



INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

Proposta para Redução de Resíduos no Processo de Corte a Plasma de uma Empresa Fabricante de Sistemas Construtivos

G. S. Milan ^a, F. Z. Guedes ^b, F. B. Angnes ^c

a. Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul (RS), gsmilan@ucs.br

b. Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul (RS), guedesfabiane@hotmail.com

c. Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul (RS), fabiangnes@hotmail.com

Resumo

O artigo tem por objetivo desenvolver uma proposta para redução no volume de resíduos no processo de corte a plasma em uma empresa fabricante de sistemas construtivos. Para isso, estudos sobre produção mais limpa e redução de resíduos vieram dar suporte para que houvesse um melhor entendimento sobre estes conceitos e sobre o meio ambiente na empresa, servindo como base teórica para aplicação prática no desenvolvimento dos objetivos específicos, visto que o objetivo geral é a redução no volume de resíduos do processo de corte a plasma, principalmente da sucata metálica derivada deste processo. Sendo assim, os objetivos específicos foram atendidos no tocante à proposta, porém, a efetivação do resultado só poderá ser medida após a implementação das ações, ficando para uma continuidade futura devido à demanda de tempo para execução. Contudo, fica claro que para que haja desenvolvimento sustentável como garantia de competitividade, a empresa deverá focar suas estratégias em ações de prevenção e correção de problemas na fonte e não mais somente sobre os seus efeitos.

Palavras-chave: produção mais limpa (P+L), resíduos, redução de resíduos.

1 Introdução

A poluição é apontada como um dos aspectos de maior impacto à degradação do meio ambiente (DONAIRE, 1999) e está associada a fatores como a evolução dos meios produtivos a partir da industrialização da economia em larga escala e, muitas vezes, sem critérios adequados, e ao crescimento populacional em grandes centros urbanos (MEDEIROS et al., 2007). Assim, cresce o interesse por uma consciência ambiental no contexto da indústria devido ao aumento nos níveis de poluição, e pelos seus efeitos, pelo desenvolvimento de leis preventivas e pelo crescimento da demanda por produtos "verdes" e processos "limpos" ou ecologicamente corretos (OLIVEIRA; ALVES, 2007). Como alternativa surge a possibilidade das empresas adotarem tecnologias limpas, justificáveis à medida que podem levar a um aumento de produtividade, resultante da redução de custos, e à racionalização dos desperdícios no âmbito dos processos produtivos (GETZNER, 2002).

Consoante isso, a *United National Industrial Development Organization* (UNIDO), por sua vez, define a Produção Mais Limpa (P+L) como uma estratégia preventiva e integrada que pode ser utilizada em todas as fases do processo produtivo para aumentar a produtividade por meio do uso mais eficiente dos materiais, da energia e da água, promover a melhora do desempenho ambiental pela redução de resíduos e emissões de gases e/ou outros elementos e reduzir o impacto ambiental dos produtos em todo seu ciclo de vida a partir de um projeto ecológico e economicamente eficiente (PAULI, 1996; 1998; KAZMIERCZYK, 2002; CNTL, 2008).

A mudança do foco de tratamento dos efeitos para a prevenção contribui para a implementação de um novo modelo de produção, a P+L. Esse modelo foi proposto em 1989 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2008). Seu principal objetivo é integrar interesses ambientais e econômicos, buscando uma maior eficiência a partir da redução do volume e toxicidade dos resíduos (PNUMA, 2006). É mais econômico e sensato evitar, eliminar ou reduzir a geração de desperdícios e resíduos do que apenas tratar os seus efeitos (ROMM, 1996).

O modelo de P+L sugere a agregação de valor aos produtos e a geração de lucros ao maximizar a utilização dos materiais utilizados e, com isto, reduz os custos com o tratamento de resíduos. Sua adoção pode resultar em uma vantagem competitiva para as empresas e para toda a cadeia de suprimentos a que elas pertencem (MEDEIROS et al., 2007). Vale salientar que tal modelo está inserido no conceito de gestão ambiental preventiva, a qual enfatiza a prevenção da poluição na sua origem e o aumento da qualidade ambiental de processos e produtos (BAAS, 2007). A redução dos agentes poluentes e do desperdício na fonte deixou de ser um mero incentivo econômico ou uma obrigação regulatória a ser cumprida, caracterizando-se como uma prioridade relacionada à gestão ambiental (WILKINSON, 1991). Neste horizonte, o estudo tem o objetivo central de apresentar uma proposta para a redução de resíduos em um processo (corte a plasma) em uma empresa fabricante de sistemas construtivos, com uma estratégia baseada nos princípios da P+L.

2 Referencial teórico

2.1 Uma preocupação ambiental e com o desenvolvimento sustentável

O relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas (ONU) repercute que a carência de recursos naturais não deve ser entendida como uma previsão de decadência, pobreza e dificuldades ambientais somente, mas sim como a possibilidade de surgimento de uma nova era de crescimento econômico (DONAIRE, 1999), baseada na sustentabilidade e apoiada na educação ambiental (PELIZZOLI, 1999).

Sendo assim, é preciso haver o crescimento econômico ordenado, com a utilização dos recursos naturais de forma a que se garanta a sustentabilidade às futuras gerações e com a utilização da capacidade criativa das organizações para desenvolver oportunidades de negócios que cada vez mais surgirão como forma de sanar problemas existentes e como forma de garantir o futuro (CAMARGO, 2003). Este pensamento implica em mudanças, muitas vezes radicais, nos sistemas industriais, visando a eliminação ou, no mínimo, a redução das fontes poluidoras, a utilização ordenada dos recursos naturais, tratamento de águas e esgotos, eliminação, redução e reaproveitamento de resíduos, entre outros, que poderão ser alcançadas com a introdução de tecnologias limpas (TACHIZAWA, 2004).

Para entender a sustentabilidade, é necessário compreender suas dimensões e, a partir disso, estabelecer objetivos que englobem as reais necessidades. E isto é possível, pois existem inúmeros casos de sucesso na indústria. Um caso que pode

ser citado, como exemplo, é o caso da Klabin, que em resposta aos anseios da sociedade, e às pressões legais, criou um sistema planejado de plantio de florestas para garantir o desenvolvimento com sustentabilidade (LOPES et al., 2002). Neste sentido, emergem duas perguntas centrais em relação aos resíduos: de onde vêm os resíduos e por que se transformaram em resíduos? (CNTL, 2008).

O objetivo de toda essa mudança é transformar custos, e/ou desperdícios, em lucro. Ao reavaliar o processo produtivo, a empresa poderá implementar um sistema de gestão que orientará todas as suas atividades para a melhoria contínua e para um nível de qualidade ambiental mais elevado. A proteção ambiental, aliada ao desenvolvimento econômico, é uma iniciativa que pode aumentar a produtividade e a competitividade das empresas, e vem sendo reconhecida pela certificação ambiental de sistemas e produtos, permitindo às organizações a oportunidade de agregar valor aos produtos ofertados e ocupar uma situação privilegiada em relação aos concorrentes, posicionando-se como uma organização ambiental e socialmente segura (HARTMAN; STAFFORD, 1997).

2.2 P+L – Produção mais limpa

A P+L é uma abordagem que integra uma estratégia econômica, tecnológica e ambiental aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas e insumos básicos, através da redução dos desperdícios, não-geração, minimização ou reciclagem, principalmente interna, dos resíduos gerados, proporcionando benefícios econômicos e ambientais. Trata-se, basicamente, da aplicação de ações que permitem qualificar a empresa quanto ao emprego eficiente de matérias-primas durante o processo produtivo. Além disso, a P+L requer a aplicação de conhecimentos específicos, de investimentos em tecnologia e mudanças de atitude das pessoas (UNEP, 2007; CNTL, 2008; BAAS, 1995).

A implementação da estratégia da P+L exige que todo o processo produtivo seja avaliado, verificando sua real eficiência quanto ao emprego de recursos e energia. Para Hunt e Auster (1990), as oportunidades para a redução do desperdício e prevenção da poluição podem ser identificadas nas seguintes etapas do processo ou ações: administração de materiais, gestão de estoques, manutenção (*housekeeping*), separação do resíduo tóxico do não-tóxico, mudança para materiais menos tóxicos, modernização dos equipamentos, reciclagem interna, modificação de processos, adoção de novas tecnologias e modificação de produtos.

Ao implantar a P+L, busca-se a ecoeficiência, relacionada ao aumento da competitividade das empresas (NASCIMENTO, 2000). Dentre os resultados provenientes da implementação da P+L, Lemos (1998) sugere duas dimensões de resultados. Os **resultados tangíveis**: geração de inovações tecnológicas de processo, nos produtos e gerencial; vantagens comerciais; aumento da competitividade (maior eficiência e redução de custos); redução de custos com matérias-primas, insumos e energia; melhorias econômicas de curto prazo; novas oportunidades de negócio; minimização dos riscos inerentes à legislação ambiental; e, por conseguinte, redução dos encargos ambientais gerados pela atividade fabril. E os **resultados intangíveis**: desenvolvimento sustentável; melhoria da qualidade ambiental dos produtos; melhoria da imagem e reputação da empresa; melhoria nas condições de trabalho; maior motivação dos colaboradores; benefícios à comunidade onde a empresa está inserida; estímulo ao processo de inovação e maior segurança aos consumidores em relação ao uso e/ou consumo dos produtos.

3 Metodologia empregada no estudo

3.1 Objetivos de pesquisa

De acordo com Vergara (2006), estabelecer objetivos de pesquisa de forma consistente é fundamental para maximizar os resultados, os quais podem ser classificados em objetivos geral e específicos. Para tanto, o trabalho tem o objetivo geral apresentar uma proposta para a redução do volume de resíduos (sucata) provenientes do processo de corte a plasma em uma empresa fabricante de sistemas construtivos. Também foram definidos os seguintes objetivos específicos: contextualizar o processo em estudo, levantar os tipos e o volume de resíduos gerados no processo, identificar os aspectos a serem trabalhados, elaborar um plano de ações para reduzir o volume de sucata em 20% e sugerir indicadores de desempenho a serem monitorados a partir da implementação das ações propostas.

3.2 Ambiente em estudo

O estudo foi ambientado em uma empresa fundada em 1967, e que conta com mais de 1.000 funcionários, distribuídos em três unidades fabris na Serra Gaúcha e uma em Minas Gerais, tendo a sua sede localizada em Porto Alegre (RS). Sua atuação está voltada à fabricação de sistemas construtivos em aço, no regime de solução completa, fornecendo estruturas, fechamento, cobertura, isolamento e conforto térmicos e iluminação natural, direcionados para o mercado de prédios industriais, centros de distribuição, supermercados, *shopping centers*, aeroportos, agroindústrias, escolas, centros de eventos, graneleiros e igrejas, entre outros.

A empresa vem buscando um crescimento em termos de produção e produtividade, tendo em vista a demanda do mercado e a visão dos gestores, mesmo com o cenário atual de crise mundial. Para isso, estudos de mercado, redução de custos, estudos de eficiência das máquinas, equipamentos e processos, implementação de melhorias e qualificação do pessoal constituem ações prioritárias para o alcance dos objetivos propostos no planejamento estratégico da empresa. Neste contexto, ações baseadas na P+L serão propostas para o processo de corte a plasma, onde são executados cortes em chapas submersas (plasma 01) e resfriadas (plasma 02) em água ionizada. Este processo está localizado na Unidade II, no setor de linha primária, e foi alvo do estudo devido à sucata metálica (resíduo do corte das chapas de aço) representar 4% do total de sucata gerada no setor, havendo fatores que podem ser trabalhados para se reduzir a sucata, e demais resíduos, na fonte.

3.2 Técnicas e procedimentos adotados

O estudo se caracteriza como uma pesquisa aplicada, valendo-se, fortemente, da coleta de dados e de informações por meio de análise documental, observação direta e de entrevistas (VERGARA, 2006; COOPER; SCHINDLER, 2003) com os colaboradores da empresa diretamente envolvidos no processo em estudo.

O estudo foi desenvolvido com base na metodologia sugerida pela UNIDO, por meio do CNTL-SENAI. A implantação da P+L em um processo produtivo deve ser pautada pela consecução das seguintes etapas: planejamento e organização, pré-avaliação e diagnóstico, avaliação da P+L, estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental e implementação de opções e plano de continuidade (CNTL, 2008). É oportuno comentar que foram analisados dados históricos sobre os resíduos gerados no processo em estudo. Os dados analisados compreenderam os meses de janeiro a dezembro de 2008.

4 Desenvolvimento do estudo

4.1 Contextualização do processo em estudo: corte a plasma

As máquinas de corte a plasma são denominadas plasma 01 (antigo) e plasma 02 (novo) e executam cortes em chapas de espessuras de 3,75 mm a 22,2 mm e 3,75 mm a 38,5 mm, respectivamente. O corte no plasma 01 utiliza uma combinação de gases, Gás Carbônico e Nitrogênio líquido, e no plasma 02, uma combinação de Gás Carbônico e Oxigênio. Em ambos, a programação para o corte é realizada pelo setor de PCP – Planejamento e Controle da Produção, em linguagem de texto CNC, enviada para as máquinas por *download* automático.

Durante o processo de corte no plasma antigo (01), as chapas ficam submersas na água, utilizando em torno de 13.000 litros de água, evitando a geração de poeiras, fumos metálicos e fuligem. Já no plasma novo (02), o corte é realizado sobre a água, onde a mesma é utilizada apenas para refrigeração, consumindo em torno de 24.000 litros de água, gerando mais fumos metálicos durante o corte. Desse processo derivam resíduos tais como: água contaminada, fumos metálicos, fuligem e lodo. O resíduo mais significativo em volume no processo de corte em ambos os plasmas (01, antigo e 02, novo) é a sucata metálica.

A escolha deste processo ocorreu porque existem vários fatores que influenciam no trabalho, diferente de outras máquinas, como, por exemplo, a guilhotina, que é a maior geradora de sucata metálica, porém, o agente de maior influência é o ser humano. Na Fig 1., segue exemplo de cortes executados pelas máquinas em questão (plasmas), onde se evidencia nas partes enumeradas (de 1 a 4), em cor branca, o aproveitamento de chapa e, em vermelho, o resíduo gerado no processo, dividido em retalho (parte que será reaproveitada) e sucata metálica, que não poderá ser reaproveitada na empresa, sendo vendida a terceiros.

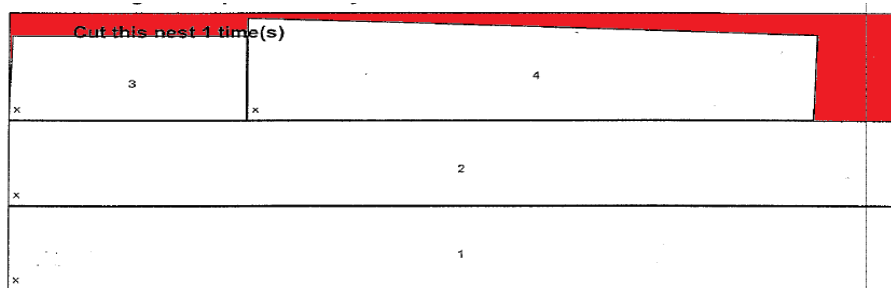


Fig. 1. Desenho enviado para a fábrica para o corte de peças a plasma (A).

Neste exemplo, houve um aproveitamento da chapa de 95,3% (parte branca no desenho), sendo que, da parte em vermelho, 3,5% poderá ser reutilizada, caracterizado como retalho, e o restante 1,19% é considerado sucata metálica, que é armazenada e vendida a um terceiro por um preço bem menor do que se fosse aproveitada como peça integrante da estrutura metálica projetada. Este percentual de 1,19% é parte integrante dos 4% (total do setor) que compõem a média de sucata metálica derivada dos plasmas.

Na Fig. 2, mais um exemplo de corte de duas peças (de números 1 e 2). O aproveitamento da chapa é de 54,4% (parte branca no desenho), sendo que na parte em vermelho, 0,6% é considerado sucata metálica, vendida para terceiros (parte integrante da média de 4%) e o restante, 44,9% da chapa, é armazenado como retalho, e que poderá ser reaproveitado em um próximo corte.

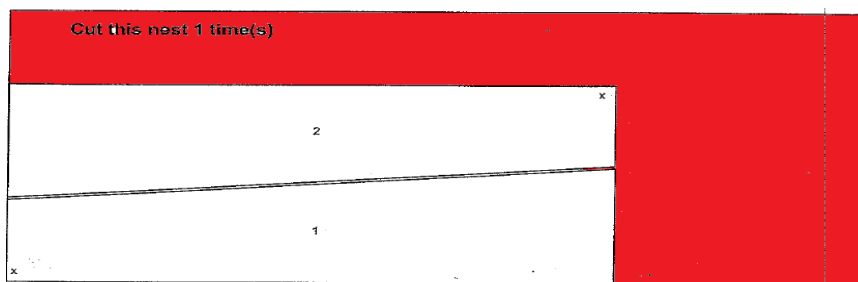


Fig. 2. Desenho enviado para a fábrica para corte de peças a plasma (B).

Tem-se, pelos dois exemplos, ilustrativamente, uma noção da sucata metálica que será disposta a terceiros (o que faz parte do percentual de sucata em estudo) e da parte que poderá ser reaproveitada (retalhos) na fabricação de outras peças, mesmo ocupando espaço físico para estocagem e dependendo do fator humano para que ocorra, de fato, o reaproveitamento deste material no futuro.

4.2 Tipos e volume de resíduos gerados e aspectos a serem trabalhados

Os tipos de resíduos gerados são: água contaminada, fumos metálicos, fuligem, lodo e, o mais significativo em volume, que é a sucata metálica, derivada da sobra do processo de corte, e que representa uma média de 4% sobre o total de sucata gerada pela linha primária. Esta linha é a maior geradora de resíduos dessa natureza na empresa, pois é responsável pelo corte e furação das estruturas com maior espessura, ou seja, mais pesadas e de maior complexidade.

Atualmente, a água contaminada, derivada da limpeza das máquinas, é bombeada para tanques na parte externa da empresa para tratamento e reutilização. Após isso, é retirado o lodo das máquinas, que é acondicionado em caixas metálicas e encaminhado para armazenamento na central de resíduos para secagem natural, sendo destinado para aterro industrial, com aproximadamente 70% de umidade. Os fumos metálicos e a fuligem originada no processo de corte são absorvidos pela água utilizada no processo, no caso, do plasma 01. No plasma 02, existe a emissão de maior quantidade de fuligem e fumos, mas sem medições controladas para comprovação. Assim, necessitam de controle e medição, juntamente com o consumo de água e energia, constituindo um primeiro aspecto a ser trabalhado.

O lodo, que é enviado para aterros sanitários, resultou, em 2008, em 2,49 toneladas/mês, o que corresponde a 0,93 m³/mês. O volume de lodo, para o período analisado é apresentado na Fig. 3. Este aspecto também merece atenção.

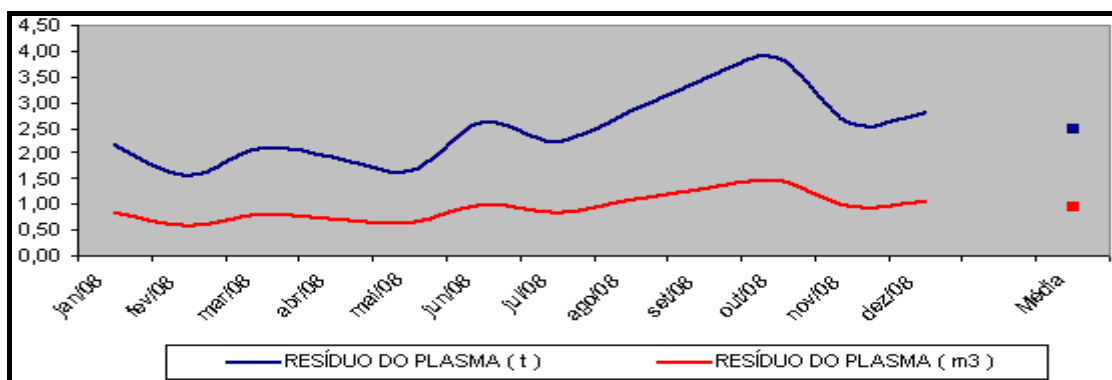


Fig. 3. Lodo proveniente dos plasmas em toneladas e em m³.

O terceiro e mais importante aspecto a ser trabalhado, pelo volume e pelo valor monetário em questão, é a sucata metálica, derivada do processo de corte das chapas, que é constituída pela sobra da chapa quando ocorre o corte da peça necessária à fabricação dos produtos, caracterizando-se como a maior fonte de resíduos. As Figs. 4 e 5 são elucidativas. Ressalta-se que a média atual de sucata é de 4% sobre o total de material, correspondendo a 7,2 toneladas no ano de 2008.

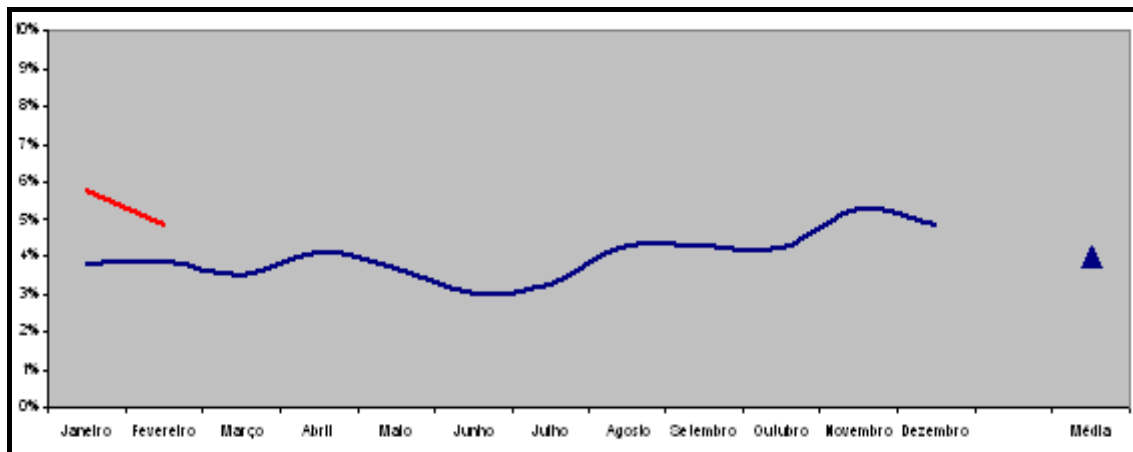


Fig. 4. Sucata dos plasmas em percentual sobre o total de sucata/mês.

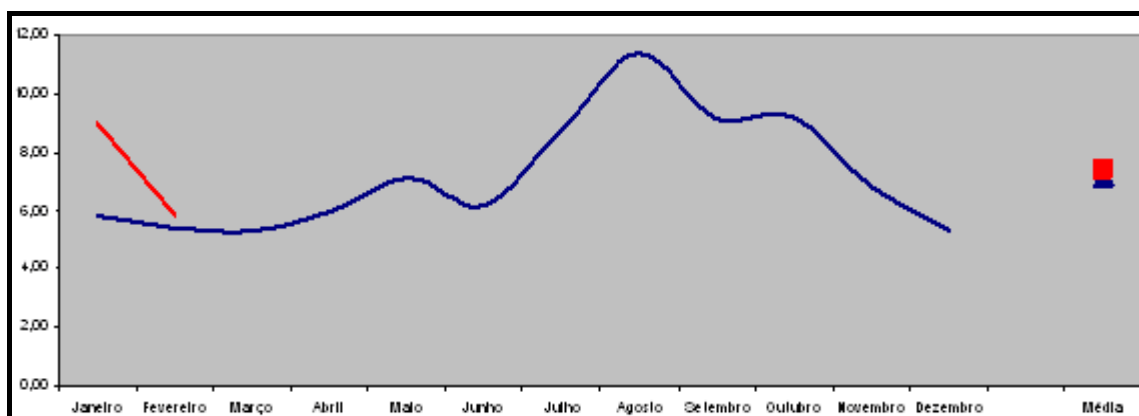


Fig. 5. Sucata dos plasmas em toneladas.

Por outro lado, a empresa não tem conhecimento do percentual correto de sucata proveniente dos plasmas em relação à produção realizada pelas máquinas, pois a produção é medida em metros e não por peso, havendo divergência de unidade de medição para controle entre a produção e o volume de sucata gerada no processo. Isto seria um importante item a ser medido e controlado, passando a ter a noção exata da quantidade de sucata metálica gerada por este processo.

4.3 Plano de ações proposto e definição de indicadores de desempenho e metas

Pelo tempo necessário para execução, e posterior avaliação no sentido de aplicar as etapas da metodologia da P+L, o presente estudo visou desenvolver uma proposta contendo algumas ações visando a redução 20% no volume de sucata gerada no processo de corte a plasma em relação à sucata total gerada pela linha primária. Contudo, é somente uma idéia inicial para que a empresa analise este trabalho exploratório e, posteriormente, adote como prática para que reduza, efetivamente,

todos os resíduos, preservando o meio ambiente, diminuindo os custos e ampliando a sua competitividade. Na Fig. 6, o plano de ações proposto é apresentado.

Ações Propostas	Responsável(is)
Etapa 1: Planejamento e Organização	
Definir participantes para a equipe Ecotime (para o estudo de melhorias para o processo de corte a plasma)	Diretor e Gerente Industrial
Contratar consultoria especializada	Líder da Ecotime
Instalar medidor de energia (watímetro) nas máquinas	Ecotime
Monitorar consumo de energia das máquinas	Ecotime
Monitorar consumo dos demais consumíveis	Ecotime
Medir produção no processo de corte a plasma em toneladas	Ecotime
Identificar o percentual de sucata em relação à produção das máquinas e ao volume de matéria-prima processado	Ecotime
Etapa 2: Pré-avaliação e Diagnóstico	
Avaliar o processo de corte a plasma, verificando entradas e saídas	Ecotime e Consultor
Analisar variáveis que afetam o processo	Consultor
Identificar alternativas	Consultor e Ecotime
Etapas 3 e 4: Avaliação da P+L e Estudos de Viabilidade	
Elaborar um balanço de materiais e de energia	Ecotime e Consultor
Selecionar alternativas de P+L aplicáveis, com impacto na redução de resíduos, inicialmente focando a sucata (aço)	Ecotime e Cons
Elaborar estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental	Consultor e Ecotime
Definir alternativas a serem implementadas	Diretor e Gerente Industrial e Ecotime
Etapa 5: Implementação de Opções e Plano de Continuidade	
Implementar ações necessárias à operacionalização das alternativas de P+L identificadas	Ecotime e Operadores de Máquinas (plasmas)
Monitorar a implementação das ações	Ecotime
Definir indicadores de desempenho para o processo	Gerente da Unidade e Ecotime
Estabelecer metas para os indicadores de desempenho	Gerente da Unidade e Ecotime
Monitorar evolução nos indicadores de desempenho	Ecotime
Desenvolver plano de manutenção (e evolução) das alternativas de P+L implementadas	Ecotime
Identificar necessidade de ações ou de um programa de capacitação e aperfeiçoamento aos envolvidos no processo	Ecotime

Fig. 6. Plano de ações proposto.

Em uma análise inicial, alguns indicadores de desempenho podem ser sugeridos, e devem ser incorporados pela empresa para um efetivo gerenciamento do processo em estudo. São eles: % de sucata metálica em relação à produção das máquinas (plasmas); consumo de energia; gasto com consumíveis; produtividade das máquinas; gastos com transporte e aterro de resíduos; e emissão atmosférica de fumos metálicos. Demais indicadores, bem como suas respectivas metas, deverão ser definidos após estudos e implementação da P+L no processo em estudo.

5 Considerações finais

Percebeu-se, junto à empresa, total respaldo em relação ao estudo e uma forte propensão à adoção dos princípios da P+L. Em relação ao objetivo de reduzir em 20% o volume de sucatas metálicas, somente será possível se ações propostas forem implementadas e se houver um acompanhamento e apoio considerável por parte da alta administração. Em estudos preliminares, com a participação do

pessoal envolvido diretamente no processo de corte a plasma da empresa, o percentual de redução em 20% no volume de sucata parece bastante plausível.

Logicamente, dificuldades existem, e sempre irão existir, mas a partir do momento em que uma empresa se conscientiza de seu papel na sociedade e do impacto de suas ações, adotar práticas de P+L, ou quaisquer outras, mesmo que exijam investimentos, serão um fato concreto e uma realidade que trará resultados e a satisfação dos mais diversos públicos envolvidos. Para isso, é preciso esquecer o passado e fazer um futuro diferente (HAMEL; PRAHALAD, 1995).

A partir deste estudo, com caráter exploratório, a empresa deverá aprofundar as necessidades reais de recursos (humanos, tecnológicos e financeiros) e elaborar um cronograma detalhado para a implementação do plano de ações proposto, mas é nítido o sentimento de que está madura e consciente da importância da adoção de práticas de P+L em suas operações, um tema tão instigante e oportuno para as empresas, discutido e relatado por diversos autores (LEMOS, 1998; MEDEIROS et al., 2007; MILAN et al., 2007; MILAN; GRAZZIOTIN, 2008, dentre outros).

6 Referências

Baas, L. 2007. To make zero emissions technologies and strategies become a reality, the lessons learned of cleaner production dissemination have to be known. *Journal of Cleaner Production*, v.15, p.1.205-1.216.

Camargo, A.L.B. 2003. *Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios*. Papirus, Campinas.

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Site institucional. <http://www.senairs.org.br/cntl/>. Acessado em: 20 ago. 2008.

Cooper, D.R., Schindler, P.S. 2003. *Métodos de pesquisa em administração*. 7.ed. Bookman, Porto Alegre.

Donaire, D. 1999. *Gestão ambiental na empresa*. 2.ed. Atlas, SP.

Getzner, M. 2002. The quantitative and qualitative impacts of clean technologies on employment. *Journal of Cleaner Production*, v.10, p.305-319.

Hamel, G., Prahalad, C.K. 1995. *Competindo pelo futuro: estratégias inovadoras para obter o controle do seu setor e criar os mercados de amanhã*. Campus, RJ.

Hartman, C.L., Stafford, E.R. 1997. Market-based environmentalism: developing green marketing strategies and relationships. *American Marketing Association*, p.156-163.

Hunt, C.B., Auster, E.R. 1990. Proactive environmental management: avoiding the toxic trap. *Sloan Management Review*, v.31, n.2, p.7-18.

Kazmierczyk, P. 2002. Manual on the development of cleaner production policies approaches and instruments. In: UNIDO – United National Industrial Development Organization. <http://www.unido.org>. Acessado em: 08 jul. 2006.

Lemos, A.D.C. 1998. *A produção mais limpa como geradora de inovação e competitividade: o caso da Fazenda Cerro do Tigre*. Dissertação (Mestrado). Escola

de Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Lopes, I.V., Filho, G.S.B., Biller, D., Bale, M. 2002. Gestão ambiental no Brasil: experiência e sucesso. 5.ed. Editora FGV, RJ.

Medeiros, D.D.; Calábria, F.A.; Silva, G.C.S.; Silva Filho, J.C.G. 2007. Aplicação da produção mais limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua. Revista Produção, v.17, n.1, p.109-128.

Milan, G.S., Grazziotin, D.B. 2008. A implantação de técnicas de produção mais limpa em uma empresa do setor plástico da serra gaúcha. In: XI SIMPOI - Simpósio de Administração da Produção, Operações e Logística Internacional. FGV, SP.

Milan, G.S., Grazziotin, D.B., Pretto, M.R. 2007. Estudo sobre a implantação da produção mais limpa em uma empresa do setor de plástico reforçado com fibra de vidro. In: 1st International Workshop Advances in Cleaner Production. UNIP, SP.

Nascimento, C.A.M. 2000. Em busca da ecoeficiência. Revista Eletrônica de Administração, v.6, n.3.

Oliveira, J.F.G., Alves, S.M. 2007. Adequação ambiental dos processos usinagem utilizando produção mais limpa como estratégia de gestão ambiental. Revista Produção. v.17, n.1, p.129-138.

Pauli, G. 1996. Emissão zero: a busca de novos paradigmas – o que os negócios podem oferecer à sociedade. EDIPUCRS, Porto Alegre.

Pauli, G. 1998. Upsizing: como gerar mais renda, criar mais postos de trabalho e diminuir a poluição. L&PM Editores, Porto Alegre.

Pelizzoli, M.L. 1999. A emergência do paradigma ecológico: reflexões ético-filosóficas para o século XXI. Vozes, RJ.

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. <http://www.onu-brasil.org.br>. Acessado em: 10 mar. 2008.

Romm, J.J. 1996. Um passo além da qualidade: como aumentar seus lucros e produtividade através de uma administração ecológica. Futura, SP.

Tachizawa, T. 2004. Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira. 2.ed. Atlas, SP.

UNEP – United Nations Environmental Program. <http://www.unep.org>. Acessado em: 28 ago. 2007.

Vergara, S.C. 2006. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 7.ed. Atlas, SP.

Wilkinson, P. 1991. Measuring and tracking waste. In: Conference on Preservation and Global Pollution. Washington, D.C.