



**1<sup>st</sup>**  
INTERNATIONAL WORKSHOP  
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

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

## **Aplicação da Metodologia de Produção mais Limpa nos Setores de Pré-impressão e Impressão numa Indústria Gráfica do Rio de Janeiro**

Fátima de Paiva Canesin <sup>a</sup> e Maria Bernadete P. dos Santos <sup>b</sup>

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

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

---

### **Resumo**

The main purpose of this essay is describe the implementation of Cleaner production method in a Press Enterprise named *Gráfica A*, located in the state of Rio de Janeiro-Brazil, in order to improve its productive process. The Cleaner Production program was put into practice in a six month period, consisting in phases and steps which were established by UNEP. For this study the production of two printed products was considered: individuals sheets with an annual production of 3,9 million and books, with 232 pages, with an annual production of 12600 units. Environmental diagnosis of the process showed several opportunities in the pre-printing and printing phases of *Gráfica A* in water and energy consumption, solid waste generation, effluents and emissions. Practice of the method of Cleaner Production revealed that implementing certain changes, there should be a reduction of 37% in effluent generation; 45% in water consumption and 45% in plate solution reagent use. The obstacles found within this study were based on lack of budgetary forecast implementation for 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, Press Enterprise, Waste.*

---

### **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.

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 - lançadas em 1989 pelo PNUMA- são adotadas com a finalidade, conforme NÚCLEO...2004,

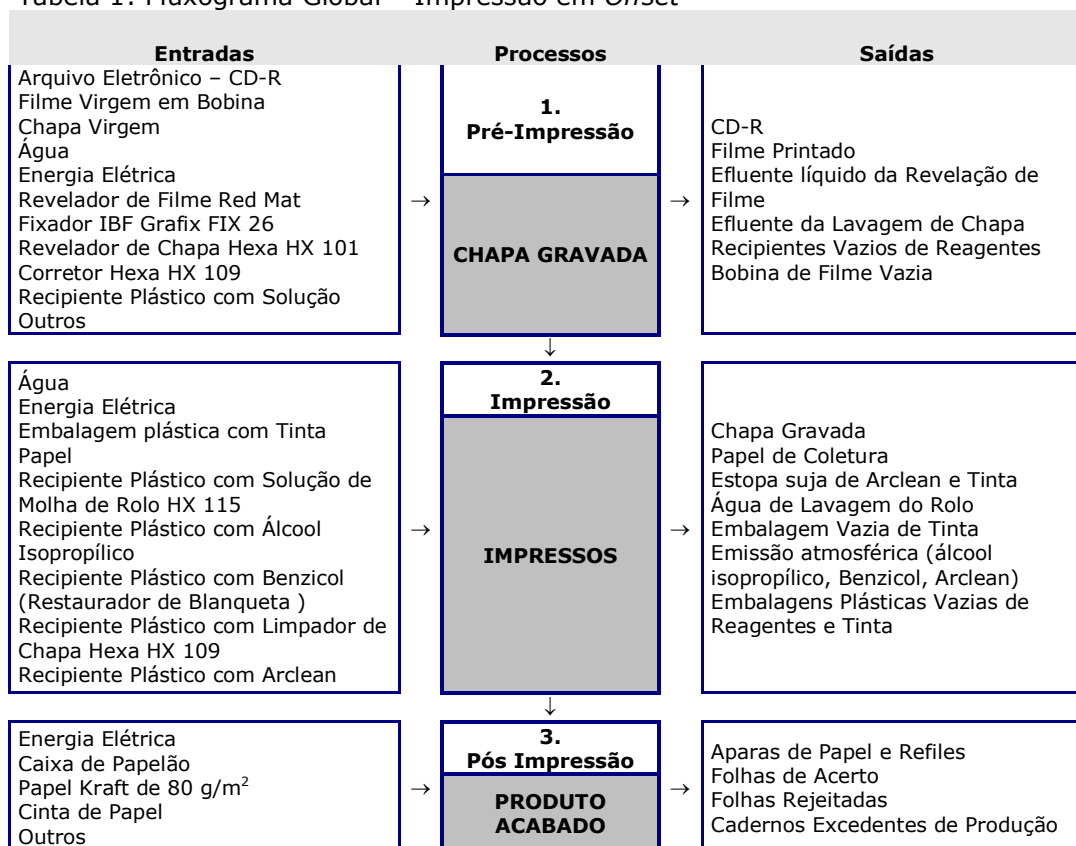
"de aplicar uma estratégia econômica, ambiental e técnica, integrada aos processos e produtos afim de aumentar a eficiência no uso de

matérias – primas, água energia, através de não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos gerados, com benefícios ambientais e econômicos para os processos produtivos”.

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 adoção de um comportamento pró-ativo em relação às questões ambientais é objeto de avaliação e análise. A tabela abaixo representa os processos envolvidos.

Tabela 1: Fluxograma Global – Impressão em *Offset*



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. Seu objetivo foi de aplicar a metodologia de Produção mais Limpa a uma Indústria Gráfica, que doravante será denominada de gráfica A, localizada no Estado do Rio de Janeiro.

## 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 A 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, carga de tinta e número de cores, tipos de papel e tiragem. No presente estudo foram considerados dois produtos livro e lâmina, com formato e tiragem representativos da produção anual da gráfica, impressos com tinta preta. As lâminas são produzidas com uma tiragem de 75.000 lâminas/semana, com uma tiragem anual de  $3,9 \times 10^6$  lâminas e formato A4, 1/0. Para o livro considerou-se uma produção de 12.660 unidades, com 232 páginas, formato 17 cm x 24 cm, 1/1, produzidos uma vez por mês com tiragem de 1055 unidades. A impressão foi em papel branco com diagramatura de 75 g/m<sup>2</sup> e tinta preta.

### 3 Resultados

#### 3.1 Diagnóstico Ambiental e de Processo

Na etapa de diagnóstico foi identificado que a gráfica A 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. A tabela 3.1 mostra alguns parâmetros presentes nos efluentes.

Tabela 3.1 - Análise química dos efluentes

Efluentes Líquidos	Cu total (mg/l)	Cr total (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	pH	Ag (mg/L)
Lavagem de Chapa	0,073	0,012	1053	188	11,6	0,60
Revelação de Filme	NM	NM	53.854	24.599	7,96	626
Lavagem de Rolo	0,404	0,030	2054	765	6,67	0,012
VMP	*	*	*	*	5,0-9,0	0,1

\*Efluente não está em conformidade com a DZ-205 R-5-FEEMA (carga orgânica em efluentes líquido de origem industrial). Análise realizada pelo laboratório do CTA/FIRJAN.

As oportunidades de melhoria observadas para a pré-impressão foram disposição adequada dos efluentes da revelação de filme e mudança da tecnologia; alternativas para minimização dos efluentes oriundos da revelação de chapas; reuso e disposição das chapas de alumínio; disposição adequada dos filmes e aparas de filmes e venda dos filmes revelados para recuperação da prata. Na etapa de impressão as oportunidades apresentadas foram à redução do consumo de água e disposição adequada dos efluentes de lavagem de rolo; disposição adequada das aparas de papel; minimização das emissões de produtos orgânicos voláteis, oriundos da limpeza de tinteiro e blanquetas e soluções de molha. No ambiente da

gráfica a conscientização dos funcionários quanto à questão de segurança na utilização de produtos químicos, sua disposição e descarte.

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

### *3.2 Oportunidades a serem Implementadas*

No que segue serão descritas algumas oportunidades de melhorias, seus benefícios econômicos, ambientais, tecnológicos e de saúde ocupacional a serem implementadas na gráfica A.

- Minimização de efluentes de lavagem de chapas das etapas de revelação e retoque

As operações de revelação, lavagem, retoque de chapa são realizadas em um tanque com uma grade de madeira sobre a qual a chapa é revelada e escovada e, posteriormente, lavada. Se necessário, a chapa pode ser retocada e lavada. Os efluentes são lançados diretamente na rede de esgoto.

Foram propostas as seguintes modificações para reduções de consumos de revelador e águas de lavagens e disposição adequada dos efluentes considerando-se que 348 chapas (0,93 x 0,745)m são reveladas por ano: a) Colocação do revelador em cuba em aço inoxidável, b) utilização de uma seqüência de tanques para lavagem das chapas, de acordo com [Gasi et al, 2003](#) e c) segregação do efluente e d) remoção, tratamento e destinação do efluente por empresa habilitada e licenciada pela FEEMA. Essas modificações implicam em investimentos para aquisição de cubas, na realização de obra civil para adequação do tanque já existente, para segregação, remoção e destinação de efluente.

Os benefícios ambientais são a segregação dos efluentes de lavagem de chapa e de retoque e a racionalização na utilização de água de lavagem de chapa retocada evitando, dessa forma, o desperdício de um recurso natural. Os benefícios econômicos são as reduções de consumo de revelador e água implicando numa economia de 45% do valor anteriormente gasto pela empresa na compra do revelador. Outro aspecto a ser destacado é que caso a gráfica A destinasse antes da aplicação da Produção mais Limpa adequadamente seus efluentes a redução com as modificações sugeridas seria de 65% do valor que deveria ser pago, pela empresa. Há, também, uma redução na geração de resíduos sólidos, pois a empresa deixará de destinar 47% a menos de recipientes plásticos e 50% a menos de caixas de papelão decorrentes da embalagem dos recipientes de revelador. É importante destacar os benefícios tecnológicos e de saúde ocupacional com a lavagem de chapa nas cubas de aço inoxidável e a conscientização dos funcionários para o uso de luvas.

- Recuperação de prata dos efluentes de revelação de filme.

A Gráfica A descarta na rede de esgoto os efluentes de revelação de filme que compreendem soluções de fixador e revelador com prata e DQO elevada. No mercado existem diferentes máquinas que recuperam prata de efluentes de revelação de filme. A modificação proposta consiste na aquisição de um eletrolisador, constituído com um tanque de 38 litros que retém a prata contida na

solução do fixador. A eficiência no processo de recuperação fica acima de 90%. O valor de mercado para a prata recuperada é de R\$600,00/kg. O preço para a aquisição da máquina é de R\$ 2.300,00. Os efluentes de revelação são tratados em filtros com dois cartuchos *silver trap* com valor unitário de R\$330,00 e um descontaminador, que reduz a DQO para níveis que permitam o lançamento do efluente tratado diretamente na rede de esgoto, no valor de R\$990,00. O valor total do equipamento de tratamento é de R\$1.650,00. O custo total da modificação para recuperação e tratamento é de R\$3.950,00.

Os benefícios ambientais são a disposição adequada de 1500 m<sup>3</sup>/ano de efluentes dentro dos parâmetros permitidos pela legislação para lançamento de efluentes. Os benefícios econômicos com o investimento, diminuem o custo operacional de revelação de filme em 24% considerando a venda de 0,832 kg/ano de prata, com um tempo de retorno do capital investido de 5 meses. Foi avaliada a viabilidade da implantação de um sistema CTP a fim de dar um salto de qualidade na produção dos impressos da gráfica e eliminar os efluentes com prata. Entretanto, esta modificação de tecnologia exige um investimento muito alto no momento.

- Automação da lavagem de rolo da impressora Roland e disposição adequada dos efluentes.

A impressora Roland possui três rolos molhadores que atualmente são lavados individualmente pelo impressor num tanque de aço inox com água corrente. Para auxiliar a limpeza é utilizado solvente derivado de petróleo, escova e sabão de coco. A duração da limpeza de cada rolo leva em média 15 minutos. O efluente da lavagem vai diretamente para o esgoto.

A modificação proposta consiste na aquisição de uma máquina de lavagem de rolo que lava ao mesmo tempo três rolos, em até 15 minutos. O preço para a aquisição da máquina é de R\$ 5.485,00. O preço para o transporte e disposição do efluente foi de R\$450,00 para transporte e R\$0,60/kg de efluente.

Os benefícios ambientais são redução do consumo de água e solvente reduzindo em um terço o volume de efluente. O volume de efluente foi reduzido de 924 L para 344,04 L. A redução de solvente é de 6,0 kg/ano. O trabalhador não se expõe diretamente ao solvente e apresenta um ganho de tempo no processo de lavagem de rolo. Os benefícios econômicos são de R\$400,00 na aquisição de solvente e de água compensando o custo com o armazenamento e disposição dos efluentes.

#### **4 Discussão dos Resultados**

As figuras abaixo representam os resultados que serão alcançados após a implantação das oportunidades apresentadas. As figuras 4.1a e 4.1b referem-se à avaliação global relativa à produção de livros enquanto, as figuras 4.2a e 4.2b referem-se à avaliação global relativa à produção de lâminas.

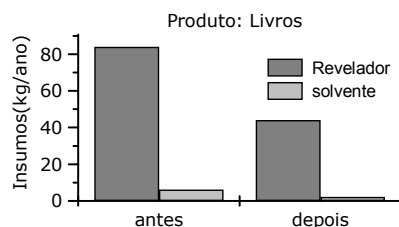


Figura 4.1a: Avaliação global da situação de insumos antes e após o P + L para o produto Livro

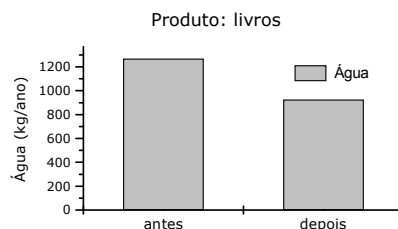


Figura 4.1b: Avaliação global da situação de consumo de água antes e após o P + L para o produto Livro

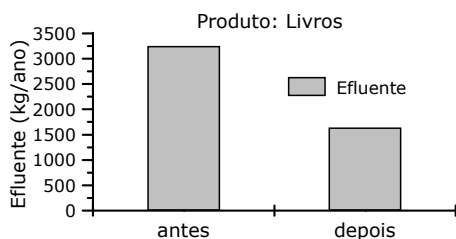


Figura 4.2a: Avaliação global da geração de efluente antes e após o P + L para o produto Livro

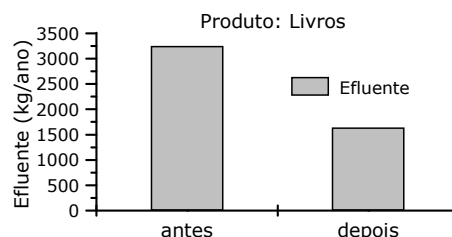


Figura 4.2b: Avaliação global da geração de efluente antes e após o P + L para o produto Livro

## 5 Conclusão

As modificações propostas promoverão uma redução na geração de efluentes resultantes da lavagem e retoque de chapas e daqueles resultantes da lavagem de rolos da impressora Roland. Além disso, elimina-se a prática de descarte no sistema de esgoto doméstico de efluentes contaminados com prata, tinta, solventes orgânicos e soluções de reveladores (de chapa e de filme) e de fixadores.

Esse estudo sugere outras oportunidades de melhoria a serem aplicadas na gráfica A tais como: a) a minimização das emissões de produtos orgânicos voláteis que, proporcionará não somente melhoria das condições de trabalho dos funcionários de gráfica como também reduzirá o impacto desses produtos no meio ambiente, b) a redução no consumo de panos e solventes para limpeza de impressoras e disposição adequada dos panos sujos e c) venda dos filmes para recuperação da prata.

Sugerem-se as seguintes soluções para as barreiras encontradas: 1) a estruturação de argumentações técnica, econômica e ambiental para inclusão na próxima previsão orçamentária para implantação dos projetos propostos; 2) definição de novos procedimentos operacionais e realização de treinamentos periódicos para sensibilização dos funcionários com a finalidade de romper a barreira da cultura organizacional não voltada para uso eficiente dos recursos e 3) com relação aos projetos que gerem despesas propõem-se, para implantação, estruturar argumentações técnica, econômica, ambiental e de segurança e saúde ocupacional.

## 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.