

IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA: ESTUDO DE CASO- INDÚSTRIA DE FUNDIÇÃO METALÚRGICA LORSCHETTER LTDA¹

Lisiane Kleinkauf Rocha²
Andreas de La Martinière Petroll³
Rodrigo Gaspar⁴
Feliciane Andrade Brehm⁵
Ana Cristina Garcia⁶
Carlos Alberto Mendes Moraes⁷

Resumo

A indústria, atualmente, vem buscando a partir de exigências, sejam elas de mercado, ou de órgãos de proteção ao meio ambiente, melhorias quanto ao impacto ambiental gerado pelo seu processo produtivo. Neste sentido, várias metodologias de gerenciamento ambiental vêm sendo incorporadas à rotina de produção. Uma destas metodologias é o Programa de Produção mais Limpa, definido pela UNIDO/UNEP, órgão das Nações Unidas. Este trabalho explora a aplicação de conceitos desta metodologia, de percepção ambiental, de um diagnóstico ambiental qualitativo dos processos e da avaliação das entradas e saídas de cada etapa de processos de fabricação existentes na empresa de fundição Indústria Metalúrgica Lorscheitter Ltda. Esta etapa inicial buscou identificar aspectos e impactos ambientais, sugerindo oportunidades de melhorias que visem eliminar ou minimizar os impactos. O presente estudo colabora na percepção, visualização e identificação de causas de geração de resíduos negativamente impactantes sob a ótica ambiental e econômica. Apresentam-se sugestões de melhorias baseadas em algumas ferramentas de produção mais limpa, como boas práticas operacionais, minimização de resíduos, redução na fonte, modificações de processo, segregação de resíduos, entre outras.

Palavras-chave: Fundição; Percepção ambiental; Minimização; Produção mais limpa.

IMPLEMENTATION OF SOME CLEANER PRODUCTION METHODOLOGY TOOLS – CASE STUDY: FOUNDRY COMPANY METALÚRGICA LORSCHETTER LTDA

Abstract

Nowadays, the industry has been decreasing, because of the market pressure or the society through state environmental protection agencies or non-governmental organizations, the environmental impact of their processes. As a result of that, the application of several methodologies of environmental management has been incorporated in production routine. One of those methodologies is the Cleaner Production Program, which was defined by UNIDO/UNEP from United Nations. This work explores the application of Cleaner Production concepts in the foundry sector, specifically, the Company Metalúrgica Lorscheitter Ltda, considering all sectors of the production, using the environmental perception and the evaluation of the in and outs of each step of the production process. This first stage of the cleaner production implementation was carried out to identify the environmental aspects and impacts, already suggesting opportunities to eliminate or minimize such impacts. The present investigation collaborates in the visualization and identification of the causes of waste generation and its negative impacts on the environmental, technical and economical point of view, presenting suggestions based on cleaner production tools, such as good housekeeping, waste minimization, and waste segregation.

Key words: Foundry; Environmental perception; Minimization; Cleaner production.

¹ Contribuição técnica apresentada na 61º Congresso Anual da ABM, de 24 a 27 de julho de 2006, Rio de Janeiro – RJ

² Administradora, pesquisadora Núcleo de Caracterização de Materiais - Universidade do Vale do Rio dos Sinos/UNISINOS. Av. Unisinos, 950 São Leopoldo – RS, Brasil, CEP 93022-000. lisiane.rocha@terra.com.br

³ Eng. Produção, ex-aluno de graduação – Engenharia de Produção, Universidade do Vale do Rio dos Sinos/UNISINOS. e-mail: andreaslmp@yahoo.com.br

⁴ Aluno de Graduação – Engenharia Mecânica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos/UNISINOS e Estagiário Metalúrgica Lorscheitter Ltda rccgaspar@terra.com.br

⁵ Profa. Dra. - Engenharia Mecânica - Núcleo de Caracterização de Materiais felicianeb@unisinos.br

⁶ Profa. Ms. Instituto Ciências Exatas e Tecnológicas Feevale-NH; Pesquisadora NITECGA/EA/UFRGS e NucMat/UNISINOS felicianeb@unisinos.br

⁷ Membro da ABM, Prof. Dr. - Engenharia Mecânica - Núcleo de Caracterização de Materiais - Universidade do Vale do Rio dos Sinos/UNISINOS cmoraes@unisinos.br

1 INTRODUÇÃO

Os intensos avanços tecnológicos e o crescimento da atividade econômica baseada na industrialização e no agronegócio, nos últimos séculos, vêm degradando ecossistemas importantes em todo o planeta.

Sabe-se que as atividades industriais são responsáveis por uma das maiores parcelas de poluição, reconhecendo os impactos ambientais negativos atribuídos principalmente às suas atividades econômicas. Busca-se alterar sua forma de gestão incluindo também o conceito de qualidade do meio ambiente. Este interesse por parte dos setores industriais não se dá apenas devido às questões sociais, mas a adição de conceitos ambientais nas suas atividades torna-se estratégico para a sobrevivência da organização. Além disso, é crescente o número de consumidores que buscam mais informações da atuação ambiental das empresas ao adquirirem produtos e serviços ambientalmente corretos, mesmo que estes custem mais e não apresentem algumas características de produtos tradicionais, promovendo assim, o consumo sustentável.

Até as décadas de 1950 e 1960 as questões ambientais nas indústrias eram caracterizadas pela inexistência quase total de responsabilidade com o seu impacto ambiental, e pela disposição dos resíduos e emissões na água, na atmosfera e nos solos. Nas décadas de 1970 e 1980, conceitos de tratamento de resíduos foram incorporados por diversas indústrias, principalmente para o cumprimento de normas ambientais, surgindo uma abordagem de Fim-de-Tubo. Esta abordagem concentra-se em tratar os resíduos gerados nos processos de uma organização (comumente misturados), antes de ultrapassarem os limites físicos da organização, mas depois de gerados.⁽¹⁾ Nesse sentido, foram instalados centros de tratamento de resíduos que possuem custos de instalação e operação consideráveis, contribuindo de forma limitada para a redução dos impactos ambientais negativos dos resíduos gerados.

A partir da década de 1990, os conceitos de prevenção da poluição vêm crescendo nas indústrias, devido a diversos fatores, configurando assim uma atitude pró-ativa.⁽¹⁾ Neste sentido, surge a abordagem da produção mais limpa, que é uma abordagem mais complexa, pois visa reduzir os impactos ambientais negativos e de custos elevados em toda a empresa, através da análise das causas da geração de resíduos e a alteração dos processos geradores destes. Esta abordagem envolve uma série de etapas para sua implementação, como pode ser visualizado na Figura 1 baseado na metodologia desenvolvida pela UNIDO/UNEP e adotada no Brasil pelo CNTL.⁽²⁾

O presente trabalho visa discutir a seguinte questão: como reduzir os impactos ambientais adversos de uma empresa do setor de fundição? Baseando-se na metodologia de implantação de programas de produção mais limpa sugerida pela UNIDO/UNEP das Nações Unidas e aplicada no Brasil pelo CNTL SENAI-RS, buscou-se inserir este conceito, porém, iniciando a metodologia de forma a adequar-se com a realidade do setor de fundição. Mais especificamente, a empresa de fundição Indústria Metalúrgica Lorscheitter Ltda foi estudada, para a qual sugeriram-se assim opções de produção mais limpa. Neste trabalho serão abordados alguns aspectos relacionados às primeira e segunda etapas mostrada na Figura 1, que foram adaptadas de acordo com a realidade da indústria estudada. Comparando-se com a metodologia apresentada nas duas primeiras etapas da Figura 1, o estudo partiu do comprometimento da alta administração. A seguir foi elaborado um diagnóstico ambiental qualitativo baseado na

percepção ambiental dos pesquisadores envolvidos, na construção de fluxogramas das várias etapas do processo de fundição e em diagramas de blocos para visualizar a geração de resíduos, em cada uma destas etapas. Além disso, foi sugerida uma série de melhorias fundamentais para se poder planejar o sistema de gestão ambiental.

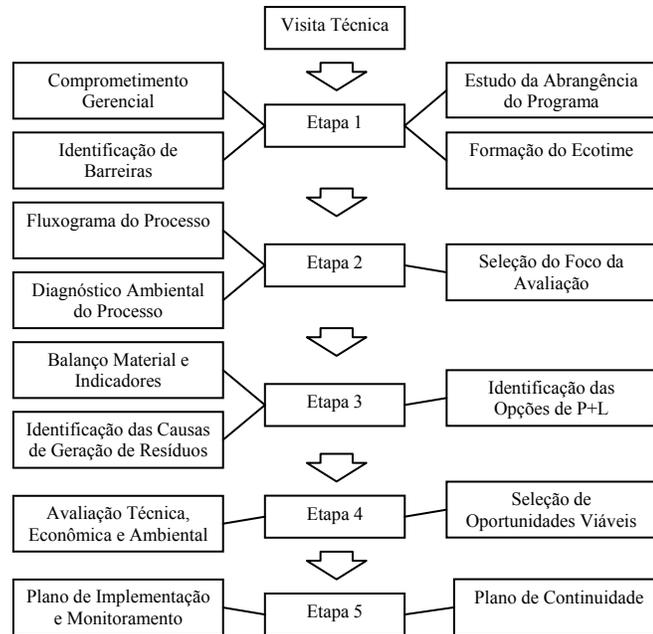


Figura 1. Etapas e sub-etapas para a implementação de um programa de P+L. Fonte: (CNTL/SENAI-RS/UNIDO/UNEP, 2003) ⁽²⁾

2 INDÚSTRIA METALÚRGICA LORSCHETTER LTDA

Empresa de pequeno porte, com aproximadamente 40 funcionários, localizada no município de São Sebastião do Caí, cerca de 50 km de Porto Alegre, foi fundada em 1998, após a compra de uma antiga fundição que já existia no local.

Operando, hoje, praticamente, com toda a sua capacidade, produz peças de ferro fundido nodular e cinzento, grandes e pequenas, atendendo a diversos setores.

Desde a aquisição até os dias de hoje, várias mudanças já ocorreram, principalmente voltadas para a Qualidade. Junto com essas mudanças, veio a preocupação com o desperdício de matéria-prima e a grande quantidade de resíduos sólidos gerados pela empresa. Na Figura 2 é apresentado o lay-out da empresa quando iniciado o estudo (junho/2005). Como pode ser visto, ela apresenta os seguintes setores: modelaria, moldagem de areia verde e silicato/CO₂, macharia, fusão, acabamento e manutenção. Considerou-se a área destinada à fundição, como foco do presente trabalho.

3 VISITA TÉCNICA E REUNIÃO COM ALTA ADMINISTRAÇÃO

Já na primeira visita à empresa e reunião com a alta administração identificaram-se vários pontos positivos para uma futura implementação da metodologia de produção mais limpa, sendo o principal deles – o total comprometimento da alta administração.

Visando essa problemática, a gerência entende que se os processos forem revisados e melhorados, é possível diminuir os excessos, tanto do uso inadequado de matéria-prima, quanto dos resíduos. Por conseguinte, a empresa também entende que pode ser lucrativa (do ponto de vista econômico e ambiental) a reciclagem e reuso dos seus resíduos, principalmente, da areia usada de fundição.

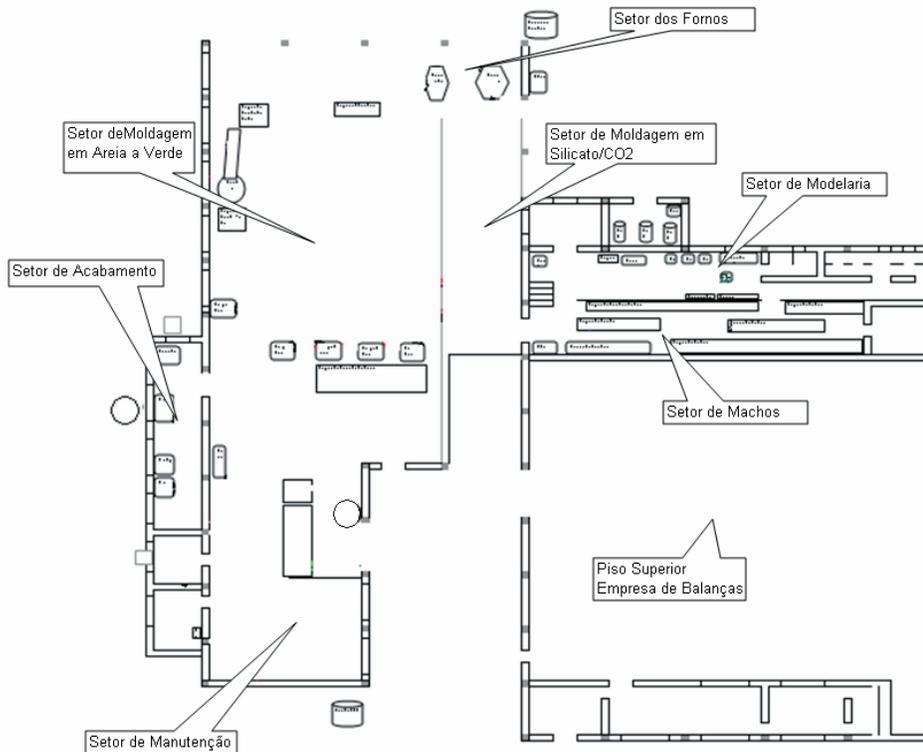


Figura 2. Lay-out da empresa de fundição.

Foram estas, as percepções repassadas pela gerência ao grupo de pesquisa (NucMat) na primeira reunião para estabelecimento da metodologia de pesquisa com vistas à implementação de produção mais limpa. O comprometimento da alta administração foi o primeiro passo para iniciar o trabalho de identificação da problemática ambiental da empresa. Neste sentido, ao contrário da metodologia apresentada pelo CNTL na Figura 1, onde se partiria, ainda na etapa 1, para a identificação de barreiras, abrangência do estudo e formação de ecotime, os pesquisadores realizaram uma outra dinâmica introduzindo o conceito de Percepção Ambiental.

Na Percepção Ambiental o indivíduo percebe, reage e responde diferentemente frente às ações sobre o meio. As respostas ou manifestações são resultado das percepções, dos processos cognitivos, julgamentos e expectativas de cada indivíduo. Embora nem todas as manifestações psicológicas sejam evidentes, são constantes, e afetam nossa conduta, na maioria das vezes, inconscientemente.⁽³⁾ As formas de se estudar a percepção ambiental são muitas como questionários, mapas mentais ou contorno, representação fotográfica, entre outras.

Na primeira etapa do trabalho utilizou-se da representação fotográfica como principal ferramenta para se iniciar a avaliação dos aspectos e impactos ambientais da empresa. Aliado a isto durante as visitas, questionamentos informais junto aos

funcionários e alta administração contribuíram para a formulação de um diagnóstico ambiental da empresa como um todo. Não foi definida uma abrangência específica, inicialmente, pois foram consideradas as seguintes características do setor e da empresa:

- Fundição, setor considerado extremamente poluidor onde muitos dos resíduos são gerados para se produzir produtos de qualidade aceitável no mercado, portanto esta é uma premissa encarada como barreira para qualquer mudança. Além disso, muitas vezes as empresas não percebem alternativas de prevenção ou minimização, em função de uma cultura formada de muitas décadas.
- O desenvolvimento tecnológico deste setor tem sido muito lento, por motivos de mercado, onde a exigência de qualidade ainda, em muitos casos, não é o fator preponderante e sim o baixo custo de fabricação.
- Setor de altíssima rotatividade de funcionários, muito em função das condições insalubres e de baixa exigência de mão-de-obra especializada.
- A empresa em questão é de pequeno porte, sem condições de investimento tecnológico maciço para se adequar às exigências ambientais.
- A empresa ainda não tinha nenhum sistema de controle regular da produção com históricos, muito menos da sua geração de resíduos, ou seja, nenhum tipo de gerenciamento de resíduos formal com exceção de alguma informação referente ao uso de E.P.I e lixeiras para segregação de resíduos como se pode observar na Figura 3.



Figura 3. Informação sobre uso de E.P.I e lixeiras para segregação de resíduos dispostas de forma inadequada.

Foi observado ao final desta primeira etapa, que realmente existe um grande interesse da alta administração em implementar uma gestão ambiental adequada, dentro da idéia de melhoria contínua, como se propõe na metodologia de produção mais limpa, mas muitas barreiras da rotina de trabalho deverão ser modificadas.

4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA EMPRESA

A partir de visitas técnicas feitas pelos membros do Nucmat/Unisinos, foi feito um levantamento dos principais resíduos sólidos gerados em todos os processos da fundição. A problemática maior está nas areias utilizadas, o que não difere da

problemática de todas as empresas deste segmento. Segundo Mariotto (4), estima-se que mais de 80% das peças fundidas produzidas, utilizam moldes feitos de areia aglomerada/ligada (processos de moldagem a verde, silicato/CO₂, cura a frio, caixa fria, entre outras), sendo o aglomerante mais comum a argila (moldagem em areia verde), que é empregada para confeccionar os moldes, dando forma às faces externas das peças fundidas. Devido a grande produção, somente no Brasil, todo ano são descartadas cerca de 2 milhões de toneladas de areia usada, o que corresponde a três quartos do total de resíduos sólidos gerados pela indústria de fundição.^(5,6)

A fundição estudada utiliza em seus processos de moldagem de peças menores, areia do tipo Areia Verde. Esta areia já é reutilizada pela empresa, porém sem nenhum tipo de recuperação, o que não implica em impossibilidade de reuso, mas, a qualidade das peças de metal fundido nesses moldes pode ficar um pouco prejudicada, visto que restos de metais permanecem na areia, e, principalmente, a incidência de maior quantidade de finos de areia.

Nos processos de macharia e moldagem de peças maiores (manual), o tipo de areia utilizada é a Areia Silicato/CO₂, cujo resíduo gerado é considerado o principal resíduo sólido desta empresa.

Portanto um diagnóstico ambiental qualitativo foi realizado, visando a problemática dos resíduos, que, no entendimento da empresa, deveria ser o primeiro passo do estudo, considerando a empresa como um todo mesmo sabendo previamente que por suas características de produção, já mencionadas, a areia usada é o resíduo mais gerado. Em função da percepção ambiental da equipe em várias visitas técnicas realizadas e tomando como base normas técnicas ambientais para classificação de resíduos,⁽⁷⁾ norma técnica para implementação de sistema de gestão ambiental,⁽⁸⁾ e resoluções do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) realizou-se assim, o diagnóstico ambiental qualitativo da empresa. A Tabela 1 apresenta alguns aspectos e impactos ambientais observados a partir dos registros fotográficos típicos de uma indústria de fundição. A partir desta visualização, discutiu-se a problemática com a alta administração, cujo comentário foi altamente conclusivo para a eficiência da ferramenta de registro fotográfico *“a gente se acostuma com o ambiente de trabalho e não percebe tantos detalhes relacionados à questão ambiental e da própria segurança e saúde dos envolvidos”*.

Os aspectos mencionados na Tabela 1 estão relacionados à redução na fonte, minimização, reciclagem interna, segregação de resíduos e reciclagem externa, parâmetros fundamentais a serem considerados quando da implementação de produção mais limpa. Com relação, especificamente, ao item 1 da Tabela 1, areia usada do processo silicato/CO₂, nitidamente o maior problema ambiental da empresa, vem sendo estudado o processo de regeneração deste resíduo acumulado, tanto térmico quanto mecânico, e o uso de outro processo de moldagem – cura a frio com resina furânica - que tem melhor possibilidade de regeneração tanto técnica quanto ambientalmente melhor que o resíduo do processo em uso atualmente.

Foram ainda identificados outros 35 aspectos de pequeno ou grande porte relacionados a todas as etapas do processo de fabricação, que estão sendo quantificados para avaliar sua relevância e prioridade ambiental. A relação destes aspectos com as etapas de produção está distribuída da seguinte forma: 9 na fusão, 8 na macharia, 8 na moldagem, 6 na rebarbação e 4 distribuídos por todos os setores.

Tabela 1. Alguns aspectos e impactos ambientais percebidos.

Aspecto Ambiental	Origem do resíduo	Impacto Ambiental Potencial	Observação	Melhorias
1. Acúmulo de Areia usada Silicato/CO₂ no pátio da empresa	atividades de desmoldagem de machos e moldes que utilizam esta areia.	contaminação de águas superficiais; contaminação do solo; potencial de desperdício de recursos naturais; impacto indireto sobre entorno (terrenos vizinhos).	Este resíduo está sendo armazenado para a busca de solução para recuperação ou regeneração, e posterior reutilização	Formação de pilha para quantificação da geração de areia usada (passivo) e melhor avaliação de sua reciclagem
2. Lâmpadas fluorescentes usadas	uso interno nos diversos departamentos da empresa.	contaminação do solo; risco à saúde e seg. ocupacional; contaminação /transformação de todos os demais resíduos que estão em contato direto, em resíduos Classe I.	Lâmpadas fluorescentes, contendo mercúrio são consideradas resíduo Classe I (7) e estão dispostas e armazenadas de forma inadequada, contrariando resolução CONAMA 257/1999.	Acondicionamento em caixas adequadas e repasse para empresa especializada.
3. Escórias de forno	removido do interior do forno após a fusão do metal.	contaminação do solo e águas superficiais; contaminação de composição de resíduo areia.	Acúmulo de resíduo escória de forno (inerente ao processo de fusão) misturada com a areia de fundição.	Coleta em recipiente adequado e venda como matéria-prima rica em ferro
4. Acúmulo de sucata e moldes grandes no pátio	sucata comprada não utilizada no forno; maquinário e peças não mais utilizadas; moldes grandes sem local para armazená-los dentro da empresa.	contaminação do solo e águas superficiais; potencial de desperdício de recursos naturais e minerais.	Armazenamento de sucata, misturada com areia usada de fundição, a céu aberto. Ocorre oxidação do material, diminuindo seu valor e aplicabilidade (no caso da sucata).	Venda de material excedente sem utilização na fundição e acondicionamento em galpão coberto de sucata para fusão.

A partir da percepção ambiental da equipe, primeiramente, se listou os resíduos gerados, conforme Tabela 2, onde se exemplificam alguns deles. A partir destas constatações, passou-se a estudar os processos e criar diagramas de blocos para todas as etapas de processo considerando entradas e saídas de matéria-prima, e insumos; produtos e resíduos, respectivamente, como é exemplificado na Figura 4 para o caso do processo de moldagem em areia verde.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento dos trabalhos de percepção e elaboração do diagnóstico ambiental da empresa, o NucMat foi, desde o início dos estudos, propondo algumas sugestões de melhorias, dentro da concepção da P+L, visto que a gerência estava comprometida com o estudo e aguardando por essas sugestões. Embora o manual da UNIDO/CNTL indique que esta ação deva ocorrer somente a partir da terceira etapa, constatou-se que, nesta empresa em particular, carente de ações rápidas de melhorias ambientais e econômicas, adaptações foram feitas.

Tabela 2. Panorama inicial dos resíduos sólidos da empresa.

TIPO DE RESÍDUO	ACONDICIONAMENTO	DESTINO INTERNO	DESTINO FINAL
Areia Verde	A granel ou espalhada pelo chão	Reaproveitamento de parte do resíduo, demais fica espalhado pelo chão	Não há
Areia Silicato de Sódio	A granel ou espalhada pelo chão	Empilhada no pátio da empresa	Não há
Escória de forno	Em tonéis	Pátio da empresa	Venda para sucateiro
Macho Shell usado	Em tonéis	Depósito coberto	Não há
Óleo Usado	Em tonéis	Depósito coberto	Venda para recuperação
Graxas	Em tonéis	Depósito coberto	Venda para reuperação
Embalagem de Silicato Sódio	A céu aberto	Pátio da Empresa	Não há
EPI's	Não há	Lixo comum	Lixão Municipal
Embalagens Papelão	Não há	Baia para papelão	Venda para papeleiros
Embalagem Plástico	Não há	Baia para plástico e lixo comum	Lixão Municipal
Embalagem Metal	Não há	Baia para plástico e lixo comum	Lixão Municipal

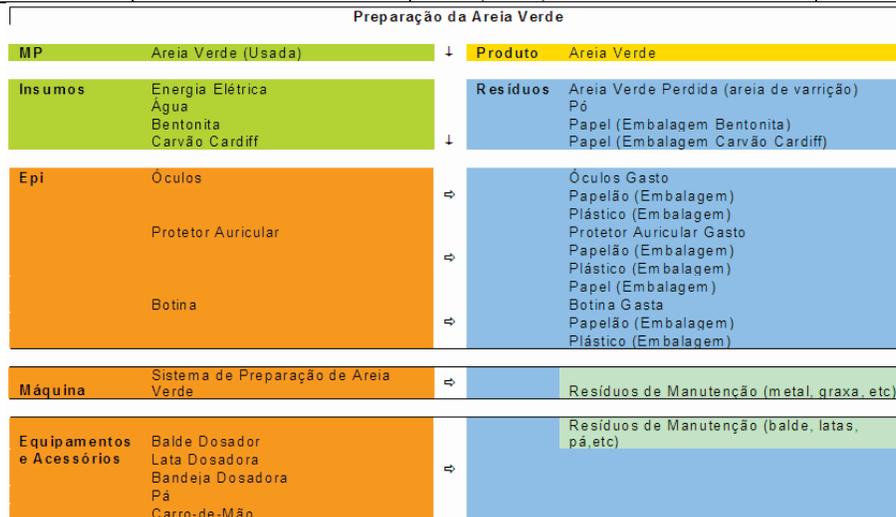


Figura 4. Exemplo de Diagrama de blocos - Preparação de Areia verde no processo de moldagem.

Para uma empresa que necessita de mudanças rápidas, como nesse caso, à medida que, as percepções eram registradas, as correções eram em alguns casos imediatas. As boas práticas estavam dentro de um espectro amplo incluindo desde aspectos muito simples (segregação de resíduo de escritório) a aspectos que exigem pesquisa e mudanças de processo (caso da areia usada do processo de moldagem silicato/CO₂).

Algumas dessas sugestões já estão sendo implantadas, visto que são práticas, fáceis e baratas para a empresa, e os resultados são satisfatórios tanto para a empresa como para o desenvolvimento do estudo, principalmente, no que diz respeito à conscientização ambiental dos funcionários.

Como um exemplo positivo dessas mudanças, a empresa, para estimular os funcionários a segregarem o resíduo, resolveu mostrar que o “lixo-resíduo” pode trazer ganhos econômicos.

Como passo inicial vendeu uma quantidade de papelão que estava estocada e reverteu o ganho para os funcionários. Com esta ação, passou para eles, a responsabilidade de cuidar da separação, armazenamento e venda do resíduo. Em alguns meses, os funcionários arrecadaram um valor considerável. Agora eles trazem até resíduos recicláveis de casa para depositar nos tonéis da empresa.

Outro resultado positivo percebido, já no começo do estudo, é o senso de organização que a empresa passa a ter com a presença dos pesquisadores no local. Notou-se um desejo da empresa em “arrumar a casa”. A empresa passou a perceber a necessidade de quantificação de insumos, matérias-primas, desperdícios. Houve o comprometimento da gerência com a informação de dados da situação atual com plena abertura para os pesquisadores obterem os dados necessários.

Enfim, pode-se constatar que a aplicação de ferramentas da metodologia de P+L, baseada na percepção ambiental do grupo NucMat e, adaptada para a realidade desta empresa e considerando o setor de fundição, está obtendo resultados satisfatórios com ganho ambiental e econômico. Contudo, uma das grandes vantagens percebidas neste estudo, foi a transformação da consciência ambiental das pessoas que interagem com as mudanças, desde o funcionário de menor responsabilidade até o gerente que reconhece a problemática ambiental, mas não percebia antes como resolvê-la efetivamente. E essas boas práticas se tornam extensivas ao ambiente de cada pessoa que participa, direta ou indiretamente, das mudanças positivas que o conceito e aplicação da ferramenta P+L trás.

Agradecimentos

À empresa Metalúrgica Lorscheitter Ltda, pela completa confiança em disponibilizar sua empresa para o presente estudo; à FAPERGS pelo apoio financeiro ao projeto e aos bolsistas BIC, BET e BIT envolvidos nas pesquisas.

REFERÊNCIAS

- 1 KIPERSTOK, Asher *et al.* **Prevenção da poluição**. Brasília: SENAI/DN, 2002.290p.
- 2 CNTL. **Implementação de programas de produção mais limpa**. Porto Alegre, CNTL/SENAI-RS/UNIDO/UNEP, 2003.42 p.
- 3 FAGGIONATO, S. **Percepção Ambiental** – Material de Apoio, situado no site: <http://educar.sc.usp.br>, acesso em fevereiro/2006.
- 4 MARIOTTO, C.L. **Regeneração de areias: uma tentativa de discussão sistemática**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. São Paulo. 2000.
- 5 MARIOTO, C.L.; BONIN, A.L. **Tratamento dos descartes de areia**. Revista Fundição e matérias-primas. mar/abr. 1996. p.28-32.
- 6 ABIFA – Associação Brasileira de Fundição. Workshop sobre descartes de areia de fundição – **Plano integrado para tratamento dos descartes de areia de fundição**. São Paulo. Mai. 1996.
- 7 ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004 – Resíduos Sólidos – Classificação**. Setembro, 2004, 33p.
- 8 ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14.001: sistema de gestão ambiental – especificações e diretrizes para uso**. Rio de Janeiro, 2004.