

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DO PROGRAMA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA GESTÃO DE RESÍDUOS DE UMA FUNDIÇÃO

Carlos Alberto Mendes Moraes ¹

Rodrigo Gaspar ²

Lisiane Kleinkauf Rocha ³

Feliciane Andrade Brehm ⁴

Ana Cristina Garcia ⁵

Resumo

A indústria atualmente vem buscando, a partir de exigências, sejam elas de mercado, ou de órgãos de proteção ambiental, melhorias quanto ao impacto ambiental gerado pelo seu processo produtivo. Neste sentido, várias metodologias de gerenciamento ambiental vêm sendo incorporadas à rotina de produção, onde uma destas metodologias é o Programa de Produção Mais Limpa (P+L). Neste trabalho, é avaliada a geração de diferentes resíduos gerados em fundições, tomando como base uma empresa gaúcha de pequeno porte, que não possui um gerenciamento de resíduos estabelecido. É apresentado um diagnóstico ambiental da geração de diversos resíduos e medidas iniciais tomadas para sua minimização. Avalia-se como ferramentas P+L tendem a se tornar específicas para cada empresa e aplicadas de formas diferenciadas. O presente estudo colabora na percepção, visualização e identificação de causas de geração de resíduos potencialmente impactantes sob as ópticas ambiental e econômica. Apresentam-se sugestões de melhorias baseadas em boas práticas operacionais, minimização e segregação de resíduos, entre outras.

Palavras-chave: Fundição; Minimização; Resíduos; Produção mais limpa.

APPLICATION OF CLEANER PRODUCTION PROGRAM TOOLS IN THE WASTE MANAGEMENT OF A FOUNDRY COMPANY

Abstract

Nowadays, the industry is trying to minimize the environmental impact of their processes because of the market pressure or the society through state environmental protection agencies or non-governmental organizations. 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. It is carried out an evaluation of the different waste generation in foundry based on a small Company of the Rio Grande do Sul State, which does not have an established environmental management. 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; Minimization; Waste; Cleaner production.

I 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. Busca-se, no meio industrial, 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 estratégica 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.

¹ Membro da ABM, Prof. Dr. - Engenharia Mecânica - Núcleo de Caracterização de Materiais - Universidade do Vale do Rio dos Sinos/UNISINOS. Av. Unisinos, 950 São Leopoldo - RS, Brasil, CEP 93022-000 (cmoraes@unisinos.br)

² Aluno de Graduação - Engenharia Mecânica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos/UNISINOS

³ Administradora, pesquisadora Núcleo de Caracterização de Materiais - Universidade do Vale do Rio dos Sinos/UNISINOS

⁴ Profa. Dra. - Engenharia Mecânica - Núcleo de Caracterização de Materiais - Universidade do Vale do Rio dos Sinos/UNISINOS

⁵ Profa. MC.; Pesquisadora NITECGA/EA/UFRGS e NucMat/UNISINOS.

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 um enfoque mais complexo, pois visa reduzir os impactos ambientais negativos e de custos elevados em toda a empresa, pela análise das causas da geração de resíduos e a alteração dos processos geradores destes. Esta abordagem envolve uma série de etapas para sua implementação, baseada na metodologia desenvolvida pela Unido/UNEP e adotada no Brasil pelo CNTL.⁽²⁾

Esta mudança de paradigma traz uma série de premissas, ou fatores que levaram a esta mudança de visão. Uma delas é a pressão do mercado externo, que se não é ainda um fator de pressão direta sobre a maioria das fundições, em função de serem de pequeno porte, mas indiretamente o mercado interno o faz a partir de empresas âncoras que exportam, exigindo cada vez mais adequação ambiental deste setor. Outro fator que vem exercendo pressão sobre as empresas de fundição são ações dos órgãos ambientais, que passam a conhecer cada vez melhor os processos de fabricação de fundidos, encaminhando questionários bastante completos para balizar sua fiscalização, além da exigência de cadastramento pelo Ibama, por intermédio do CTF/CTFA (Cadastro Técnico Federal). Neste contexto, que está hoje bastante ligado ao aumento de competitividade do setor de fundição, várias instituições vêm agregando esforços junto ao setor no sentido de buscar melhorias. Uma delas é o Sebrae-RS, em que junto com apoiadores dos setores industrial (Senai) e universitário (Unisinos), vêm com o projeto Fundi-RS, na região do Vale do Rio dos Sinos, atraindo as fundições de pequeno e médio portes para encarar o desafio da melhoria contínua, seja no âmbito da gestão ambiental, como também envolvendo a gestão de negócios e tecnológica.⁽³⁾ Também, a Associação Brasileira de Empresas de Fundição – Abifa, a Associação Brasileira de Materiais – ABM e a Associação Brasileira de Alumínio – ABAL – colocam na ordem do dia a questão ambiental como fundamental para o crescimento do setor.

Dalquist e Gutowski⁽⁴⁾ estudaram a análise de ciclo de vida de fundição com processo de moldagem em areia verde e concluíram que, em função deste processo continuar sendo significativo na produção de fundidos, seus impactos ambientais devem ser melhor entendidos para surgir possibilidades entre o processo convencional e novas técnicas de produção. Embora seja um processo bastante dependente de energia e materiais, novos processos para

o mesmo produto final podem reduzir o impacto ambiental. Além disso, a indústria de fundição tem seu crédito também, pela reciclagem interna de areia regenerada, a reciclagem externa no final de vida desta areia para fabricação de concreto – por exemplo, e a reciclagem de materiais (sucata) no processo de fusão.

O presente trabalho visa discutir a seguinte questão, baseando-se em algumas ferramentas da metodologia de implantação de programas de produção mais limpa: *Como reduzir os impactos ambientais adversos de uma empresa do setor de fundição?* Busca-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 (sem nenhuma gestão de resíduos) que foi estudada, para a qual foi possível sugerir a implantação de algumas ferramentas de produção mais limpa.

2 A EMPRESA

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 o momento, 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. A empresa possui os seguintes setores: modelaria, moldagem de areia verde e silicato/CO₂, macharia, fusão, acabamento e manutenção. Considera-se a área destinada à fundição, como foco do presente trabalho.

3 RESUMO DA PRIMEIRA FASE INTRODUÇÃO DAS FERRAMENTAS DE P+L

Conforme trabalho anterior de Rocha et al.,⁽⁵⁾ inicialmente o grupo de pesquisa realizou reunião com a alta administração estabelecendo critérios, limites e ações para implementar uma forma de gestão ambiental pautada na melhoria contínua.

Nesta etapa, 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;
- 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; e
- 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 Equipamento de Proteção Individual (E.P.I.) e lixeiras para segregação de resíduos.

Nesta primeira etapa, que durou aproximadamente cinco meses durante o ano de 2005, foram realizados vários registros fotográficos com o intuito de mostrar pela percepção ambiental o cotidiano da empresa no que tange sua relação com meio ambiente. A seguir, foi realizado um diagnóstico ambiental qualitativo, estabelecendo em torno de 39 aspectos e impactos ambientais nas diversas etapas do processo. Algumas medidas básicas de melhoria foram sugeridas para a alta administração, e que de imediato geraram ações. Diagramas de bloco foram criados para cada etapa do processo no sentido de identificar, ainda de forma qualitativa, as entradas e saídas de matéria-prima e insumos, e produtos e resíduos, respectivamente, e indicando quais resíduos mais críticos deveriam ser controlados de forma quantitativa.

4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA EMPRESA

A partir de visitas técnicas realizadas 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,⁽⁶⁾ 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 à 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.⁽⁷⁾

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 reciclagem interna, 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, foi realizado um diagnóstico ambiental qualitativo, 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⁽⁸⁾, norma técnica para implementação de sistema de gestão ambiental⁽¹⁰⁾, e resoluções do Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente) realizou-se o diagnóstico ambiental qualitativo da empresa. A Tabela I 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*”.

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.

A partir da percepção ambiental da equipe, primeiramente foram listados os resíduos gerados, conforme se apresenta na Tabela 2, onde se exemplificam alguns deles. A partir destas constatações, passaram-se a estudar os processos e criar diagramas de blocos para todas as etapas de processo considerando entradas e saídas de

Tabela 1. Exemplos de aspectos e impactos ambientais críticos.

Aspecto ambiental	Impacto ambiental potencial	Observação	Melhorias
1. Acúmulo de Areia usada Silicato/CO ₂ no pátio da empresa	Contaminação de águas superficiais e do solo; desperdício de recursos naturais; impacto indireto sobre entorno.	Este resíduo está sendo armazenado para a busca de solução para recuperação ou regeneração, e posterior reutilização.	Formação de pilha coberta (passivo) e melhor avaliação de sua reciclagem
2. Escórias de forno	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
3. Acúmulo de sucata e moldes grandes no pátio	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. Oxidação do material → menor valor e aplicabilidade (no caso da sucata).	Venda de material excelente e acondicionamento em galpão coberto de sucata para fusão.

Tabela 2. Panorama do gerenciamento dos resíduos sólidos da empresa.

Tipo de resíduo	Acondicionamento	Destino interno	Destino final
Areia verde	Molde transportado direto para o <i>shake-out</i> , onde a areia é destorroadada e armazenada em um silo	Areia praticamente toda reaproveitada; os pontos de varrição são na desmoldagem (finos), na preparação (finos) e na moldagem.	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 <i>Shell</i> 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 de sódio	A céu aberto	Pátio da empresa	Não há
EPIs	Não há	Lixo comum, recolhido após uso e armazenadas em caixas	Lixão municipal
Luvras de couro			Retorno ao fabricante

matéria-prima, e insumos; produtos e resíduos, respectivamente, como é exemplificado na Figura 1, para o caso do processo de moldagem em areia verde.

A Figura 2 exemplifica a criação de indicador de desempenho industrial relacionado à geração de escória. Também já se criou indicador de consumo de óleo e oxigênio (fontes de energia para o forno de fusão), apesar de ainda não ser possível avaliar graus de melhorias, com a quantificação, conforme apresentado na Figura 2, pois seria necessário, pelo menos, um ano de medição

de dados. Entretanto, com relação aos dados coletados, demonstra-se que o acompanhamento da quantificação do resíduo escória relacionado à quantidade de fundido bruto, como apresentado nesta figura, deve ser acompanhada de uma avaliação dos históricos de produção no sentido de, por exemplo, identificar os fatores envolvidos na variação acima do dobro da média ocorrida no mês de abril/2006.

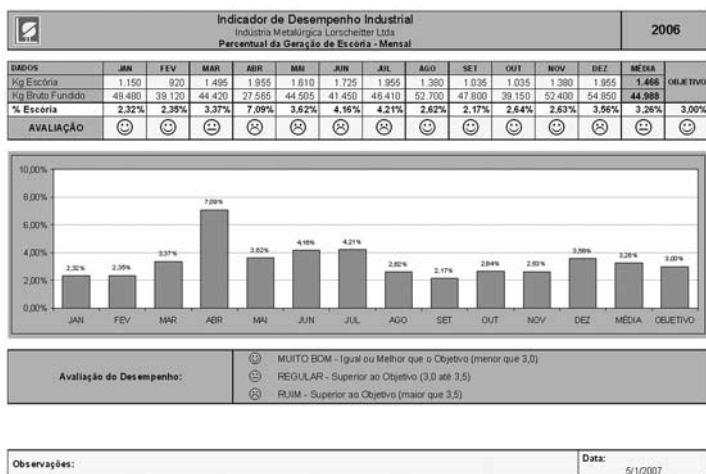


Figura 1. Exemplo de diagrama de blocos – setor de moldagem manual.

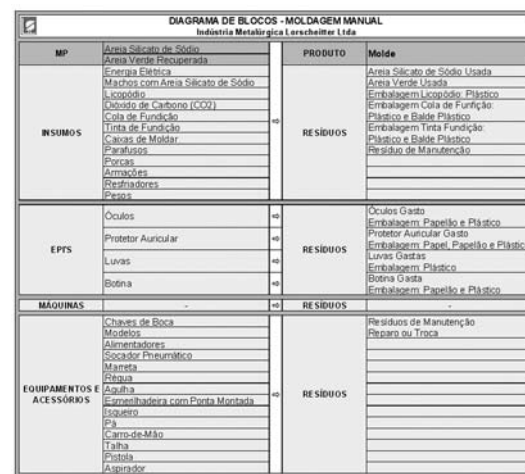


Figura 2. Exemplo de implementação de indicador de desempenho industrial pautado na geração de escória.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento 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, foram realizadas adaptações antecipando etapas.

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. Os resultados são perceptíveis tanto para a empresa como para o desenvolvimento do estudo, principalmente, no que diz respeito à conscientização ambiental dos funcionários.

Talvez, o resultado mais positivo percebido seja o senso de organização que a empresa passa a ter com a presença dos pesquisadores no local. Nota-se um desejo da empresa em “arrumar a casa”. A empresa passou a perceber a necessidade de quantificação de insumos, matérias-primas, desperdícios. Com isso, começou a criar indicadores de desempenho industrial, primeiramente focado na qualidade de seus produtos e, em seguida, voltado também para melhorias ambientais, como a quantificação da escória gerada, sendo possível assim acompanhar e avaliar situações de geração fora da média por mês, tornando-se um indicador também qualidade de processo de fusão.

Agradecimentos

À empresa Metalúrgica Lorscheitter Ltda., pela completa confiança em disponibilizar sua empresa para o presente estudo; a FAPERGS, pelo apoio financeiro ao projeto e aos bolsistas BIC (Bolsa de Iniciação Científica), BET (Bolsa de Estágio Técnico) e BIT (Bolsa de Iniciação Técnica) envolvidos na pesquisa.

REFERÊNCIAS

- 1 KIPERSTOK, A.; COELHO, A.; TORRES, E.A.; MEIRA, C.C.; BRADLEY, S.P.; ROSEN, M. **Prevenção da poluição**. Brasília: SENAI/DN, 2002.
- 2 CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS. **Implementação de programas de produção mais limpa**. Porto Alegre, 2003. 42 p.
- 3 MORAES, C. A. M.; et al. (citar todos os autores). Projeto FUNDI-RS diagnóstico de gestão empresarial, tecnológica, e ambiental como ferramenta para aumento da competitividade no setor de fundição. In: SEMINÁRIO DE FUNDIÇÃO, 6., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABM, 2006. 1 CD-ROM. p. 121-9.
- 4 DALQUIST, S.; GUTOWOSKI, T. Life cycle analysis of conventional manufacturing techniques: sand casting. In: IMECE2004: 2004 ASME INTERNATIONAL MECHANICAL ENGINEERING CONGRESS & EXPOSITION, 2004, Anaheim, California. **Proceedings...** New York: ASME, 2004. p. 1-11.
- 5 ROCHA, L. K.; PETROLL, A. M.; GASPAR, R.; BREHM, F. A.; GARCIA, A. C. A.; MORAES, C.A.M. Implementação de metodologia de Produção Mais Limpa: estudo de caso - Indústria de Fundição Metalúrgica Lorscheitter Ltda. In: CONGRESSO ANUAL DA ABM, 61., 2006, Rio de Janeiro. **Anais...** São Paulo: ABM, 2006. 1 CD-Rom. p. 1801-9.
- 6 MARIOTTO, C.L. Regeneração de areias: uma tentativa de discussão sistemática. **Revista Fundição e Serviços. Caderno Técnico**, v. 33, n. 42, p. A - T, 2000.
- 7 MARIOTO, C.L.; BONIN, A.L. Tratamento dos descartes de areia. **Revista Fundição e Matérias-primas**, v. 12, p.28-32, mar/abr. 1996.
- 8 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- 9 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14.001**: sistema de gestão ambiental – especificações e diretrizes para uso. Rio de Janeiro, 2004.

Recebido em: 27/03/07

Aceito em: 21/11/07

Proveniente de: SEMINÁRIO DE FUNDIÇÃO, 7., 2006, São Paulo, SP. São Paulo: ABM, 2006.