



1st
INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

IV SEMANA PAULISTA DE P+L
CONFERÊNCIA PAULISTA DE P+L

Simulação da Utilização da Metodologia de Produção mais Limpa para Minimização das Emissões de Produtos Orgânicos Voláteis no Setor de Impressão de uma Indústria Gráfica

Maria Bernadete Pinto dos Santos^a e Fátima de Paiva Canesin^b

a. Universidade Federal fluminense, Niterói, Rio de Janeiro.berna@vm.uff.br

*b. Universidade Federal fluminense, Niterói, Rio de Janeiro.
fatimacanesin@yahoo.com.br*

Resumo

The main purpose of this essay was to simulate the application of the methodology of Cleaner Production in the printing sector of a Graphic Industry, located at Rio de Janeiro, Brasil, for the minimization of the emission of organic volatile products. The Cleaner Production program was implemented during a 6 months period, consisting of phases and steps which were established by UNEP. The present study used data of the production of Folder/Sheets, color 1/0, size A4, with a production of 25000 sheets, three times a week, using an Aurélia 500 Bi printer. Environmental diagnosis of the process showed several opportunities of improvement by changing technology and substituting the row materials. A mass balance simulation showed significant reductions in emissions of volatile organic products (90%). The obstacles found within this study were based on lack of budgetary forecast implementation of these changes; an organizational culture not fully directed toward the efficient use of the resources and the difficulty in implantation of projects that generate expenditure increase.

Palavras Chaves: Cleaner Production, Graphyc, Atmosphere Emissions.

1 Introdução

O desenvolvimento sustentável tem se tornado uma questão importante para governos, comunidades e organizações empresariais desde a introdução do seu conceito, em 1987, com a publicação do Relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente denominado "Nosso Futuro Comum" (COMISSÃO...1991). Que já apontava a necessidade da humanidade assumir padrão e consumo sustentáveis.

A mudança da atitude empresarial em relação ao meio ambiente foi uma das transformações mais significativas observadas nos últimos 30 anos. As empresas vêm enfrentando os desafios para um desenvolvimento empresarial sustentável através da melhoria da eficiência dos processos de produção e adoção de sistemas

de gestão ambiental (Mattos, 2003). No primeiro caso as metodologias de Produção mais Limpa são adotadas para economia de energia e matérias primas com geração de menos resíduos e poluição.

De acordo com Mattos (2003) em 1989 o PNUMA lançou o Programa de Produção Mais Limpa, que possibilita às empresas de médio e pequeno portes, fabricarem o mesmo produto utilizando menos energia, menos água, menos matéria prima e, ainda, gerando menos resíduos para tratamento final. A metodologia de Produção Mais Limpa procura atingir o problema de geração de resíduos, efluentes e emissões através da investigação das raízes do problema buscando a prevenção da poluição ao invés da simples concepção de fim de tubo.

A produção de produtos gráficos envolve etapas nas quais são utilizados vários produtos químicos agressivos ao meio ambiente e à saúde do trabalhador. Assim, a questão ambiental e de saúde e segurança devem ser inseridas no contexto empresarial gráfico com adoção de comportamento pró-ativo em relação às questões ambientais e como objeto de avaliação e análise.

O processo em uma indústria gráfica *offset* é constituído de 3 etapas: Pré – Impressão, Impressão e Acabamento. Na etapa de pré-impressão ocorrem as seguintes operações: processamento fotográfico, transferência de imagem para a chapa de impressão, revelação e lavagem da chapa, retoque e envio da chapa para o setor de Impressão.

No processo de Impressão as chapas, reveladas e retocadas na etapa de pré-impressão, são levadas para a impressora e montadas em rolos cilíndricos, onde recebem a tinta e transferem a imagem para o substrato. O rolo com a chapa de impressão roda a alta velocidade, passando primeiro pela solução de molha e depois pelo tinteiro. As zonas de não-imagem da chapa absorvem a solução de molha e tornam-se repelentes à tinta enquanto que as zonas de imagem da chapa absorvem a tinta, de base orgânica, quando o rolo passa pelo tinteiro. O rolo entra em contato com outro, coberto de borracha, denominado de blanqueta, no qual a tinta é transferida e deste para o substrato. Concluída essa etapa, os impressos são encaminhados para o setor de acabamento onde são cortados, dobrados, colados, etc.

As principais fontes de emissão de compostos orgânicos voláteis, numa indústria gráfica, estão concentradas no processo de impressão nas seguintes etapas: 1- no uso de tinta com base em derivados de petróleo; 2 - na utilização de álcool isopropílico na solução de molha e 3 - nos solventes, a base de destilados de petróleo, usados na limpeza de blanquetas, tinteiros e banheiras da impressora. – O álcool isopropílico é utilizado na solução de molha (3% solução fonte , 85% água e 12% de álcool isopropílico) como aditivo para redução da tensão superficial da água para melhor definição de impressão. Os solventes utilizados na empresa são a base de solventes derivados de destilação de petróleo. São usadas quantidades significativas de restaurador de blanquetas (líquido inflamável, mistura de hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos) e de desengraxante para limpeza de componentes da impressora. Os procedimentos de limpeza realizados pelos funcionários são inadequados tendo em vista a não utilização de EPIs e usos não racional de quantidade desses solventes. As limpezas são feitas com auxílio de panos que, umedecidos com solventes e sujos de tinta, são descartados no lixo comum da Gráfica. Não há medidas de disposição adequada desses resíduos. Os compostos orgânicos voláteis são prejudiciais à saúde do homem e ao meio ambiente pois causam irritação das vias respiratórias e impacto no meio ambiente quando reagem na atmosfera com óxidos de nitrogênio e outros poluentes, na

presença de luz solar, formando ozônio. Além disso, os produtos com componentes orgânicos voláteis, por serem produtos inflamáveis, oferecem riscos quando utilizados e manuseados, sem os procedimentos adequados, em ambientes fechados.

O objetivo desse estudo foi fazer uma simulação da aplicação da metodologia de Produção mais Limpa no setor de impressão de uma indústria gráfica de médio porte, localizada no Estado do Rio de Janeiro, com vistas à eliminação ou minimização de emissões de produtos orgânicos. Este trabalho foi um dos requisitos necessários para a obtenção do certificado do curso de consultor em Produção mais Limpa promovido pelo Centro de Tecnologia Ambiental (CTA) – FIRJAN realizado em 2005.

2 Métodos

Seguiram-se as etapas previstas pela *United Nations Environmental Program* (UNEP) para a realização de um programa de Produção mais Limpa. O programa foi realizado num período de 6 meses e se constituiu primeiramente na realização de um Diagnóstico Ambiental e de Processo onde se identificou a empresa com detalhamento do processo. Na segunda etapa foram realizadas medições de vários parâmetros e a elaboração dos balanços de material. Nessa etapa foram selecionadas as oportunidades de Produção mais Limpa. Um estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental foi realizado e as oportunidades a serem implementadas foram selecionadas. A etapa seguinte seria a Implantação das oportunidades, monitoramento, através de diferentes indicadores, e avaliação dessas implementações.

A gráfica, objeto deste estudo, é um estabelecimento de porte médio onde são produzidos, anualmente, uma variedade de itens, lâminas (*folders*, convites, crachás) e livros, que dependem da demanda, formatação, carregação de tinta e número de cores, tipos de papel e tiragem.

Para o presente estudo foram utilizados os dados da produção de *Folder/Lâmina*, cor 1/0, tamanho A4, com tiragem de 25.000 lâminas, três vezes por semana, na impressora Aurélia 500 Bi (impressora com sistema de molha com uso de álcool isopropílico).

Foram propostas medidas para eliminação ou redução de compostos orgânicos voláteis no ambiente da indústria gráfica. A primeira é a substituição de solventes a base de destilados de petróleo, por outros isentos ou com baixo teor de produtos orgânicos voláteis. Esses produtos estão surgindo no mercado dando condições às indústrias gráficas reduzir os impactos no meio ambiente e minimizar os riscos para o trabalhador. As outras medidas são alternativas relacionadas ao uso do álcool isopropílico na solução de molha.

A primeira alternativa é a substituição da impressora *offset* com sistema de molha por impressora *offset* a seco ou adequação da impressora existente para impressora a seco. Embora essa alternativa seja de custo elevado ela trás benefícios significativos para o meio ambiente. Haverá uma redução drástica na poluição ambiental, tendo em vista a não utilização de solução de molha e como consequência as ausências no processo de água, de solução fonte e de álcool isopropílico.

A segunda alternativa é a utilização de solução de molha livre de álcool isopropílico nas impressoras. A substituição da solução de molha deverá ser adotada com

cautela, pois o uso de solução de molha livre de álcool isopropílico exigirá ajustes prévios de parâmetros para manutenção da qualidade de impressão. Assim, vários fatores (ajustes mecânicos) devem ser monitorados e ajustados para acomodar as diferenças nas propriedades da solução de molha.

Foram consideradas as seguintes condições: a) que a quantidade anual de produto é de 18.521,20 kg/ano; b) nos cálculos para o balanço de massa da situação da gráfica antes de aplicação da metodologia de produção mais limpa considerou-se que 100% da água, solução de molha, álcool isopropílico, compostos dos produtos de limpeza e reparador de blanqueta evaporam no ambiente da gráfica; c) substituição do solvente de limpeza por outro cujo teor dos produtos orgânicos voláteis seja nulo; d) substituição do solvente reparador de blanquetas por outro produto cujo teor de compostos orgânicos voláteis seja igual ou inferior a 30%; e) redução em 30% nas entradas dos insumos(solventes) e auxiliares(panos) e f) que a substituição da impressora acarretará uma redução na perda de papel de 30%.

3 Resultados

Na etapa de diagnóstico foi identificado que a gráfica ainda não possui licenciamento ambiental e os resíduos e efluentes gerados no processo de pré-impressão e impressão *offset* não são disponibilizados de forma adequada conforme a legislação ambiental.

O balanço de massa para o processo de produção de lâmina antes da aplicação da metodologia de produção mais limpa é mostrado na tabela 1. Do total de 23.390 kg/ano de matérias primas e insumos 408,00kg/ano são de álcool isopropílico e 158,97kg/ano são de solventes usados em limpezas de blanquetas, tinteiros e banheiras da impressora.

Tabela 1: Balanço de Massa para a etapa de impressão antes da aplicação da metodologia de Produção mais Limpa

ANTES DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA						
Matérias Primas e Insumos	Água	Energia	Etapa	Efluentes	Resíduos sólidos	Emissões Atmosféricas
23.390 kg/ano	408 kg/ano	NM	Acerto de impressão Impressos	NA	948,34 kg/ano	615,06 kg/ano

3.1 Análise das Alternativas

As alternativas propostas referentes ao álcool isopropílico e a substituição dos solventes foram combinadas resultando nos seguintes casos:

Caso 1- alternativa 1 + Substituição de solventes

Caso 2- alternativa 2 + substituição de solventes

As análises dos balanços de massa de cada caso mostraram que, para o caso 2, haverá significativa redução de emissões dos compostos orgânicos voláteis, porém haverá aumento na geração de resíduos sólidos mesmo com a redução em 30%

das entradas insumos e auxiliares. Porém, este fato é inevitável tendo em vista que no balanço de massa, de antes do PmaisL, foi considerado que 100% do álcool isopropílico e dos solventes foram evaporados para a atmosfera da gráfica e que após o PmaisL somente uma pequena parcela será convertida em emissões atmosféricas sendo, portanto, a parcela restante, não volátil, mantida nos panos de limpeza, podendo ser destinada de forma adequada sem comprometer a saúde de trabalhador e o meio ambiente. Para o caso 1, tabela 2, a substituição da máquina *offset*, reduzirá a perda de papel e isso resultará em benefícios tais como: maior quantidade de produto é produzida e menor geração de resíduos sólidos devido à redução na perda de papel (coleturas). A automação na limpeza da máquina eliminará o uso de panos, porém, gerará resíduo líquido (solvente + tinta) que deverá ser disposto adequadamente ou reaproveitado. Entretanto, uma pequena quantidade de pano (20%) deverá ser utilizada para restauração da blanqueta. Destaca-se, também, a eliminação do processo de consumos de água, solução fonte e álcool isopropílico. Há ainda a possibilidade de redução do consumo de tinta. Dessa forma, esse estudo recomenda para a implementação do PmaisL, na gráfica, a aquisição de uma máquina *offset* a seco embora implique em custo elevado.

Tabela 2: Análise quantitativa de entradas e saídas do processo após a implantação da metodologia de P+L – Caso 1

APÓS IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA						
Matérias Primas e Insumos	Água	Energia	Etapa	Efluentes	Resíduos sólidos	Emissões Atmosféricas
23.234,07 kg/ano	NA	NM	Acerto de impressão Impressos 22.449,98 kg/ano	51,386 kg/ano	715,98kg/ano	16,8 kg/ano Água 0 Kg/ano Sol. Fonte 0 Kg/ano *Solv. de limp.0 Kg/ano **Solv. de blanq. 16,8 Kg/ano

Premissa: *considerar que o substituto do solvente de limpeza não tem compostos orgânicos voláteis

** Considerar que o substituto do restaurador de blanqueta emite 30% menos compostos orgânicos voláteis

NA- Não aplicável; NM- Não medido

5. Conclusão

A simulação no balanço de massa mostrou reduções significativas nas emissões de produtos orgânicos voláteis (90%). A implementação das medidas propostas neste estudo proporcionará reduções significativa no impacto dos produtos orgânicos voláteis sobre o meio ambiente e sobre a saúde do trabalho. Ressalte-se também a eliminação no processo de impressão de um recurso natural (água tratada) e da solução fonte.

Não há benefícios econômicos com a implementação das modificações. É um empreendimento de custo elevado, que deve ser considerado, no que diz respeito aos seus benefícios ambientais e de saúde ocupacional, na ocasião de aquisição da impressora *offset*.

A aquisição da impressora *offset* a seco proporcionará uma melhora nas condições de operação da impressora em vários níveis, tais como: controle de quantidade de tinta e de sua densidade, limpeza automática dos componentes da impressora. Processo de impressão mais rápido e de melhor qualidade e com menos perda de papel. Há também a possibilidade de impressão em papel reciclado.

As condições de trabalho melhorarão significativamente tendo em vista que haverá uma diminuição significativa de exposição do trabalhador à substâncias tóxicas e de usos de produtos inflamáveis no processo. Adicionalmente, o treinamento de funcionários da gráfica introduzirá procedimentos de manuseios de produtos de forma mais segura e racional. Quanto ao aspecto de saúde do trabalhador a redução de emissões de produtos orgânicos voláteis aliada ao monitoramento dos seus níveis, no meio ambiente, será uma garantia de que os níveis de tolerância para cada substância não serão ultrapassados durante a jornada de trabalho.

As principais barreiras encontradas foram a falta de previsão orçamentária para as oportunidades propostas; uma cultura organizacional não voltada plenamente para o uso eficiente de recursos e a dificuldade para implantação de projetos que gerem aumento de despesa.

6 Referências

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso Futuro Comum. 2ª ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

MATTOS, Haroldo. **Desenvolvimento Empresarial Sustentáveis**: Apostila do Curso de Gestão de Negócios Sustentáveis, Universidade Federal Fluminense, dez. 2003. Apostila.

NÚCLEO DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA; CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS – **Questões Ambientais e Produção mais Limpa**: Curso de Produção Mais Limpa Capacitação de Consultores, Centro de Tecnologia Ambiental, 2004. Apostila.