

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA FUNDIÇÃO: PARTE 2 - GANHOS ECONÔMICOS¹

Carlos Alberto Mendes Moraes²

Daniel Canello Pires³

Daiane Calheiro³

Wagner dos Passos da Silva⁴

Matheus Pielechovski Ferro⁴

Maria Gessica Dantas Rocha⁴

Cynthia Fleming Batalha da Silveira⁵

Geovani Lorscheitter⁶

Resumo

A indústria de Fundição é conhecida por ter um processo com muitos impactos ambientais negativos. Devido à necessidade de buscar processos industriais mais sustentáveis, estas empresas estão cada vez mais almejando ferramentas ambientais que possam reduzir seus impactos e custos com o alto nível de perdas de seus processos. Os custos com tecnologias de “fim-de-tubo” têm crescido significativamente, assim como as sanções aplicadas pelos órgãos competentes para empresas que colaboram com a atual crise ambiental. Considerando uma indústria de Fundição com um programa de Produção mais Limpa (P+L) implementado, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os benefícios econômicos ao longo da implementação do programa, ressaltando todos os ganhos que foram obtidos em termos de redução do consumo de matérias-primas, insumos e custos envolvidos no processo em cada oportunidade de melhoria sugerida pelos próprios colaboradores.

Palavras-chave: Produção mais limpa; Fundição; Ganhos econômicos.

EVALUATING RESULTS FOR IMPLEMENTATION OF A CLEANER PRODUCTION PROGRAM IN A FOUNDRY: PART 2 - ECONOMIC GAINS

Abstract

The foundry industry is known for having a process with many negative environmental impacts. Due to the need to seek more sustainable industrial processes, these companies are increasingly targeting tools that can reduce environmental impacts and costs with the high level of loss of their processes. The costs of "end-of-pipe" technologies has grown significantly, as well as the penalties imposed by the competent agencies for companies that collaborate with the current environmental crisis. Considering a foundry industry with a Cleaner Production Program (CPP) implemented, this paper aims to conduct assessment of economic benefits during the implementation of the program, pointing out all the gains that were achieved in terms of reduced consumption raw materials, inputs and costs involved in the process at every opportunity for improvement suggested by the employees.

Key words: Cleaner production; Foundry; Economic gains.

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

² Membro da ABM, Prof. Dr., Progr. Pós Graduação em Eng. Civil e em Mecânica, Núcleo de Caracterização de Materiais (NucMat), Unisinos, São Leopoldo, RS. cmoraes@unisinos.br.

³ Gestor Ambiental, Mestre em Engenharia Civil, NucMat, Unisinos. dpires88@hotmail.com, dcalheiro@gmail.com.

⁴ Graduando em Engenharia Mecânica, NucMat, Unisinos. makulyn@hotmail.com, gessica_mg@hotmail.com, wagnerps@hotmail.com.

⁵ Ms. Bióloga, Pesquisadora, NucMat, Unisinos. cynthiafbs@hotmail.com.

⁶ Diretor da empresa Metalurgica Lorscheitter Ltda. geovani@lorscheitter.com.br.

1 INTRODUÇÃO

O crescente desenvolvimento industrial e conseqüente avanço tecnológico trazem consigo benefícios, mas também problemas decorrentes para a sociedade que causam grandes impactos ao meio ambiente. O uso indiscriminado de recursos extraídos da natureza, bem como a geração de resíduos na produção, compromete o meio ambiente e degrada a qualidade de vida da população, o que geralmente é percebido com maior atraso, muitas vezes estando associado a desperdícios e ineficiência dos processos dentro das organizações.

Os resíduos industriais são um dos fatores mais importantes neste cenário, representando uma parcela significativa das causas responsáveis por essa degradação. A indústria da fundição, responsável pela fabricação de peças metálicas, contribui para a sociedade atendendo a demanda da reciclagem de sucata metálica e produtos com preço mais acessível, mas ao mesmo tempo, possui um alto risco de impacto ao meio ambiente por gerar uma série de resíduos potencialmente contaminantes e conseqüentes passivos ambientais.

O setor está contido dentro da categoria “Indústria Metalúrgica”, e segundo a Lei nº 10.165 de 27 de dezembro de 2000, que altera a Lei nº 6.938 (Política Nacional de Meio Ambiente), possui classificação de potencial poluidor “A” e grau de utilização de recursos naturais “Alto”, sendo um “AAalto”, o que caracteriza-o como atividade de grande impacto ambiental.⁽¹⁾

Dentre os principais aspectos da indústria da fundição relacionados ao grande impacto ambiental deste setor produtivo, cita-se a problemática da areia descartada com presença de contaminantes, o descarte da escória dos fornos de fusão e a emissão atmosférica composta de gases poluentes. Comumente estes resíduos são emitidos em larga escala diretamente ao meio ambiente, sem o adequado tratamento ou destinação.

Atualmente, segundo o Anuário Gestão Ambiental,⁽²⁾ os investimentos em práticas sustentáveis e em uma estrutura de gestão ambiental adequada passaram a fazer parte da pauta do empresariado brasileiro e mundial. O que se pode dizer, baseado na análise de quatro anos das apurações das práticas ambientais das maiores empresas brasileiras, é que nesse período houve uma estabilidade nos dados apresentados, o que indica que os sinais de avanço identificados e as políticas estabelecidas nas companhias podem ser considerados sólidos. Em 2010, 64,4% das companhias que responderam à pesquisa afirmaram possuir uma política ambiental formalizada e integrada com as demais áreas da corporação. Na primeira edição do levantamento, em 2007, 59% das empresas disseram adotar essa prática e, desde então, o índice vem aumentando de forma consistente, ano a ano. O indicador mostra que as empresas que possuíam uma política específica para o meio ambiente (23%) ou que adotavam práticas não sistematizadas de gestão ambiental (12%) estão, pouco a pouco, formalizando e integrando suas políticas ao organograma.⁽²⁾

Kong⁽³⁾ mostra os ganhos que a ferramenta de P+L traz em uma empresa de galvanização a quente. Após a produção de meio ano, um resumo das opções de P+L que foram implementadas e os benefícios econômicos notáveis são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise dos benefícios econômicos anual de uma indústria após a implementação da P+L⁽³⁾

Análise Econômica	
Custo de investimento total	\$ 1.205.958
Economia de matéria-prima (zinco, ácido, cloreto de zinco)	\$ 839.000
Economia de água	\$ 5.950
Economia de energia	\$ 542.160
Custo de manutenção poupado	\$ 7.000
Custo de operação dos equipamentos ambientais	\$ -17.227
Lucro líquido	\$ 1.376.883
Prazo de retorno	0,9 ano

A adoção de medidas na busca pela minimização da geração de resíduos pode contribuir para a redução e solução dos problemas ambientais em curto, médio e longo prazo dependendo do nível de impacto associado. A construção de indicadores econômicos fundamenta a importância e viabilidade da implementação de um Programa de Produção mais Limpa em uma empresa com estas características (investimentos em novas tecnologias e co-processamento de resíduos).

Nesse sentido, o trabalho de implementação do Programa que foi desenvolvido na empresa facilita o conhecimento de entradas e saídas do processo, permitindo dessa forma que se conheçam melhor as etapas de produção, identificando as áreas que demandam mais atenção do ponto de vista gerencial. Deste modo, conhecer e gerenciar seus resíduos, caracteriza uma atitude que faz parte de empresas que buscam contribuir para o desenvolvimento sustentável, à medida que estas ações têm sido eficientes em relação à redução da degradação ambiental, bem como a adequação à legislação vigente.

Como os custos com tecnologias de fim de tubo e disposição de resíduos em aterros industriais têm crescido muito, a prevenção da poluição e a minimização da geração de resíduos se tornam um investimento mais atrativo. O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma avaliação dos resultados e ganhos ambientais envolvidos na implementação de um Programa de Produção mais Limpa (P+L) em uma empresa de Fundição de ferro fundido nodular e cinzento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para desenvolver os objetivos propostos, foram elaborados diagramas de funcionamento da linha de produção e fluxogramas de massa através de observação "in loco", incluindo o levantamento dos maquinários, equipamentos e materiais envolvidos e o levantamento quantitativo e qualitativo da entrada e saída de material por equipamento envolvido nas modificações analisadas, além de registros mensais de consumo de matérias-primas e insumos.

Uma estratégia utilizada para evidenciar a situação econômica ao longo do período de estudo foi através de entrevistas dirigidas ao empresário e aos colaboradores de maneira informal, porém com o objetivo de extrair a maior quantidade de informações sobre o referido espaço de tempo, já que aconteceram diversas modificações na economia global e, conseqüentemente, na empresa, subsidiando explicações das mudanças e situações levantadas.

Desta forma, buscou-se avaliar as sugestões de melhorias decorrentes da implementação de um Programa de Produção mais Limpa em uma empresa de

fundição de pequeno porte ao longo do período de estudo – maio de 2010 a abril de 2011.

O estudo de caso apresentado se deu na Indústria Metalúrgica Lorscheitter, empresa de pequeno porte com aproximadamente 60 colaboradores atuando no setor de fundição desde a sua fundação em 1988, após a aquisição pelos atuais sócios de uma antiga fundição que já existia no local (Balanças São Sebastião Ltda), cuja produção de ferro fundido era voltada a produção de balanças mecânicas para medições de baixas massas.

Na Figura 1, apresenta-se de uma forma geral a metodologia adotada pelo Núcleo de Caracterização de Materiais (NucMat) da Unisinos e aplicada na indústria de fundição em questão. Para o desenvolvimento do Programa, a metodologia baseou-se no método da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Unido)/ Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), que foi adotado no Brasil pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL).⁽⁴⁾

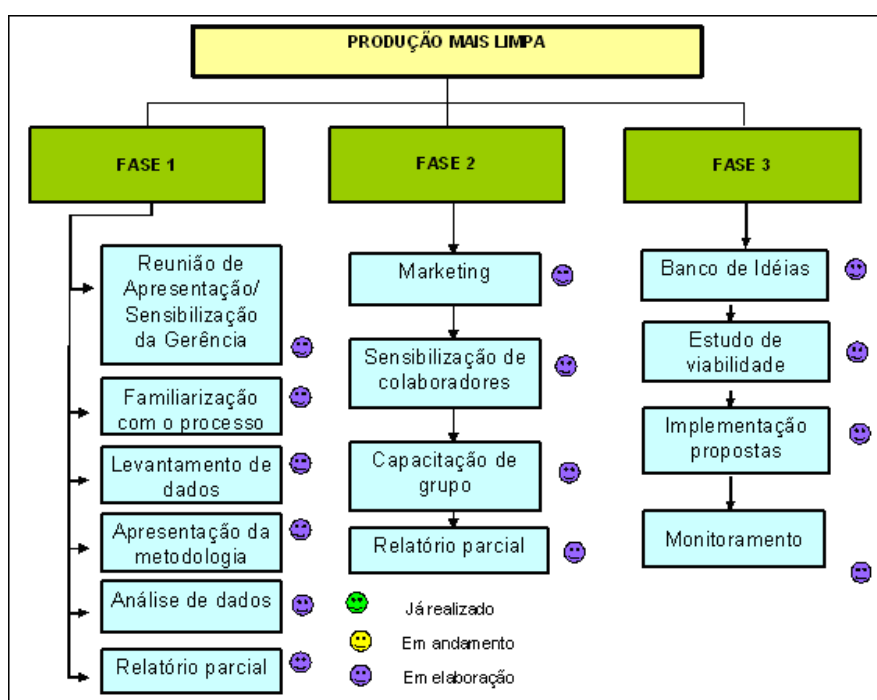


Figura 1. Passos para a implementação de um programa de P+L.⁽⁵⁾

Para que a Fase 1 seja contemplada deve-se:

- sensibilizar a gerência para garantir o sucesso do programa P+L é fundamental;
- obter resultados consistentes que depende decisivamente do comprometimento da empresa com o P+L;
- identificar possíveis barreiras que possam impedir a implementação;
- definir a amplitude do Programa de P+L na empresa;
- elaborar fluxograma e diagrama de blocos do processo produtivo, para conhecer bem o processo, identificando todas as entradas e saídas que envolvem a produção (matéria prima, insumos, água, energia, resíduos gerados etc.). Este levantamento de dados deve ser realizado, preferencialmente, qualitativa e quantitativamente;

- realizar um diagnóstico ambiental do processo, que é a compilação dos dados obtidos no fluxograma, diagrama de blocos. Com estes dados é possível avaliar os aspectos e impactos ambientais; e
- identificar o foco de avaliação, com as informações do diagnóstico ambiental e da planilha dos principais aspectos e impactos ambientais. Estas informações são analisadas considerando os regulamentos legais, as quantidades de resíduos gerados, a toxicidade dos resíduos e os custos envolvidos.

Na Fase 2 é elaborado uma estratégia de divulgação da P+L, onde é realizado o lançamento oficial do Programa, define-se a matriz de sensibilização e aplicação do treinamento para todos os colaboradores do setor ou da empresa.

Na Fase 3 é elaborado o balanço do material e são estabelecidos indicadores, também são identificadas as causas da geração de resíduos e são identificadas as opções (sugestões) de P+L. Após a identificação das sugestões, estas são analisadas economicamente antes e depois da implementação das melhorias. Esta fase exige também que seja elaborado um sistema de monitoramento constante do Programa, pois a princípio sempre se pode tornar o processo mais eficiente. As sugestões que compõem o banco de idéias, são geradas pelos próprios funcionários e coletadas pelos pesquisadores do NucMat, através de planilhas de detalhamento e entrevistas com os idealizadores, para que as mensurações sejam mais próximas da realidade.

Para que as práticas do Programa de Produção mais Limpa, utilizadas nos processos produtivos, sejam apresentadas de forma objetiva e facilmente compreendida, é necessário que sejam estabelecidos critérios e definidos indicadores. A seleção dos indicadores econômicos deve ser desenvolvida de forma que permita avaliar a medição qualitativa e quantitativa dos impactos ambientais.

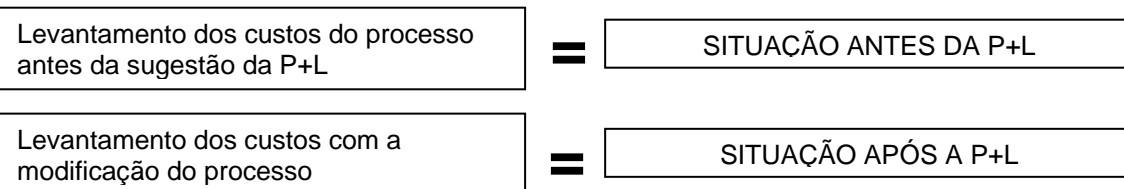
A P+L procura implantar ações que tragam ganhos ambientais enfatizando os benefícios econômicos com os resultados obtidos. Para avaliar os benefícios econômicos, a partir da contribuição de melhorias ambientais, foram elaborados indicadores econômicos durante o Programa de P+L na empresa.⁽⁵⁾

O benefício econômico de uma sugestão é o ganho líquido obtido com uma implementação da P+L.

BENEFÍCIO ECONÔMICO = CUSTO DA SITUAÇÃO ANTES DA P+L – CUSTO DA SITUAÇÃO APÓS A P+L

O período considerado de avaliação é de 12 meses a partir da data de implantação da sugestão.

A metodologia de quantificação do Benefício Econômico abrange:



O prazo de retorno de investimento permite estimar em quanto tempo ele se pagará. Representa o número mínimo de meses a partir do qual, os valores econômicos obtidos após a P+L, serão ganhos permanentes pela empresa.

Para os cálculos é usado como base o Guia do P+L - Centro Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável.⁽⁶⁾

$$\text{PRAZO RETORNO DO INVESTIMENTO} = \text{INVESTIMENTO} / \text{BENEFÍCIO ECONÔMICO}$$

A Tabela 2 demonstra exemplo de indicadores econômicos obtidos de melhorias ambientais através da análise do investimento da sugestão e do retorno financeiro que ela proporciona.

Tabela 2. Indicadores econômicos baseados em investimento e tempo de retorno⁽⁷⁾

Pontuação dos Indicadores econômicos	Investimento / retorno
1	Até R\$ 5.000,00 com retorno em 1 mês
1.3	Com retorno até 6 meses
1.6	Com retorno acima de 6 meses
2	De R\$ 5.000 à R\$ 40.000 com retorno até 6 meses
2.3	Com retorno até 10 meses
2.6	Com retorno acima de 10 meses
3	De R\$ 40.000 à R\$ 200.000 com retorno até 6 meses
3.3	Com retorno até 10 meses
3.6	Com retorno acima de 10 meses
4	De R\$ 200.000 à R\$ 800.000 com retorno em até 12 meses
4.3	Com retorno em 18 meses
4.6	Com retorno acima de 18 meses
5	Acima de R\$ 800.000 com retorno em até 36 meses
5.3	Com retorno em 48 meses
5.6	Com retorno acima de 48 meses

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Indústria Metalúrgica Lorscheitter Ltda hoje produz e distribui peças em ferro fundido nodular e cinzento para todo o mercado brasileiro, seja ele: agrícola, automobilístico, para construção de máquinas ou bombas d'água. Visa oferecer um produto de qualidade, tecnologicamente atualizado, e ainda uma solução às necessidades específicas de cada cliente, desta forma a empresa procura atender a cada cliente de forma individual, a fim de executar com êxito o projeto solicitado.

A Moldagem é mecanizada em areia verde para peças de 0,5 Kg a 30 Kg e as peças de 30 Kg a 2.800 Kg são confeccionadas num processo de moldagem manual com areia e resina fenólica, intitulado processo de moldagem de cura a frio, o que confere excelente qualidade ao produto final.

No total entre 2010 e 2011 foram emitidas 7 sugestões. Desta maneira, em 1 ano de Programa, um total de 60 colaboradores sugeriram 7 melhorias que foram implementadas. Traçando um paralelo com o caso da implementação do Programa em uma Siderúrgica, apresentado por Vargas,⁽⁸⁾ onde um total de 300 colaboradores sugeriram 45 melhorias que foram implementadas, percebe-se que a oferta de sugestões por funcionário foi praticamente a mesma, resguardados os portes das empresas.

Assim, o padrão de emissão de sugestões baseado na metodologia do NucMat segue uma tendência entre os dois Programas. As sugestões foram mensuradas e

classificadas, sendo apresentada na Tabela 3 a compilação dos ganhos e indicadores econômicos de cada sugestão.

A seguir são descritas as 8 intervenções realizadas pela parceria empresa/grupo de pesquisa NucMat. Inicialmente são descritos os benefícios de uma modificação tecnológica de grande impacto e posteriormente as 7 sugestões idealizadas e desenvolvidas pelos colaboradores e pesquisadores no contexto da Produção mais Limpa, sendo:

- sugestão nº 1 (modificação tecnológica) - setor de fusão: troca de tecnologia de fusão – substituição de forno rotativo a óleo por forno elétrico a indução;
- sugestão nº 2 - setor de moldagem manual: troca dos misturadores do tipo simpson para misturador automático;
- sugestão nº 3 - setor de moldagem mecanizada: mudar a geometria da estrutura centralizadora (colarinho) da moldagem mecanizada, para que, quando compactada, menor quantidade de areia caia no chão;
- sugestão nº 4 - setor de manutenção mecânica: instalar barreiras e guias na saída do misturador de areia verde para que no lançamento da mesma na esteira não ocorram perdas;
- sugestão nº 5 - setor de acabamento/ expedição: enclausurar a máquina de usinagem CNC;
- sugestão nº 6 - setor de acabamento/ expedição: destinação mais adequada para cavacos de alumínio e ferro gerados no processo de usinagem com CNC;
- sugestão nº 7 - setor moldagem manual: melhor acondicionamento de areia base; e
- sugestão nº 8 - setor de modelaria: troca da geometria das caixas de molde da moldagem manual.

Tabela 3. Resumo dos ganhos e indicadores econômicos obtidos com as melhorias de P+L

Sugestões	Benefício Econômico Anual	Indicadores Econômicos	Material/Equipamento envolvido
1	R\$ 600.000,00	5	Emissões Atmosféricas (CO ₂ e SO ₂) e Escória
2	R\$ 110.184,91	4	Areia Fenólica preparada
3	R\$ 13.086,79	4	Areia Verde preparada
4	R\$ 143,24	1	Areia Verde preparada
5	R\$ 1.954,75	3	CNC
6	R\$ 4.208,54	3	Ferro Gusa/Sucata
7	R\$ 5.400,00	4	Areia Base
8	R\$ 424,68	1.6	Areia Fenólica preparada
TOTAL	R\$ 735.402,91		

Dentro de uma série de materiais e equipamentos que foram envolvidos nas modificações, é possível notar o expressivo ganho econômico e ambiental quando os mesmos são extrapolados para uma escala anual, atingindo a economia de R\$ 735.402,91 e evitando a geração de aproximadamente 650 toneladas de resíduos diversos.

Algumas barreiras e benefícios também foram evidenciados, e se baseia em relatos dos pesquisadores sobre suas impressões ao desenvolver atividades na Lorscheitter.

A empresa realizou, ao longo desse período de estudo, alguns intercâmbios de resíduos com outras empresas e não registrou as informações, tornando impossível a mensuração exata destes ganhos, bem como a inexistência de planilhas e manifestos de controle e transporte de resíduos, dificultando o desenvolvimento do projeto.

Além da dificuldade de conversar com funcionários da administração, gerando algumas dificuldades na obtenção de dados, quando os colaboradores da produção foram questionados sobre a utilização de equipamentos, processos, ou andamento de alguma mudança na empresa houve divergências, o que pode evidenciar possivelmente a falta de treinamento operacional dos colaboradores e comunicação entre eles e com a empresa.

Grande parte dos funcionários não colaborou com as boas práticas operacionais como era esperado, mesmo depois de diversos treinamentos de P+L, o que pode ser explicado, por exemplo, pela ausência de benefícios (premiações) por parte da administração às sugestões aprovadas e implementadas, prática bem comum em outras empresas com Programas de P+L implementados com sucesso, como o caso descrito por Vargas.⁽⁸⁾ Outra explicação pode se dar pela rotatividade característica do setor, o que pode ter levado colaboradores treinados ao desligamento da empresa, bem como a inserção de novos colaboradores não treinados no sistema produtivo.

Por outro lado, o grupo de pesquisa teve livre acesso à empresa, proporcionando aprendizagem dentro da indústria, como “chão de fábrica”, onde os pesquisadores envolvidos adquiriram grande conhecimento sobre o setor metal mecânico em si, entendendo melhor a sua realidade. Através dos ganhos ambientais já mensurados e expressivos no que diz respeito às questões ambientais, a parceria grupo de pesquisa/empresa conquistou prêmios diversos, tornando-se uma boa referência para outras empresas do mesmo ramo e da mesma região. Destaca-se também a troca de experiência entre pesquisadores e colaboradores através da convivência com diferentes áreas do conhecimento, bem como relações interpessoais de extrema validade para o crescimento pessoal e profissional.

Foi observada a mudança cultural de alguns colaboradores, que se interessaram em promover ganhos ambientais não só dentro da empresa, mas em suas próprias atividades, levando a metodologia de Produção mais Limpa adiante.

É importante salientar que, baseado no período em que o grupo de pesquisa vem desenvolvendo projetos de pesquisa com esta empresa, nem todas as mudanças realizadas na empresa foram consideradas, pelo fato das mesmas não terem sido sugeridas por colaboradores ou pesquisadores, sendo decididas pela alta administração, assim como a importância da padronização, controle e monitoramento das sugestões idealizadas para que permitam que os ganhos sejam duradouros e a empresa não retorne às práticas e modelos de produção anteriores ao Programa de Produção mais Limpa.

4 CONCLUSÃO

Dentre as melhorias evidenciadas, percebeu-se uma evolução da empresa em direção a uma política ambiental mais concreta, que se pode notar através das práticas desenvolvidas em parceria com o NucMat/Unisinos ao longo do período avaliado, porém um dos ganhos mais significativos desta parceria se dá através das práticas adotadas por conta da empresa, o que evidencia a transformação da cultura de produção ultrapassada (fim-de-tubo) na qual a empresa se baseou por muito

anos desde sua fundação. Esse ganho é de difícil mensuração, porém de extrema importância, já que a partir de um momento será a própria empresa de forma isolada que terá que idealizar e gerenciar seus projetos ambientais, ressaltando a importância do legado a ser deixado na Metalúrgica Lorscheitter através da aplicação do Programa de Produção mais Limpa pelo grupo de pesquisa NucMat. Essa mudança cultural influenciará diretamente na relação da empresa com seus clientes, fornecedores e parceiros e principalmente na sua relação com o consumo de recursos naturais.

Ressalta-se também a capacidade desenvolvida para o melhor gerenciamento dos materiais. Ao passo que a empresa segregou e qualificou seus “resíduos”, transformou-os em subproduto e coproduto para utilizá-los em seu processo ou paralelo, agregando um valor de difícil mensuração, porém extremamente significativo, já que envolve o consumo destes materiais oriundo de um processo de produção em substituição ao consumo de recursos naturais, diminuindo assim a pressão sobre os ecossistemas naturais. Em síntese, a empresa aumentou a “reciclabilidade” de seus materiais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o CNPq, Fapergs e a Capes pelo apoio nas bolsas de mestrado, iniciação científica, e de pesquisa; e a empresa Lorscheitter pela possibilidade de desenvolver a pesquisa em suas instalações.

REFERÊNCIAS

- 1 PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente. Lei nº 10.165 de 27 de dezembro de 2000. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L10165.htm. Acessado em 10/10/2011.
- 2 ANÁLISE, ANUÁRIO GESTÃO AMBIENTAL. Discurso alinhado com a prática: a pesquisa de Análise Gestão Ambiental revela até onde as empresas já foram e quais são os principais desafios na instituição de práticas de Gestão Ambiental. Revista Análise, São Paulo, 2010/2011. Empresas, pg 34-35.
- 3 KONG, G; WHITE, R. Toward cleaner production of hot dip galvanizing industry in China. *Journal of Cleaner Production*, v.18, pp. 1092 – 1099. 2010.
- 4 CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS. Implementação de Programas de Produção mais Limpa. Porto Alegre. CNTL, 2003. 46p.
- 5 MORAES, C.A.M. et al. Implementação de um programa de Produção mais Limpa na Siderúrgica GERDAU. AEP: Estudo de caso aciaria. SEMINÁRIO DE ACIARIA DA ABM.39., Curitiba, 2008.
- 6 PMAISL, REDE BRASILEIRA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA. A Produção mais Limpa na Micro e Pequena Empresa. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável – CEBDS/SEBRAE. Rio de Janeiro. Julho de 2002. Disponível em: <http://www.cebds.com>. Acesso em: 11/01/2011.
- 7 VARGAS, M; MORAES, C. A. M.; CALHEIRO, D; ROCHA, L. K. da. Benefícios Ambientais e Econômicos da Produção mais Limpa em uma Indústria Siderúrgica através da Análise de Indicadores. In: XI Encontro Nacional e I Encontro Internacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2009, Fortaleza. Anais do ENGEMA, 2009. v. 1.
- 8 VARGAS, M. Ecologia Industrial: A eficiência ambiental e econômica da Produção mais Limpa para uma Siderúrgica Brasileira em busca da Sustentabilidade Ambiental. Trabalho de conclusão de Curso, Ciências Biológicas. Unisinos, 2008. 86p.