



**Identificação e análise de oportunidade de produção mais limpa:
Estudo de caso em uma indústria de produção de vassouras**
**Thaís Helena Nogueira¹, Ana Paula Leite², Minéia Aparecida de
Moraes de Andrade³, Vanio Faquin⁴, Thiago Edwiges⁵**

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná (thais_helenas@live.com)

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná (anapleite1@gmail.com)

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná (mineia.moraes@hotmail.com)

⁴ Universidade Tecnológica Federal do Paraná (vaniofaquin@hotmail.com)

⁵ Universidade Tecnológica Federal do Paraná (thiagoe@utfpr.edu.br)

Resumo

A Produção Mais Limpa é a aplicação de uma técnica que visa a melhoria nos processos produtivos, gerando um ganho econômico, além da redução dos riscos ambientais e à saúde humana. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar uma indústria de vassouras e propor uma metodologia de comparação das opções de Produção Mais Limpa. Para as análises da melhor opção de Produção Mais Limpa a ser aplicada, utilizou-se a metodologia da Pontuação do Ganhos das Opções de Produção Mais Limpa (método proposto pelos autores) e o Método do Gráfico de Ecoeficiência. A partir da avaliação feita *in loco*, levantou-se duas opções de Produção Mais Limpa: substituição de matéria-prima e reutilização da água da chuva. Aplicando as metodologias citadas anteriormente, ambas apresentaram o mesmo resultado, que a substituição de matéria-prima é a opção mais vantajosa. Deste modo, a metodologia sugerida se mostrou funcional e prática, visto que é menos complexa que a anterior.

Palavras-chave: Indústria de vassoura. Produção Mais Limpa. Viabilidade.

Área Temática: Gestão Ambiental na Indústria, Serviços e Comércio.

**Identification and analysis of cleaner production opportunity:
Case Study on a broom production industry**

Abstract

The Cleaner Production is the application of a technique that aims to improve production processes, generating an economic gain, in addition to reducing environmental risks and human health. The objective of this study was to characterize a broom industry and propose a methodology comparing the options of Cleaner Production. For the analyzes of the best production option Cleaner to apply, used the Gain Score methodology of Cleaner Production Options and Eco-Efficiency Graph Method. From the assessment made on the spot, rose two options for Cleaner Production: substitution of raw materials and rainwater reuse. Applying the methods mentioned above, both showed the same result, that the replacement of raw material is more advantageous option. Thus, the suggested approach has proven practical and functional, since it is less complex than the previous one.

Key words: Broom industry. Cleaner Production. Viability.

Theme Area: Environmental Management in Industry, Services and Trade.



1 Introdução

Segundo PNUMA (1990), Produção Mais Limpa (P+L) é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental, sendo esta aplicada aos processos produtivos, produtos e serviços, com o intuito de melhorar a produção e gerar um benefício econômico. Além desses fatores, a P+L prevê a redução dos riscos ao meio ambiente e também à saúde humana.

Ao que cabe aos processos produtivos, a P+L ressalta a conservação dos recursos naturais, redução do volume e da toxicidade dos resíduos sólidos, efluentes e emissões atmosféricas diretamente na fonte geradora. Já com relação aos produtos, prevê-se a redução dos impactos negativos, causados ao meio ambiente e aos seres humanos, durante o ciclo de vida do produto, abrangendo as matérias-primas utilizadas em sua produção até a destinação ou disposição final. Quanto aos serviços, consideram-se estratégias que viabilizem a introdução de uma variável ambiental tanto no planejamento, quanto na entrega dos serviços (CNTL, 2010).

A P+L traz benefícios ambientais e econômicos para as empresas, visto que diminui os impactos ambientais negativos oriundos das etapas de produção, e melhora a eficiência do processo produtivo. Do ponto de vista econômico, levamos em consideração que quanto menos resíduos forem gerados, menor será o custo para tratamento, logo, a empresa obterá lucros (CETESB, 2004). Tendo em vista esses parâmetros o presente estudo tem o objetivo de caracterizar uma indústria de vassouras e propor uma metodologia de comparação das opções de P+L identificadas.

2 Metodologia

O estudo de caso foi desenvolvido em uma indústria de utensílios de limpeza no oeste do estado do Paraná, de atuação regional. Foram realizadas visitas *in loco* para o levantamento de informações quanto as etapas do processo produtivo e identificação das oportunidades de P+L.

Para a realização do presente estudo baseou-se nas etapas para implementação de P+L definidas pelo Conselho Empresarial Brasileiro para Desenvolvimento Sustentável, focando-se na seguinte sequência:

- Pré-avaliação: levantamento de dados gerais sobre o empreendimento;
- Elaboração de fluxogramas: detalhamento do processo produtivo, principais insumos utilizados e produtos e subprodutos gerados;
- Seleção do foco de avaliação: de acordo com os problemas e pontos de desperdício identificados no empreendimento;
- Definição de indicadores: elaboração de indicadores de produção que possam ser utilizados pelo gestor para fins de monitoramento, quando da implantação das oportunidades de P+L;
- Proposição das opções de P+L: sugestão de duas alterações no processo produtivo que resultem em melhorias ambientais e econômicas;
- Avaliação técnica e ambiental e econômica: comparar qual das as oportunidades propostas de P+L é mais vantajosa para o empreendimento.

2.1 Análise das Oportunidades de Produção Mais Limpa

Para a análise e comparação das duas opções de P+L identificadas, utilizou-se duas metodologias, a Pontuação do Ganho das Opções de P+L proposta pelos autores e o Método do Gráfico de Ecoeficiência.



Molinaria, Quelhas e Nascimento Filho (2013) propuseram o Método do Gráfico de Ecoeficiência que consiste no cálculo de indicadores de desempenho econômico e valoração dos indicadores ambientais pela Matriz de Pontos. Os indicadores formam a base de dados para a Matriz de Ecoeficiência que, através da soma ponderada da pontuação de cada oportunidade de P+L, fornece as coordenadas dos eixos X (abscissas) relativas ao ganho econômico e Y (ordenadas) relativas ao ganho ambiental do Gráfico de Ecoeficiência.

A pontuação dos indicadores de ganho econômico refletem os custos ou benefícios de cada técnica de P+L. Os indicadores calculados foram: valor presente líquido; razão custo benefício e; tempo de retorno do investimento, de acordo com Molinari et al. (2013).

Para o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) foi considerado um período máximo de 15 anos para que os investimentos de P+L possam ser quitados, e uma taxa de desconto igual a 5%. Através da Razão Benefício Custo (RBC) é possível utilizar um critério de aceitação das oportunidades de P+L baseadas nos benefícios e custos gerados. O Tempo de Recuperação de Investimento (TRI) consiste no cálculo do tempo necessário para se recuperar o investimento inicial, com base no fluxo de caixa.

Para a avaliação qualitativa de ganho ambiental foi considerado o mesmo peso na ponderação dos indicadores, pois todos os itens avaliados foram considerados de mesma importância. Entretanto, para os indicadores econômicos, pesos foram atribuídos aos cálculos, com base na aplicação da Matriz GUTFI, já anteriormente aplicada por Molinaria, Quelhas e Nascimento Filho.

3 Resultados e Discussões

O empreendimento destaca-se pela produção de vassouras, sendo que, para as vassouras de piaçava ocorrem perdas na produção, tanto de matéria prima. No corte e seleção da fibra, como as perdas de água durante o corte. Neste sentido, o foco definido para a avaliação é a produção de vassouras de piaçava. O fluxograma do processo produtivo consta na Figura 1.

A produção das vassouras de piaçava que consiste inicialmente no preparo da matéria-prima, no qual ocorre a seleção do material, descartando os molhos impróprios, visto que, a piaçava sofre danificações no processo de carregamento e transporte.

Após os molhos são enxaguados para dar maior maleabilidade ao mesmo. Posteriormente, as extremidades dos molhos são cortadas, visando padronizá-los. Após, ocorre a fixação dos molhos de piaçava à capa plástica, esta etapa da produção acontece de maneira manual. Realiza-se então o acabamento, no qual, há o corte de fios de piaçava irregulares e encaixe do cabo.

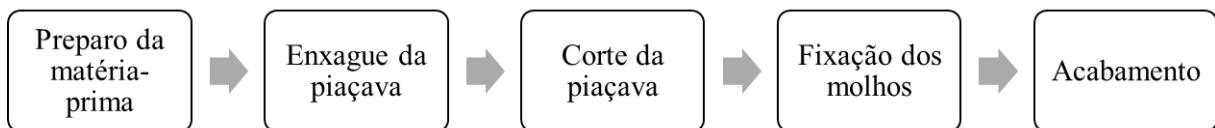
Com base na coleta de dados industriais e com o foco do estudo, pode-se propor duas técnicas de produção mais limpa, sendo essas: a substituição de matéria-prima e a reutilização da água da chuva. Deste modo, sugere-se os indicadores de monitoramentos (Quadro1) a serem utilizados para maior controle da oportunidade de P+L implantada.

Quadro 1 – Indicadores

Indicadores de produção	
Matéria prima consumida por produto	Kg piaçava/ vassoura
Matéria prima por resíduo gerado	Kg piaçava/Kg resíduos
Matéria prima pelo consumo de água	Kg piaçava/ m ³ água
Consumo de água por geração de resíduos	m ³ agua/ Kg resíduos
Consumo de água por produto	m ³ agua/vassouras
Geração de resíduo por produto	Kg resíduo/ vassoura



Figura 1 – Fluxograma da Produção de Vassouras de Piaçava



3.1 Oportunidade de P+L Identificadas

a) Substituição de matéria-prima

A substituição da matéria prima visa a fabricação das vassouras a partir de garrafas PET recicladas. No Processo de fabricação da vassoura a empresa utilizava a piaçava, como principal. Para a utilização da garrafa PET no processo de fabricação de vassoura é necessário uma adaptação no processo produtivo atual, afim de preparar as cerdas da vassoura a partir de garrafas PET.

Propõem-se que a aquisição das garrafas PET se dê diretamente em associações de catadores e/ou cooperativas de reciclagem, considerando um custo médio de R\$2,00 a garrafa não amaciada. Ao dar entrada na indústria, a garrafa será lavada, seu fundo será cortado para passar pela filetagem. Este processo visa cortar as garrafas em fitas uniformes de aproximadamente 5 mm de largura.

Após as cerdas filetadas, estas são aquecidas em um forno elétrico, de custo de R\$2.000,00. Para processar as garrafas é necessário a compra de uma máquina filetadeira com custo de R\$ 5.500,00 e uma máquina de cortar o fundo da garrafa com custo de R\$ 500,00, totalizando um investimento de R\$ 8.000,00.

A produção média das vassouras será de 100 unidades por semana, com um preço de venda à R\$ 3,00 cada unidade.

b) Reutilização de água da chuva

O uso da cisterna implica em coletar a água precipitada sobre o telhado e, por meio de calhas, transportar até a cisterna. Considerando apenas o barracão 1 da empresa que possui uma área de 600 m² e a precipitação média anual do município de Medianeira que é 1900 mm. O telhado tem capacidade de captar 95 m³ de água por mês.

Porém, não será captada e utilizada toda a água da chuva, devido ao tamanho da cisterna, logo, será implantado um sistema de escape, que desviará a água pluvial assim que a cisterna estiver no seu limite, evitando o transbordamento e desperdício de água.

A cisterna estará em um ponto elevado do chão e terá uma torneira para auxiliar os funcionários para a retirada da água reservada. Esta será utilizada no enxágue da piaçava e na limpeza de banheiros e escritório.

Para a implementação deste sistema, será necessário a aquisição de 40 metros de cano com 100 mm de diâmetro, R\$ 516,60, uma cisterna com capacidade de 5.000 litros, R\$ 1.833,00, torneira, R\$ 10,00, e mão de obra, R\$ 500,00. Totalizando um investimento por parte da empresa de R\$ 2.859,60.

3.2 Avaliação de Viabilidade Econômica e Ambiental

Nos itens subsequentes apresentam-se os resultados da avaliação de viabilidade econômica e ambiental para as oportunidades de P+L sugeridas, de modo a indicar qual opção seria a ideal para o empreendimento.



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

3.2.1 Pontuação do Ganho das Opções de P+L

A metodologia proposta foi a Pontuação do Ganho das Opções de P+L foi baseada no Gráfico de Ecoeficiência e consiste em uma valorização dos aspectos econômicos, ambientais e sociais que venham a ser alterados positivamente com a implantação das técnicas de P+L propostas.

Desta forma, todos os aspectos positivos foram analisados quanto a sua frequência, abrangência e severidade. A comparação entre as duas oportunidades de P+L é feita pelo Gráfico de Pontuação. Este gráfico se baseia na soma geral do grau de ganho da matriz. Para valorizar os resultados da matriz, utilizou-se uma escala exponencial de base 3. Assim, os valores de frequência, abrangência e severidade são caracterizados na matriz pela utilização da série 3^n . A caracterização e a Matriz de Pontuação apresentam-se, respectivamente no Quadro 2 e 3.

Quadro 2 - Caracterização dos ganhos ambientais

Caracterização					
N	Frequência	N	Abrangência	n	Severidade
0	Maior ou igual a uma vez ao ano	0	Ganho contido aos limites da indústria	0	Impacto de magnitude desprezível
1	Maior ou igual a uma vez por semestre	1	Ganho de importância municipal	1	Impacto de magnitude considerável
2	Ao menos uma vez ao mês	2	Ganho de relevância regional	2	Impactos de grande magnitude
3	Frequência semanal ou superior	3	Ganho de relevância global	Resultado	FreqxAbrgxSev
				Grau de ganho (G.G.)	Resultados Nº Itens

Quadro 3 - Matriz de Pontuação

Técnica de P+L	Aspectos positivos	Meio	Caracterização					
			Freq	Abrg.	Sev.	Resultado	G.G.	Soma geral
Substituição de matéria-prima	Redução de descarte em aterro sanitário	Ambiental	27	3	9	729	182,25	270
	Não geração de efluentes		27	1	9	243	60,75	
	Redução no transporte de M.P.		3	9	3	81	20,25	
	Redução do consumo de recurso natural		3	9	1	27	6,75	
	Movimentação no mercado de recicláveis	Econômico	9	9	3	243	81	111
	Marketing favorável		NA	9	9	81	27	
	Redução de custo na compra de M.P.		3	1	3	9	3	
	Educação Ambiental	Social	NA	9	9	81	81	81
Reutilização de Água da Chuva	Redução do consumo de água	Ambiental	27	1	3	81	81	81
	Redução de gastos a longo prazo	Econômico	27	1	9	243	243	243
	Redução de demanda de água tratada para consumo humano	Social	27	3	1	81	81	81



O Figura 2 apresenta a soma geral da valoração dos ganhos decorrentes das oportunidades de P+L. Desta forma, a técnica mais vantajosa é a substituição da matéria-prima, alcançando um total de 462 pontos.

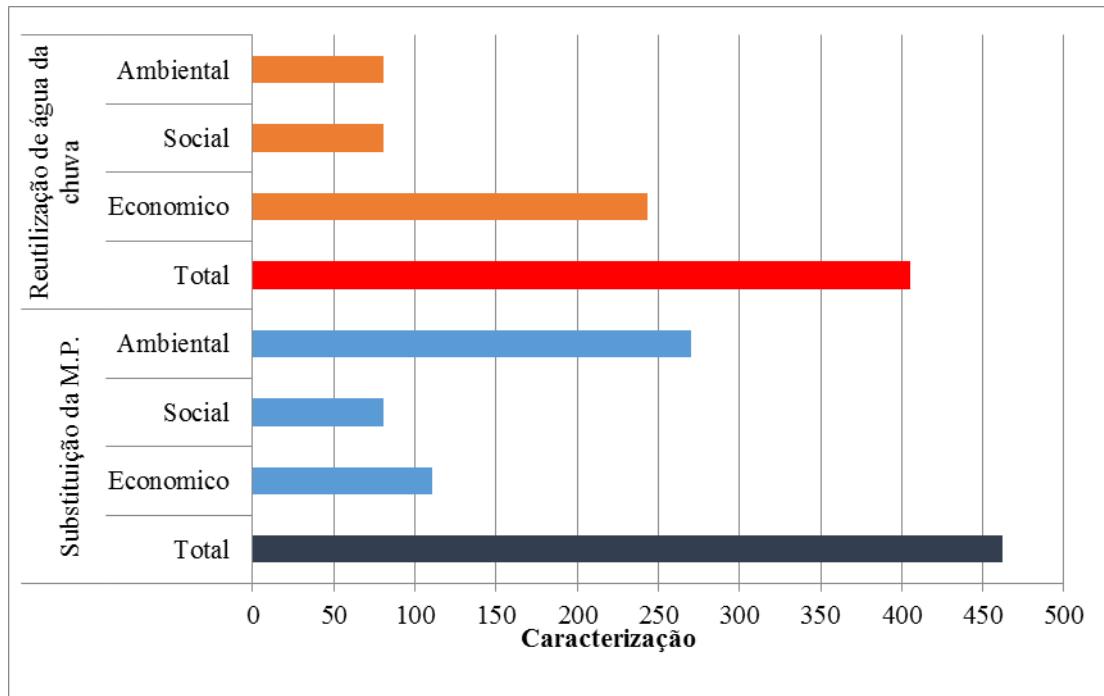


Figura 2 - Gráfico de Pontuação das Oportunidades de P+L

3.2.2 Método do Gráfico de Ecoeficiência

Os valores utilizados nos cálculos da avaliação da viabilidade econômica (custos e benefícios) estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Valores utilizados no cálculo do VPL, RBC e TRI

Medidas de P+L	C _t	B _t (t=0)	B _t (t=1)	Taxa de desconto	Tempo (anos)
Substituição da matéria prima	8000,0	0	14400	5%	15
Reutilização da água da chuva	2859,6	0	260,16	5%	15

A avaliação da viabilidade ambiental, por meio da valoração dos aspectos ambientais, resultou na Matriz de Pontuação, apresentada do Quadro 4.

As pontuações dos resultados dos indicadores econômicos e ambientais foram consolidadas na matriz de ecoeficiência, Tabela 2. Essa matriz tem como resultado as coordenadas X e Y necessárias para desenhar o Gráfico de Ecoeficiência.

A Figura 3 apresenta o Gráfico de Ecoeficiência, com o resultado final da comparação das oportunidades de P+L de acordo com este método.



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

Quadro 4 - Matriz de Pontos do Ganho Ambiental

Técnica de P+L	Item	Ganho Ambiental		Caracterização				
				Freq	Abrg.	Sev.	Resultado	G.G.
Substituição de matéria-prima	1	Redução de descarte em aterro sanitário	Solo	27	3	9	729	146
	2	Não geração de efluentes	Água	27	3	3	243	48,6
	3	Redução no transporte de M.P.	Ar	3	27	3	243	48,6
	4	Redução do consumo de piaçava	Recursos Naturais	3	1	3	9	1,8
	5	Educação Ambiental	Social	N.A	9	3	27	5,4
Reutilização de Água da Chuva	1	Redução do consumo de água	Água	27	3	3	243	122
	2	Redução de demanda de água tratada	Social	N.A	3	3	9	4,5

*NA: Não se aplica

Tabela 2: Matriz de Ecoeficiência

Oportunidades de P+L	Ganho Econômico			Ganho Ambiental				Eixos		
	VPL	TRI	RBC	Solo	Água	Ar	Recursos Naturais	Social	X	Y
Peso (%)	43,4	35,5	21,1	20	20	20	20	20		
Substituição de M.P.	6811,2	0,56	60,0	146,0	48,6	48,6	1,8	5,4	2968,91	50,04
Reutilização de água da chuva	83,88	16,4	3,03	-	121,5	-	-	4,5	42,86	63

Figura 3 - Gráfico de Ecoeficiência



A partir da avaliação das oportunidades de P+L, pode-se perceber, observando a Figura 3 que, assim como no método anterior a substituição de matéria-prima é a técnica mais vantajosa para o empreendimento.



4 Conclusões

Durante a avaliação do processo produtivo da empresa identificou-se alguns pontos de oportunidade de melhorias, sendo que para atender a P+L, é necessário ter um ganho econômico e ambiental, sendo assim, duas opções foram selecionadas para a aplicação da metodologia, a substituição de matéria-prima, a troca da piaçava pelo PET e, a economia de água utilizando a captação da água da chuva no processo da etapa de enxágue da piaçava.

Assim, conclui-se que, para a prática de P+L em um empreendimento, não se pode apenas escolher uma opção e aplicá-la, é necessário uma avaliação quanto a sua viabilidade.

No presente estudo sugeriu-se uma nova abordagem para esta avaliação, com a valoração do aspectos econômicos e ambientais, a Pontuação do Ganho das Opções de P+L. O método se mostrou eficiente e apresentou o mesmo resultado que o Gráfico do Ecoeficiência, que é mais complexo e trabalhoso.

Os métodos utilizados no trabalho para avaliar qual seria a opção de P+L mais vantajosa a ser empregada apresentaram o mesmo resultado: substituição de matéria prima.

Em suma, uma análise de fatores econômicos, ambientais e sociais viabiliza a implantação de uma medida de P+L em um determinado empreendimento.

Referências

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. **Guia para Produção Mais Limpa**. Rede Produção Mais Limpa. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/guia-da-pmaisl.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2015.

CNTL - CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS. O que é Produção mais Limpa (PmaisL)? . 2010. Disponível em: <<http://www.senairs.org.br/cntl/>>. Acesso em: 02 mar. 2015.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **A produção mais limpa e o consumo sustentável na América Latina e Caribe**. 2004. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos/pl_portugues.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2015.

MOLINARI, Marcelo Alessandro; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves; NASCIMENTO FILHO, Armando Pereira do. Avaliação de oportunidades de produção mais limpa para a redução de resíduos sólidos na fabricação de tintas. **Prod.**, São Paulo , v. 23, n. 2, p. 364-374, 2013 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132013000200011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 mar. 2015.

PNUMA. **Consumo e produção sustentável**. 1990. Disponível em: <<http://www.pnuma.org.br/interna.php?id=63>>. Acesso em: 4 abr. 2015.