no mapeamento do processo produtivo da empresa, além da identificação dos resíduos sólidos esta etapa permitiu ainda, a identificação da emissão de efluentes líquidos industriais e emissões atmosféricas, sendo estes apresentados em um fluxograma de blocos, Figura 5. Porém, de acordo com as delimitações do trabalho, estes últimos não serão avaliados.

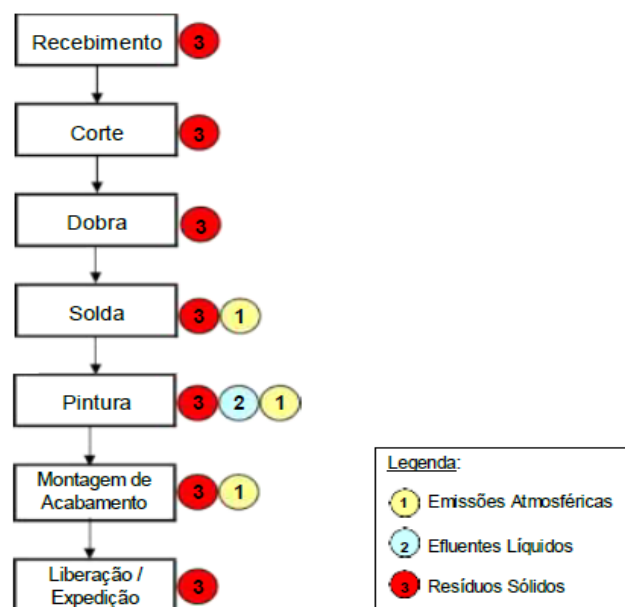


Figura 5 – Fluxograma simplificado do processo produtivo com a identificação dos impactos



Ao definir esta tarefa dentro da etapa de diagnóstico, entendeu-se que facilitaria o estabelecimento da forma de gestão e classificação dos resíduos objetivando a minimização da geração de resíduos e melhorias nas demais fases do seu gerenciamento (segregação, acondicionamento, tratamento ou disposição final) e até a não geração de resíduos em determinados processos.

Após essa delimitação, também foram elencados problemas refletidos nas áreas econômicas e sociais da empresa, condizendo, assim, aos três pilares básicos do desenvolvimento sustentável. O diagnóstico, desta forma, permitiu a identificação de uma série de problemas relacionados à gestão ambiental que necessitavam de melhoria imediata, que estão descritas na Tabela 1.

PROBLEMAS ENCONTRADOS NA EMPRESA

1. Ausência de qualificação dos resíduos gerados.
2. Controle insatisfatório da quantidade de resíduos gerados.
3. Acondicionamento de resíduos de forma desorganizada.
4. Acondicionamento no ambiente externo da empresa de sucatas de forma inadequada.
5. Livre acesso dos clientes ao setor produtivo.
6. Inexistência de lugar destinado a produtos acabados.
7. Desordem e falta de limpeza dos resíduos em alguns equipamentos da empresa.
8. Inexistência de local destinado a matéria prima.
9. Desperdício de matéria-prima no setor produtivo.
10. Ordens de serviços preenchidas de forma incorreta ou insuficiente.
11. Falta de profissionais qualificados em diversos setores.
12. Ausência de projetista, dificultando o andamento de diversos trabalhos.
13. Má definição de tarefas dos colaboradores.
14. Ausência do uso de EPI's de alguns funcionários.
15. Inexistência de planos de manutenção dos equipamentos da empresa.
16. Dificuldade de planejamento na execução de tarefas.
17. Ausência de profissional para gerenciar a demanda de serviços externos a empresa.
18. Área de limpeza das peças sem proteção do solo, "chão bruto".

Tabela 1 – Pontos críticos da empresa levantados no diagnóstico

Na sequência, são apresentadas sugestões de melhoria na empresa, com destaque para a importância de cada uma e a descrição das ações propostas:.

- Diagnóstico e mapeamento do processo produtivo: Efetuar o acompanhamento de cada etapa do processo produtivo com a identificação das matérias-primas e demais recursos utilizados, bem como os resíduos sólidos gerados em cada etapa, para avaliar oportunidades de não geração, redução da geração dos resíduos ou ainda como os mesmos podem ser reutilizados e/ou reciclados. Esta etapa foi realizada como fase inicial do desenvolvimento desta pesquisa e, a partir daí, identificou-se a necessidade de que a mesma faça parte do plano de gestão ambiental;
- Caracterização e Segregação dos resíduos: com a identificação dos pontos/etapas de geração dos resíduos parte-se para a caracterização dos mesmos conforme estabelecido na norma NBR 10004 (ABNT, 2004). Com a classificação dos mesmos, é importante se estabelecer a segregação dos resíduos para proporcionar o reuso, reciclagem, tratamento ou destinação ambientalmente adequada. A segregação dos resíduos deve ser realizada na fonte de geração e pelos próprios geradores. Para proporcionar a coleta seletiva dos resíduos sólidos industriais, se



estabeleceu as formas de segregação dos mesmos nos coletores, padronizando os carrinhos e os contêineres coletores nas respectivas cores de acordo com o padrão de cores estabelecido pela Resolução nº 275 do CONAMA (ABNT, 2009).

- **Quantificação dos resíduos:** mensurar a quantidade de resíduos gerados por unidade de medida conforme o tipo de resíduo que está sendo quantificado e, por periodicidade de tempo definida, geralmente atribui-se como periodicidade de tempo um mês (geração mensal). Esta informação é importante para se atribuir uma estimativa de geração mensal de resíduos e, assim, possibilitar o monitoramento quanto à geração de resíduos em demasia, podendo inclusive, se atribuir metas para o controle e minimização na geração dos mesmos.
- **Acondicionamento e Armazenamento Temporário dos Resíduos Sólidos:** Preocupar-se em identificar as formas adequadas de acondicionamento, atribuindo para que os conceitos de coleta seletiva e as formas adequadas de armazenamento temporário dos resíduos para posterior envio à tratamento ou destinação final com base nas normativas vigentes. Atualmente, para o armazenamento temporário dos resíduos sólidos da empresa foco, deve-se seguir o requisito da sua Licença de Operação e legislação vigente, com o atendimento às Normas NBR 12.235 – Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos (ABNT, 1992) e NBR 11.174 – Armazenamento de resíduos classes II – não inertes e III – inertes (ABNT, 1990). Como ambas as Normas são anteriores a Norma de Classificação de Resíduos Sólidos, a NBR 10004 (ABNT, 2004), é fundamental que se considere a classificação atribuída nesta última, que é mais atual.
- **Plano de treinamento:** definição das formas e cronograma de treinamento, buscando o entendimento e a colaboração de todos para o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados pela atividade fabril da empresa. Salienta-se que todos os funcionários responsáveis pela segregação e acondicionamento dos resíduos deverão ser treinados e orientados sobre a importância do gerenciamento de resíduos e suas vantagens. O Plano de Treinamento deve ser definido à liderança da fábrica de forma que estes multipliquem as informações aos demais colaboradores.
- Logo, são sugeridas práticas para a manutenção e continuidade das ações propostas, de forma a estabelecer melhores práticas e otimização de recursos. atribuir indicadores, com metas previamente estabelecidas, para o acompanhamento/monitoramento do gerenciamento dos resíduos de forma a avaliar a sua eficiência e eficácia.

Para este acompanhamento, sugere-se estabelecer inicialmente, objetivos, metas e indicadores de controle, a partir daí, definir diferentes frentes de trabalho. Para estas frentes de trabalho, os operadores são os responsáveis pela coleta de dados quanto a quantificação dos resíduos gerados, os gestores são os responsáveis pelo acompanhamento das informações junto aos operadores e a alimentação da planilha de indicadores com os dados levantados seguindo pela análise e acompanhamento dos resultados do indicador e definição de planos de ação no caso de atingimento das metas e/ou necessidades de melhorias.



Para isto, utiliza-se a ferramenta PDCA (*Plan, Do, Check, Action*), bastante frequente na Gestão da Qualidade, de maneira a assegurar a melhoria contínua do plano implantado, tornando-o dinâmico na organização. A Tabela 2, a seguir, representa essas ações, de forma a estabelecer um princípio norteador para as práticas da instituição.

Objetivo	Meta	Indicador
Reduzir a geração de resíduos perigosos	Geração máxima de 20% de resíduos no mês	Quantidade de resíduos gerado no mês ÷ Quantidade de peças produzidas no mês
Reduzir a geração de Sucata de Aço	Geração máxima de 10% de resíduos no mês	Quantidade de Sucata de Aço gerada no mês ÷ Quantidade de Aço consumida no mês
Reduzir a geração de Sucata de Alumínio	Geração máxima de 10% de resíduos no mês	Quantidade de Sucata de Alumínio gerada no mês ÷ Quantidade de Alumínio consumida no mês

Tabela 2 – Objetivos, Metas e Indicadores definidos para o acompanhamento

Salienta-se que existem outras possíveis soluções ambientalmente corretas para o gerenciamento da empresa, porém com base nos estudos e avaliações atuais, se optou por estas soluções/sugestões apresentadas. Ainda, é importante considerar que para a continuidade do plano proposto para a empresa, sugere-se a metodologia PDCA visando se trabalhar a melhoria contínua quanto às ações para o gerenciamento dos resíduos da forma mais adequada e economicamente viável possível.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para as indústrias do segmento metal mecânico, os resíduos sólidos são um dos aspectos ambientais mais importantes e prioritários para se trabalhar dentro da gestão ambiental, pois apresentam alto potencial de risco de poluição ambiental, em virtude, principalmente, da diversidade de tipos e do grande volume dos mesmos (Groover, 2014). É de fundamental importância uma mudança de paradigma na conscientização dos funcionários da empresa, principalmente os ligados à área produtiva, quanto à prática da coleta seletiva pela importância da segregação dos resíduos na fonte como forma de proporcionar o seu aproveitamento como reuso ou reciclagem (Serber, 2009, Maier & Cruz, 2014).

O diagnóstico deve ser utilizado como um instrumento dinâmico, pois para a manutenção dos resultados positivos necessitam de acompanhamento constante, inclusive, quanto ao treinamento dos funcionários e quanto à definição e monitoramento de indicadores. Para pesquisas futuras, sugere-se a aplicação do diagnóstico a outras áreas da empresa, ou então, de empresas correlacionadas ao processo investigado (Cardoso, 2004). Após a investigação, foi visível que os gestores ou envolvidos tem conhecimento insuficiente sobre as práticas ambientais e ferramentas que podem auxiliar no desenvolvimento dos processos.

Com o desenvolvimento deste trabalho pode-se concluir que a realização de um diagnóstico ambiental proposto para empresas do segmento metal mecânico foi efetiva, visto que se pode obter como resultado uma série de ganhos com o gerenciamento dos resíduos gerados pela empresa foco. Outro aspecto identificado é que as melhorias propostas apresentam um formato generalista e, portanto, é possível que seja aplicado/implantado em organizações de diferentes segmentos.



REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1990). *ABNT NBR – 11174 – Armazenamento de resíduos classes II – Não Inertes e III Inertes*. RJ, pp. 7.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1992). *ABNT NBR - 12235 – Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigoso* – ABNT, RJ, pp. 14.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004). *ABNT 10.004. Resíduos Sólidos: Classificação*. NBR 10.004 Rio de Janeiro: ABNT. pp. 71.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004). *NBR ISO 14001: Sistema de Gestão Ambiental*. Rio de Janeiro. ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2009). *NBR ISO 14040: 2009 - 2014. Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura*. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Berté, R. (2009). *Gestão Socioambiental no Brasil*. São Paulo: Saraiva.
- Cardoso, L. M. F. (2004). Indicadores de produção limpa: Uma proposta para análise de relatórios ambientais de empresas. 2004. pp. 155. *Dissertação de mestrado* – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental - Universidade Federal da Bahia - UFBA, Salvador.
- Dias, R. (2006). *Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade*. São Paulo: Atlas.
- Donaire, D. (2012). *Gestão ambiental na empresa*. 2. ed. São Paulo: Atlas.
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 3.ed. São Paulo: Editora Atlas.
- Goparsamy, B. M., Mondal, B. & Ghosh, S. (2009). Taguchi method and ANOVA: an approach for process parameter of hard machining while machining hardened Steel. *Journal of Science & Industrial Research*. v.68, pp. 686-695.
- Groover, M. (2014). *Introdução aos processos de fabricação*. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, pp. 737.
- Machado, A. R., Abrão A. M., Coelho, R. T. & Silva, M. B. (2009). *Teoria da Usinagem dos Materiais*. São Paulo: Editora Blucher, pp. 371.
- Maier, R. I. & Cruz, H. A. (2014). *Logística reversa: gerenciamento ambiental de resíduos gráficos – um estudo em uma microempresa de SC*. In: *XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*.
- Meinders, H. & Meuffels, M. (2001). Product chain responsibility – an industry perspective. *Corporate Environmental Strategy*, v. 8, n. 4, pp. 348-354.
- Pusavec, F.; Krajnik, P.; Kopak, J. Transitioning to sustainable production – Part I: application on machining technologies. *Journal of cleaner production*. v. 18, p. 174 - 184, 2010.
- Robles Jr, Antonio; Bonelli, Valério Vitor. *Gestão da Qualidade e do Meio Ambiente: enfoque econômico, financeiro e patrimonial*. São Paulo: Atlas, 2010.
- Romero, T. B. (2005). O Sistema de Gestão Ambiental em uma Indústria do Ramo de Telecomunicações – estudo de caso de Implantação da NBR ISO 14001. *Trabalho de Conclusão de Curso - TCC*. Pontifícia Universidade Católica: Curitiba.



- Santos, D. (2006). Sistema de gestão ambiental, sustentabilidade e vantagem competitiva: em busca de uma convergência. In: *Anais XI do Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, XI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Fortaleza.
- Seiffert, M. E. B. (2011). *ISO 14001 - Sistemas de gestão ambiental: implantação objetiva e econômica*. 4. ed. São Paulo: Atlas.
- Serber, S. L. (2009). Proposta de implantação e certificação de um sistema de gestão ambiental: estudo de caso de indústria metal-mecânica. 2009. pp. 181. *Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)* - Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Rio de Janeiro.
- Stoeterau, R. L. (2017). Introdução aos processos de usinagem. Disponível em: <<http://www.lmp.ufsc.br/disciplinas/emc5240/Aula-01-U-2007-1-Introducao.pdf>>. Acesso em: 01/04/2017.
- Xianchun, T., Fei, L., Dacheng, L., Li, Z., Haiying, W. & Yihua, Z. (2006). Improved methods for process routing enterprise production process in terms of sustainable development II. *Tsinghua Science and Technology*. v. 11, pp. 693-700.
- Yan, J. & Li, L. (2013). Multi-objective optimization of milling parameter – the trade-offs between energy, production rate and cutting quality. *Journal of Cleaner Production*, vol. 52, pp.462- 471.