

# AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA FUNDIÇÃO: PARTE 1 - GANHOS AMBIENTAIS<sup>1</sup>

Carlos Alberto Mendes Moraes<sup>2</sup>  
Daniel Canello Pires<sup>3</sup>  
Daiane Calheiro<sup>3</sup>  
Matheus Pielechovski Ferro<sup>4</sup>  
Maria Gêssica Dantas Rocha<sup>4</sup>  
Karine Bastos<sup>5</sup>  
Gabriela Malgarin de Lima<sup>6</sup>  
Cynthia Fleming Batalha da Silveira<sup>7</sup>  
Geovani Lorscheitter<sup>8</sup>

## Resumo

A indústria de Fundição contribui para a sociedade atendendo à demanda da produção e reciclagem de peças metálicas, porém possui uma gama de aspectos ambientais por extrair quantidades significativas de matérias-primas do meio ambiente e produzir uma série de resíduos potencialmente contaminantes que, na falta de gerenciamento, geram consequentes impactos ambientais negativos. Os custos com tecnologias de “fim-de-tubo” têm crescido significativamente, assim como as sanções aplicadas pelos órgãos competentes para empresas que aplicam abordagens que colaboram com a atual crise ambiental em que se vive. O presente trabalho considera uma indústria de Fundição com um programa de Produção mais Limpa (P+L) implementado, tendo como objetivo realizar avaliação da evolução ambiental ao longo da implementação do programa. Este trabalho ressaltará todos os ganhos que foram obtidos em termos de redução do consumo de matérias-primas e insumos envolvidos no processo para cada oportunidade de melhoria sugerida pelos próprios colaboradores, ao longo do período de vigência do Programa, observando como as ferramentas de P+L podem valorizar e facilitar a utilização dos materiais e quais os benefícios ambientais envolvidos. O Programa traz resultados positivos para a empresa em termos de redução de consumo de energia e matérias-primas com relação à produção do ferro fundido e, consequentemente, expressivos ganhos para o meio ambiente.

**Palavras-chave:** Produção mais limpa; Fundição; Ganhos ambientais.

## EVALUATING RESULTS FOR IMPLEMENTATION OF A CLEANER PRODUCTION PROGRAM IN A FOUNDRY: PART 1 - ENVIRONMENTAL 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. This paper considers a foundry industry with a program of Cleaner Production Program (CP) implemented, with the aim to evaluate the environmental evolution during the implementation of the program. This paper will highlight the gains that were achieved in terms of reducing consumption of raw materials and inputs involved in the process for each opportunity for improvement suggested by the employees throughout the duration of the program, noting how the tools of CP can enhance and facilitate the use of materials and what the environmental benefits involved. The program brings positive results for the company in terms of reducing energy consumption and raw materials with respect to the production of cast iron and, consequently, significant gains for the environment.

**Key words:** Cleaner production; Foundry; Environmental gains.

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

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> Gestor Ambiental, Mestre em Engenharia Civil, NucMat, Unisinos. dpires88@hotmail.com; dcalheiro@gmail.com.

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Ambiental, NucMat, Unisinos. makulyn@hotmail.com; gessica\_mg@hotmail.com.

<sup>5</sup> Gestora Ambiental - NucMat, Unisinos. kakabastos@gmail.com.

<sup>6</sup> Graduanda em Gestão Ambiental, NucMat, Unisinos. gabiml21@hotmail.com.

<sup>7</sup> Ms. Bióloga, Pesquisadora, NucMat, Unisinos. cynthiafbs@hotmail.com.

<sup>8</sup> Diretor da empresa Metalúrgica 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.<sup>(1)</sup>

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.

As oportunidades ou desafios na área de gestão de resíduos e materiais estão em redução da areia residual, redução da emissão de particulados e melhoria da eficiência energética. Os resíduos metálicos representados por canais, retornos de metal e sucata nos processos de acabamento das peças são reciclados 100% no próprio processo através da refusão. Em relação às areias de moldes e machos, parte é reciclada através dos sistemas mecanizados de areia verde, atingindo até 90% do material reutilizado, sendo os 10% restantes descartados juntamente com resíduos de varrição e outros excedentes do processo, chegando a representar 800 Kg/t de peças fundidas.<sup>(2)</sup>

A adoção de medidas na busca pela minimização da geração destes e de outros 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 ambientais e 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).

Kong e White<sup>(3)</sup> mostram os ganhos que a ferramenta de P+L pode trazer 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 ambientais notáveis são mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Análise dos benefícios ambientais anual de uma indústria após a implementação da P+L<sup>(3)</sup>

<b>Benefícios Ambientais</b>	
Redução da emissão de SO <sub>2</sub>	120 toneladas
Redução da emissão de CO <sub>2</sub>	6.000 toneladas
Redução do consumo de Zinco	6,7 Kg/t de aço
Redução do consumo de ácido	6 Kg/t de aço
Redução do consumo de Cloreto de Zinco	1,5 Kg/t de aço
Redução do consumo de água	340 l/t de aço
Consumo de energia (eletricidade no lugar de óleo pesado)	120 kwh/t (40 Kg/t de aço)

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.

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 ambiental 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.

A seguir, 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 (Figura 1). 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).<sup>(4)</sup>

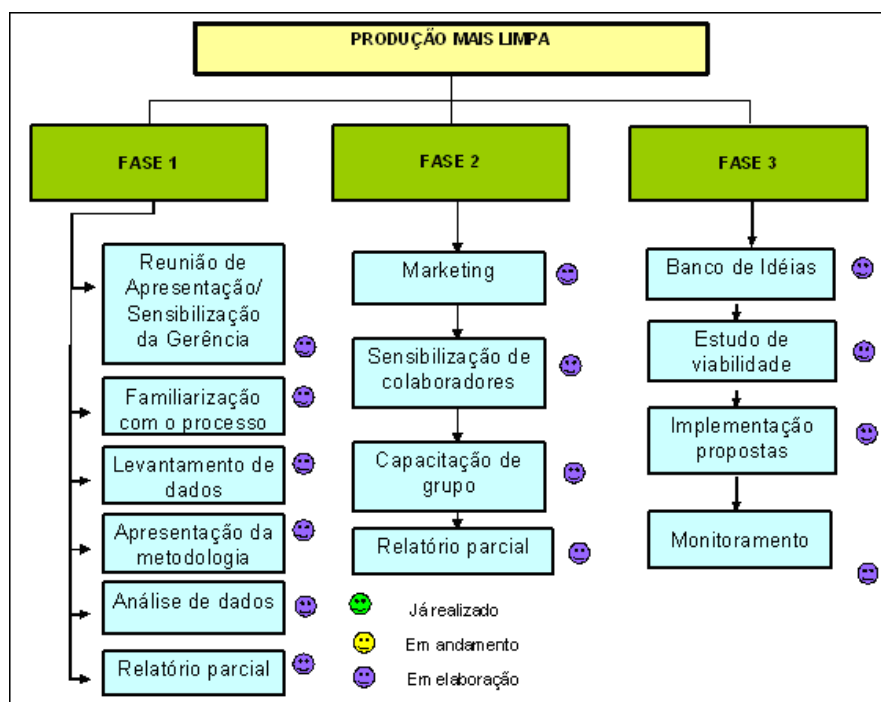


Figura 1. Passos para a implementação de um programa de P+L.<sup>(5)</sup>

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;
- 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 ambientalmente 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 ambientais deve ser desenvolvida de forma que permita avaliar a medição qualitativa e quantitativa dos impactos ambientais.

Para a seleção dos indicadores ambientais foi utilizada a metodologia desenvolvida pela equipe do Núcleo de Caracterização dos Materiais da Unisinos (NucMat) e descrita por Vargas et al.,<sup>(6)</sup> que permitiu analisar a medição qualitativa e quantitativa dos impactos ambientais, quando da implementação do Programa de Produção mais Limpa em uma siderúrgica gaúcha via projeto de pesquisa, no período de 2007 a 2009. Sendo assim, foi elaborado um quadro de indicadores ambientais (Tabela 2), para a avaliação das sugestões de P+L, contemplando ao mesmo tempo, o nível atingível dos impactos ambientais e as mudanças culturais, que podem ser observados nas sugestões de melhorias ambientais do Programa de P+L.

**Tabela 2.** Quadro de indicadores ambientais<sup>(6)</sup>

Pontuação dos Indicadores ambientais	Impacto Ambiental / Mudança cultural
1	Somente no setor e baixa mudança cultural com P+L
1.5	Alta mudança cultural
2	Abrange os demais setores e tem baixa mudança cultural com P+L
2.5	Alta mudança cultural
3	Na empresa e com baixa mudança cultural com P+L
3.5	Alta mudança cultural
4	Empresa e Comunidade e com baixa mudança cultural com P+L
4.5	Alta mudança cultural
5	Global e com baixa mudança cultural com P+L
5.5	Alta mudança cultural

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa, inicialmente como produtora de balanças mecânicas para medições de baixas massas (Balanças São Sebastião Ltda.), atendia o mercado de comércio de alimentos, sendo adquirida pelos atuais sócios que observaram a possibilidade de explorar e produzir os próprios componentes em ferro fundido utilizado nas balanças. Desta forma, foi criada uma nova empresa agregada – Indústria Metalúrgica Lorscheitter Ltda. – responsável por atender clientes externos de diversos setores, e a qual é foco deste estudo.

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.

A empresa está organizada através de uma administração familiar formada por dois sócios gerentes que coordenam atividades de administração e planejamento de metas e das diretrizes da empresa. Uma característica marcante do cotidiano destes e outros colaboradores é o desempenho de tarefas - sejam elas de produção, manutenção, gestão e implantação de melhorias - de uma forma mútua, onde os colaboradores são deslocados para pontos da produção que necessitem mais atenção e mão-de-obra.

A empresa está instalada em um terreno de 7.200 m<sup>2</sup>, com uma área construída utilizada para obter seu produto final de 1.600 m<sup>2</sup>. Pode ser dividida atualmente nos setores apresentados a seguir:

- setor de fusão;
- setores de acabamento e expedição (rebarbação, pintura, CNC);
- setor de macharia;
- setor de modelaria;
- setor de manutenção;
- setores de moldagem (manual e mecanizada);
- setor de estoque;
- setor de administração;
- refeitório; e
- depósito para materiais diversos.

O processo de moldagem mecanizada em areia verde inicia com a entrada de matéria-prima para a fusão e preparação de areia para macho. Paralelamente ocorre a entrada do ferramental, utilizado para dar a forma da peça a areia verde, que se soma aos machos para a consolidação do molde a ser preenchido pelo ferro fundido. Esse processo ocorre em uma linha mecanizada, onde o funcionário aciona um alimentador que preenche a caixa com areia verde. Após o molde estar pronto, ocorre o vazamento e posterior desmoldagem após a solidificação da peça, retornando a caixa para ser preenchida novamente, os canais retornam para refusão e a areia verde para a recuperação do ferro fundido residual contido e posterior regeneração para seguir no processo em um ciclo fechado. A peça bruta segue para o acabamento e pintura.

O processo de moldagem manual em areia verde ocorre de forma similar ao anterior, sendo apenas modificada no ponto de preparação da caixa de areia verde, que é preenchida e dada a forma da peça manualmente, sem o auxílio da linha mecanizada descrita anteriormente.

O processo de moldagem manual em areia fenólica ocorre através da entrada de matéria-prima para a fusão do ferro e para a preparação da forma da peça na modelaria. A diferenciação dos outros processos ocorre pelas matérias-primas da preparação da areia fenólica, que envolve a mistura, em outro equipamento misturador, da resina fenólica ligante e catalisadores para acelerar o processo de endurecimento do molde. Posteriormente, o processo se assemelha com os outros dois descritos anteriormente, porém o resíduo de areia fenólica e Shell (areia dos machos) são dispostos no pátio da empresa, e posteriormente enviados para aterro industrial. Com o funcionamento do regenerador de areia fenólica apresentado anteriormente, apenas o resíduo Shell, varrição e outros excedentes de areia e acabamento das peças são dispostos.

A primeira etapa do Programa de Produção mais Limpa foi de conhecimento do processo produtivo da empresa onde se realizou o levantamento e a quantificação das entradas e saídas de todo o processo. Com a ajuda dos dados obtidos nesta etapa, elaborou-se o plano de gerenciamento de resíduos e o inventário dos aspectos e impactos ambientais da empresa. Também nesta fase do projeto, foi realizada uma série de treinamentos com colaboradores e gerência, primeiramente sobre conceitos ambientais gerais através de sensibilizações e exposições de casos reais, sendo posteriormente introduzidos conceitos específicos para a implantação de um Programa de Produção mais Limpa. Os treinamentos tiveram boa aceitação e receptividade por parte dos colaboradores e gestores, sendo treinados 53 colaboradores que representaram 78% do total de colaboradores que trabalharam na empresa neste período. Esse percentual é relativamente baixo para uma empresa deste porte, porém deve-se considerar a rotatividade característica do setor, onde colaboradores foram desligados das atividades da empresa neste período, o que impede que os colaboradores tenham continuidade dentro do escopo do Programa de Produção mais Limpa. Outra questão importante é a presença de colaboradores que foram contratados após a realização dos treinamentos, o que pode resultar em colaboradores trabalhando na empresa sem o conhecimento pleno da ferramenta, o que evidencia a necessidade da repetição destas capacitações em vários momentos ao longo da implementação.

A segunda etapa, na qual este trabalho se foca, consiste na continuidade da implantação do programa de Produção mais Limpa através da proposição de idéias e sugestões.

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,<sup>(7)</sup> 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, porém isso pode ser confirmado especificamente através da mensuração das quantidades de resíduos sólidos, emissões atmosféricas e efluentes líquidos reduzidos com o total de sugestões implementadas, observando a efetividade das mesmas em relação à prevenção da poluição. Também com esse propósito, as sugestões foram mensuradas e classificadas, sendo apresentada na Tabela 3 a compilação dos ganhos ambientais e indicadores envolvidos em 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 n° 1 (modificação tecnológica) - setor de fusão: troca de tecnologia de fusão – substituição de forno rotativo a óleo por forno elétrico a indução;
- sugestão n° 2 - setor de moldagem manual: troca dos misturadores do tipo Simpson para misturador automático;
- sugestão n° 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 1.** Resumo dos ganhos ambientais e indicadores obtidos com as melhorias de P+L

Sugestões	Benefício Ambiental Anual	Indicador Ambiental	Material/Equipamento envolvido
1	35.250 Kg	5	Emissões Atmosféricas (CO <sub>2</sub> e SO <sub>2</sub> ) e Escória
2	17.730 Kg	5.5	Areia Fenólica preparada
3	258.235 Kg	1.5	Areia Verde preparada
4	219.277,9 Kg	1.5	Areia Verde preparada
5	Troca de peças/manutenção	1.5	CNC
6	7.000 Kg	5.5	Ferro Gusa/Sucata
7	108.000 Kg	1.5	Areia Base
8	3.800 Kg	5.5	Areia Fenólica preparada
<b>TOTAL</b>	<b>649.292,9 Kg</b>		

Dentro de uma série de materiais e equipamentos que foram envolvidos nas modificações, é possível notar o expressivo ganho ambiental quando os mesmos são extrapolados para uma escala anual, 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.<sup>(7)</sup> 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 oriundos 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](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L10165.htm). Acessado em 10/10/2011.
- 2 ESTAL/MME - Projeto de assistência técnica ao setor de energia/ Ministério de Minas e Energia. Produto 35, Cadeia da Fundição - Relatório Técnico 61, Perfil da Fundição (2009). Disponível em: [http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano\\_duo\\_decenal/a\\_transformacao\\_m\\_ineral\\_no\\_brasil/p35\\_rt61\\_perfil\\_da\\_fundixo.pdf](http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_transformacao_m_ineral_no_brasil/p35_rt61_perfil_da_fundixo.pdf). Acessado em 10/10/2011.
- 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 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.
- 7 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.