

Artigo Técnico

Proposta de produção mais limpa voltada às práticas de ecodesign e logística reversa

*Proposal for cleaner production oriented practices
ecodesign and reverse logistics*

André Luiz Emmel Silva¹, Jorge André Ribas Moraes², Ênio Leandro Machado³

RESUMO

A preocupação das empresas com o meio ambiente e com o futuro das novas gerações impulsiona ações voltadas para o gerenciamento dos recursos e incentiva a busca por ações preventivas em relação aos aspectos ambientais (por meio da minimização de impactos associados à redução de custo e da otimização de processos). Existe uma tendência no mercado mundial para a obtenção de produtos sustentáveis, oriundos de processos produtivos voltados para a redução de desperdícios e a não geração de resíduos poluentes. Dentro desse contexto, a produção mais limpa (P+L) surge como uma ferramenta completa em que simples ajustes no modo de gerir as empresas permitem a redução da emissão/geração de resíduos. Partindo desse princípio, analisou-se o impacto ambiental do processo de produção de uma empresa fabricante de conjuntos de chuva localizada no Rio Grande do Sul por intermédio de uma Matriz de Leopold adaptada. Como resultado, elaborou-se uma proposta de P+L voltada às práticas de *ecodesign* e logística reversa. Por meio de quatro etapas, o programa de P+L proposto atingiu seus objetivos de forma ágil, desburocratizada e com baixos custos.

Palavras-chave: Matriz de Leopold; produção mais limpa; *ecodesign*; logística reversa.

ABSTRACT

A business concern with the environment and the future of the new generations drives actions for the management of resources and the search for preventive measures in relation to environmental aspects (by minimizing impacts associated cost reduction and process optimization). There is a trend in the world market to achieve sustainable, derived products production processes aimed at reducing waste and non-waste generation pollutants. Within this context, the cleaner production (CP) comes as a complete tool where simple adjustments in the way we manage the business allows the reduction of emission/waste generation. Based on this principle, we analyzed the environmental impact of the production of a manufacturer of sets of rain located in Rio Grande do Sul through a Leopold Matrix adapted process. As a result, we prepared a proposal for cleaner production practices geared *ecodesign* and reverse logistics. Through four stages, the proposed program CP reached its goals of agile, less bureaucratic and with low costs.

Keywords: Matrix Leopold; cleaner production; *ecodesign*; reverse logistics.

INTRODUÇÃO

A preocupação com o impacto ambiental despontou nas últimas décadas, sendo alvo de alertas cada vez mais contundentes da comunidade científica internacional, especialmente quando se considera o uso indevido de recursos naturais (NETO *et al.*, 2010; SANTOS & CABRAL, 2013). Além do aumento econômico, deve existir uma preocupação com a proteção dos ecossistemas da Terra contra as ameaças decorrentes de nossas atividades (WU *et al.*, 2013). As legislações que abordam as responsabilidades sobre resíduos gerados são catalisadores fundamentais

para que haja maior engajamento e mudança nas empresas e nas atitudes, valores, paradigmas e práticas da sociedade (BONILLA *et al.*, 2010).

As estratégias empresariais, que até então se resumiam à questão econômica, como competitividade, eficiência, lucratividade, etc., passam a introduzir em suas preocupações a variável ambiental, tornando-se, então, vital incorporá-la aos processos produtivos. Isso levou à necessidade de modificações no âmbito da gestão e da estrutura organizacional, reorientando objetivos e metas, visando a internalização das questões ambientais nos modelos gerenciais (PIOTTO, 2003; RADONJIC & TOMINC, 2007;

Trabalho realizado na Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) - Santa Cruz do Sul (RS), Brasil.

¹Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) - Santa Cruz do Sul (RS), Brasil.

²Doutor em Engenharia de Produção pela UNISC - Santa Cruz do Sul (RS), Brasil.

³Doutor em Engenharia de Minas pela UNISC - Santa Cruz do Sul (RS), Brasil.

Endereço para correspondência: André Luiz Emmel Silva - Avenida Independência, 2.293 - Universitário - 96815-900 - Santa Cruz do Sul (RS), Brasil - E-mail: andresilva@unisc.br

Recebido: 10/04/12 - **Aceito:** 23/06/14 - **Reg. ABES:** 87843

SEVERO & OLEA, 2010). No que tange ao combate à escassez dos recursos naturais, simples práticas gerenciais adotadas pela administração empresarial podem trazer benefícios e provocar grande impacto na gestão ambiental.

A produção mais limpa (P+L) surge como uma ferramenta favorável à atuação das empresas de forma preventiva em relação aos seus aspectos ambientais por meio da minimização de impactos associados à redução de custo e da otimização de processos, recuperação e aprimoramento do uso de matérias-primas e energia, tendo, de forma geral, ganhos de produtividade a partir de um controle ambiental preventivo (FERNANDES *et al.*, 2001; CNTL, 2003; PIMENTA & GOUVINHAS, 2012).

A metodologia da P+L também vem sendo usada cada vez mais, independentemente do setor industrial, nas áreas de operação, projeto, planejamento e gestão (KLEMES *et al.*, 2012), e, quando incorporada ao desenvolvimento de produtos, traduz-se em ganhos sociais e ambientais, além de apresentar melhoria na qualidade e no preço (UNEP, 2014). Empresas preocupadas com o meio ambiente estão aderindo à ideia da sustentabilidade, criando produtos de baixo impacto ambiental. Para Gouveia *et al.* (2004) e Naveiro *et al.* (2005), a exigência de produtos limpos do ponto de vista ambiental não é apenas um requisito de mercado, mas também uma necessidade do ponto de vista ambiental, sobretudo devido à necessidade da crescente produção diante da limitação de recursos. A logística reversa também reforça essa ideia ao agregar valor a um bem ou material inutilizado pelo consumidor, por meio de canais reversos de reúso, reciclagem e desmanche, até a sua correta destinação final.

Esta pesquisa teve como objetivo elaborar um programa de P+L como ferramenta para promoção da Gestão Ambiental voltada para as práticas de *ecodesign* e logística reversa em uma empresa fabricante de conjuntos de chuva localizada no Rio Grande do Sul.

METODOLOGIA

A empresa estudada situa-se na região do Vale do Rio Pardo, Rio Grande do Sul, Brasil, e atua no segmento de acessórios para motociclistas. O estudo limitou-se a analisar o produto conjunto de chuva. A principal matéria-prima é o policloreto de vinila (PVC). O PVC é um dos produtos sintéticos mais importantes dentre as resinas de origem petroquímica. Proveniente de duas matérias-primas naturais (sal marinho e petróleo), foi o primeiro plástico a ser desenvolvido comercialmente. A partir do sal marinho, recurso renovável da natureza, obtém-se o cloro, que representa 57%, em peso, do PVC. Os 43% restantes são obtidos a partir do petróleo, utilizado na forma de eteno (RODOLFO; NUNES; ORMANJI, 2006). Para a aplicação em conjuntos de chuva, visando uma maior resistência, o PVC é revestido internamente de poliéster e corresponde a 97% da composição dos produtos, tendo um consumo anual de 720 toneladas. O restante é formado por aviamentos, como botões, zíperes e velcros.

A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória, implementada pelo estudo de caso, utilizando-se, para tal, os recursos da pesquisa

bibliográfica, da coleta de dados, além de entrevistas não estruturadas realizadas com os colaboradores da empresa. Dividiu-se o estudo em duas partes. Primeiramente, analisando-se os dados coletados entre 2009 e 2011, identificou-se por meio da curva ABC o produto de maior representatividade em vendas, sendo esse o objeto de estudo desta pesquisa.

Com base na matriz original de Leopold (1971) e no conhecimento de algumas matrizes adaptadas por autores como Mota e Aquino (2002), Rocha *et al.* (2005), Costa *et al.* (2005), Richieri (2006) e Schneider *et al.* (2011), utilizadas em processos de avaliação de impactos ambientais, buscou-se desenvolver uma matriz que apresentasse da forma mais direta possível uma interação entre as ações do empreendimento e seus impactos sobre as diversas características do meio, seja ele antrópico, biótico ou físico.

A construção da matriz ocorreu em três etapas. Na primeira foram identificadas as atividades potencialmente impactantes ao meio ambiente e os aspectos ambientais existentes que pudessem ser afetados por essas atividades. Em seguida, cada cruzamento proposto pela matriz foi ponderado quanto à magnitude e à importância. Para a magnitude, foi considerada a soma dos pesos determinados para os atributos extensão, periodicidade e intensidade. Já a importância é o resultado da soma dos valores dos atributos ação, ignição e criticidade. Nas Tabelas 1 e 2 estão expostas as ponderações de cada atributo para a formação do peso final.

A última etapa consistiu em cruzar o somatório dos valores obtidos para magnitude e importância, multiplicando um pelo outro, obtendo-se, assim, um índice final. Com esse índice foi possível identificar as atividades mais impactantes ao meio ambiente.

Na segunda parte da pesquisa uma proposta de programa de P+L voltada para ao *ecodesign* e logística reversa foi elaborada para a família dos produtos selecionados.

Tabela 1 - Ponderação dos valores (pesos) para os atributos de magnitude.

MAGNITUDE=EXTENSÃO+PERIODICIDADE+INTENSIDADE	
EXTENSÃO (Peso: 1 a 4) Tamanho da ação ambiental do empreendimento ou área de influência real	Pequena extensão (+1) Média extensão (+2) Grande extensão (+3) Muito grande extensão (+4)
PERIODICIDADE (Peso: 1 a 3) Duração do efeito da ação; tempo que o efeito demora a terminar	Ação temporária (+1): cessa quando para a ação Ação variável (+2): não se sabe quando termina o efeito após cessar a ação Ação permanente (+3): não cessa mesmo parando a ação
INTENSIDADE (Peso: 1 a 3) Exuberância da ação impactante; relação da dimensão da ação com o empreendimento	Baixa (+1): pequena ação impactante Média (+2): média ação impactante Alta (+3): alta ação impactante

Fonte: Adaptado de Rocha *et al.* (2005).

Tabela 2 - Ponderação dos valores (pesos) para os atributos de importância.

IMPORTÂNCIA=AÇÃO+IGNIÇÃO+CRITICIDADE	
AÇÃO (Peso: 1 a 4) Número de efeitos que a ação causa	Primária (+1): 1 causa=1 efeito Secundária (+2): 1 causa=2 efeitos Terciária (+3): 1 causa=3 efeitos Enésima (+4): 1 causa=n efeitos
IGNIÇÃO (Peso: 1 a 3) Tempo que a ação leva para aparecer; é o intervalo de tempo entre ação e efeito	Imediata (+1): causa=efeito simultâneo Médio prazo (+2): causa=efeito surge simultâneo e/ou tempo depois Longo prazo (+3): causa=efeito surge muito tempo depois, concomitante ou não com os casos anteriores
CRITICIDADE (Peso: 1 a 3) Nível de relação entre a ação e o efeito que ela provoca	Baixa (+1): baixo nível de ação entre os fatores causa=efeito Média (+2): médio nível de ação entre os fatores causa=efeito Alta (+3): alto nível de ação entre os fatores causa=efeito

Fonte: Adaptado de Rocha *et al.* (2005).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Matriz de Leopold

Avaliar os aspectos e impactos ambientais visa principalmente identificar as ações humanas e suas decorrentes consequências. A avaliação e a hierarquização dessas ações gerarão subsídios para a definição e elaboração de programas e projetos, focando as ações que precisam ser monitoradas, mitigadas e ou evitadas (SCHNEIDER *et al.*, 2011). Ao ser traduzida em uma forma numérica, a avaliação dos impactos pode ser facilmente comparada e analisada pelas partes interessadas não envolvidas no processo de avaliação propriamente dita (HAJKOWICZ, 2008; IJÁS *et al.*, 2010).

A matriz de interação mais conhecida é a Matriz de Leopold, criada por Leopold em 1971 para o Serviço Geológico do Interior dos Estados Unidos. Trata-se de uma matriz bidimensional simples que relaciona as ações de um projeto a vários fatores ambientais (FOGLIATTI *et al.*, 2004; MAVROULIDOU *et al.*, 2007; SOUSA, 2011). A matriz original é constituída de 100 colunas representando as ações do projeto e de 88 linhas relativas aos fatores ambientais, totalizando 8.800 possíveis interações. Contudo, devido à dificuldade de se trabalhar com tantas interações, vem sendo reduzida e adaptada de acordo com cada projeto (ROCHA *et al.*, 2005; IJÁS *et al.*, 2010; SOUSA, 2011).

Conforme Leopold (1971), os impactos apresentam dois atributos principais: magnitude (grandeza em escala espaço-temporal da interação das ações) e importância (intensidade do efeito na área de influência do empreendimento ou fora dele, correspondente ao fator ambiental). “Magnitude é a medida extensiva, grau ou escala de impacto. Importância refere-se à significância da causa sobre o efeito” (RICHERI, 2006, p. 65).

O princípio básico da Matriz de Leopold consiste em, primeiramente, assinalar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores, para

em seguida ponderar a magnitude e a importância de cada impacto. Enquanto a valoração da magnitude é relativamente objetiva ou normativa, pois se refere ao grau de alteração provocado pela ação sobre o fato ambiental, a pontuação da importância é subjetiva ou empírica, uma vez que envolve atribuição de peso relativo ao fator afetado no âmbito do projeto (COSTA *et al.*, 2005).

O estabelecimento desses pesos constitui um dos pontos mais críticos não só das técnicas matriciais, mas também dos demais métodos quantitativos. Para Costa *et al.* (2005), a Matriz de Leopold pode ser criticada nesse sentido, pois na sua concepção original não explicitava com clareza as bases de cálculo das escalas de pontuação de importância e magnitude.

Com diferentes adaptações, a Matriz de Leopold tem sido utilizada em estudos que procuram associar os impactos de uma determinada ação de um empreendimento com as diversas características ambientais de sua área de influência (MOTA & AQUINO, 2002; MAVROULIDOU *et al.*, 2007).

Produção mais limpa

O princípio básico da metodologia de P+L é eliminar a poluição durante o processo de produção, não no final. A razão: todos os resíduos que a empresa gera custam-lhe dinheiro, pois foram comprados a preço de matéria-prima e consumiram recursos como água e energia. Uma vez gerados, continuam a consumir dinheiro, seja sob a forma de gastos de tratamento e armazenamento, seja sob a forma de multas pela falta desses cuidados, ou ainda pelos danos à imagem e à reputação da empresa (CEBDS, 2011).

As ações de P+L diferem-se das ações de fim de tubo. Enquanto na primeira é feito um estudo direcionado para as causas da geração do resíduo e o entendimento das mesmas, a última dedica-se à solução do problema sem questioná-lo (CNTL, 2003; BERKEL, 2007; YÜKSEL, 2008). As tecnologias fim de tubo atuam visando remediar os efeitos da produção, ou seja, depois que a poluição foi gerada no processo produtivo (MELLO, 2002; THOMAS, 2010). A P+L possibilita agregar valor aos produtos e serviços, com menor consumo de recursos naturais e contaminação, prevenindo na fonte em vez de corrigi-los no final do processo. Uma grande variedade de políticas e ferramentas está disponível para mover uma indústria com visão “fim de tubo” para o modelo de P+L (HAMNER, 2013), em que muitas vezes os investimentos em P+L de baixo custo trazem resultados financeiros mais rápidos do que os investimentos de elevados custos (ZENG *et al.*, 2010).

Também chamada de “prevenção da poluição” (FERNANDES *et al.*, 2001), a P+L enfoca no potencial de ganhos diretos do processo produtivo, por meio de análises de como uma operação está sendo realizada, e detecta em quais etapas desse processo as matérias-primas, os insumos e a energia estão sendo desperdiçados (PIMENTA & GOUVINHAS, 2012). É alcançada por intermédio de modernização tecnológica, mudanças e modificações no processo, substituição de materiais de produção, boas práticas operacionais, reutilização e reciclagem, e redesenho do produto (BERKEL, 2007; RADONJIC & TOMINC, 2007).

A P+L não se baseia apenas em tecnologia, engloba também a forma de gestão das empresas (RADONJIC & TOMINC, 2007; DOBES, 2013), sendo fundamental o comprometimento da alta administração para o sucesso do programa (PIMENTA & GOUVINHAS, 2012). Os gestores influenciam diretamente no nível de aprendizagem de práticas ambientais da sua equipe, e tal aprendizagem é crucial para o sucesso na implementação do programa (KJAERHEIM, 2005; HOOFF, 2014).

Existem, contudo, algumas barreiras que as organizações precisam superar, pautadas principalmente em três grandes categorias: as ações do governo, incluindo a promulgação e aplicação de normas ambientais, bem como os instrumentos de mercado, como taxas de efluentes e licenças de poluição comercializáveis; pressões baseadas no mercado, incluindo as demandas da cadeia de suprimentos verdes de clientes empresariais e os altos custos de produção; demandas comunitárias, refletidas em pressões relacionadas com o ambiente exercidas por ONGs e pelos meios de comunicação, bem como pelo público em geral (MONTALVO, 2008; LUNA *et al.*, 2011; ORTOLANO *et al.*, 2014).

Ecodesign

A metodologia proposta pela P+L vai de encontro ao conceito de *eco-design* pois propõe a redução dos impactos negativos do ciclo de vida dos produtos, desde a extração da matéria-prima até a disposição final (MELLO, 2002). Segundo a Pesquisa Nacional de Opiniões (BRASIL, 2012), observa-se que os brasileiros reagem positivamente diante de um produto com rótulo indicando fabricação ambientalmente correta. Em 2006, 76% dos respondentes afirmaram se sentir mais motivados diante de tal informação; já em 2012, alcançou-se o equivalente a 85%.

As escolhas que os projetistas fazem durante o desenvolvimento de um novo produto determinam o impacto ambiental para todos os estágios do ciclo de vida dessa mercadoria, desde a escolha e aquisição de materiais, passando pelos processos de manufatura, uso, reutilização e descarte final (VENZKE, 2002; NAVEIRO *et al.*, 2005). Idealizar um novo produto já sabendo que será necessário se preocupar com seu descarte modifica os conceitos de *design*, produção, uso de recursos naturais e distribuição (PIOTTO, 2003).

Ecodesign consiste em projetar ou conceber produtos de forma mais ecológica possível. Representa a consolidação da cultura da racionalidade em uma empresa, que passa a gerar produtos concebidos à luz da eficiência, da adoção de tecnologias limpas e da prevenção da geração de resíduos (NAVEIRO *et al.*, 2005; BORCHARDT *et al.*, 2008). O *ecodesign* pode auxiliar as empresas a alcançarem benefícios relativos a redução dos impactos ambientais dos produtos, otimização no consumo de matéria-prima e no uso de energia, melhoria no gerenciamento de resíduos e redução dos custos de produção (FIKSEL, 1996; VENZKE, 2002).

A metodologia da P+L vem sendo usada cada vez mais, independentemente do setor industrial, nas áreas de operação, projeto, planejamento e gestão (KLEMES *et al.* 2012), e, quando incorporada ao

desenvolvimento de produtos, traduz-se em ganhos sociais e ambientais, além de apresentar melhoria na qualidade e no preço (UNEP, 2014).

Logística reversa

As novidades criadas pelas organizações, assim como as necessidades impostas pelo mercado, fizeram com que novos papéis e novas funções fossem criados para a logística. Dessa forma, ocorreu uma busca por alternativas para que se pudesse atender a uma demanda que estava em pleno crescimento: o fluxo de retorno de produtos e materiais, processo conhecido como logística reversa (SINNECKER, 2007). É um segmento da logística responsável pelo retorno de produtos aos fabricantes para o reaproveitamento dos componentes dessa mercadoria ou, pelo menos, para um destino ambientalmente correto (SRIVASTAVA, 2008; ZHANG *et al.*, 2011). Representa uma das maiores oportunidades de lucratividade para uma empresa. A maioria das empresas está negligenciando sua cadeia de suprimentos de fluxo reverso e está perdendo oportunidades de melhorar a satisfação e fidelização dos clientes (LAMBERT *et al.*, 2011).

Com um crescente interesse entre pesquisadores e profissionais (SRIVASTAVA, 2008; ZHANG *et al.*, 2011; DAS & CHOWDHURY, 2012), a logística reversa, além de proporcionar possíveis oportunidades de economia, alcançadas pela reutilização de matérias-primas, reprocessamento ou reciclagem, ajuda a melhorar a imagem corporativa (LEITE, 2003).

A maioria dos produtos retornados não tem qualquer valor em termos de funcionalidade (SCHULTMANN *et al.*, 2006), mas possui uma farta oferta de materiais que podem ser reprocessados (DAS & CHOWDHURY, 2012). Conforme Krikke *et al.* (2008) e Pokharel e Mutha (2009), a logística reversa está provocando uma mudança no *design* dos produtos, com projetos que facilitam sua desmontagem e posterior manufatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificação da atividade impactante

Foram identificadas as etapas de produção dos conjuntos de chuva, selecionado pela curva ABC como o produto de maior representatividade para a empresa, a fim de verificar as atividades impactantes. São nove etapas: (recebimento de matérias-primas e insumos, armazenagem, corte, solda, costura, revisão, embalamento, armazenagem final e expedição).

A partir da caracterização do processo produtivo, foram listadas na horizontal 9 atividades potencialmente impactantes ao meio ambiente e apontados na vertical 12 aspectos ambientais existentes que podem ser afetados por essas ações, totalizando 108 células de interações. Os aspectos ambientais existentes foram distribuídos em três subgrupos, de acordo com o local onde a ação se desenvolve: meio antrópico, meio biótico e meio físico. Para o meio antrópico, foram elencados os seguintes aspectos: economia local, infraestrutura, tecnologia, qualidade de vida, saúde, desenvolvimento regional, paisagismo e qualidade

do produto final. No meio biótico considerou-se o aspecto relacionado com a diminuição da diversidade da flora e fauna. Já no meio físico, contaminação do ar, água e solo.

A Figura 1 mostra a Matriz de Leopold adaptada para o processo de fabricação da roupa impermeável selecionada, com os valores dos atributos magnitude e importância somados e distribuídos.

Analisando os índices finais gerados pela matriz, percebe-se que a atividade mais impactante e que merece maior atenção é o corte, com índice de impacto igual a 60,0. Em seguida, aparecem as atividades de solda e costura, ambas com 45,6. Na sequência, estão as atividades de revisão (22,5), armazenagem (15,9), embalagem (15,9), armazenagem final (15,9), recebimento (14,1) e expedição (14,1).

Proposta de programa de produção mais limpa


Partindo do princípio básico da metodologia de P+L, que é eliminar a poluição durante o processo de produção, e não no final, a proposta para implantação do programa de P+L, representado pela Figura 2, foi dividida em quatro etapas.

Planejamento e organização: o processo caracterizou-se pelo comprometimento da direção, da gerência e dos funcionários, principalmente daqueles diretamente ligados às atividades de fabricação e manutenção no “chão de fábrica”, pois são eles que detêm o conhecimento de como e por que são gerados os resíduos e o que pode ser feito para minimizá-los.

Responsável por conduzir de forma organizada as atividades do programa, o Ecotime foi formado por cinco voluntários de diferentes setores, capacitados e sensibilizados com o programa. A partir de então, o Ecotime definiu o escopo, os objetivos e as metas do programa. Estas relacionadas a perdas no processo, quantidade de resíduos gerados, indicadores de desempenho melhoria da imagem da empresa. Também foi montado um cronograma de 12 meses (Figura 3), acompanhado nas reuniões semanais do Ecotime. As poucas barreiras identificadas (falta de informação, disponibilidade de recursos financeiros e aspectos técnicos) foram facilmente superadas com os programas de explanação e sensibilização, também conduzidos pelo Ecotime.

Inventariar dados: elaboraram-se os fluxogramas do processo produtivo e o diagnóstico ambiental, por meio da avaliação de entradas

MATRIZ DE LEOPOLD ADAPTADA														
Atividades	Aspectos Ambientais												MÉDIAS	ÍNDICE FINAL
	Antrópico								Biótico	Físico				
	Economia Local	Infra-estrutura	Tecnologia	Qualidade de Vida	Saúde	Desenvolvimento Regional	Paisagismo	Qualidade do Produto Final	Flora/ Fauna	Ar	Água	Solo		
									Diminuição da Diversidade					
Recebimento	3 4	3 5	3 3	6 4	NI NI	NI NI	4 4	NI NI	NI NI	3 3	NI NI	NI NI	3,7 3,8	14,1
Armazenagem	NI NI	5 4	5 4	3 3	NI NI	NI NI	4 4	NI NI	NI NI	NI NI	NI NI	NI NI	4,3 3,8	15,9
Corte	NI NI	7 7	7 7	7 5	NI NI	NI NI	10 9	NI NI	NI NI	NI NI	NI NI	NI NI	7,8 7,0	54,3
Solda	NI NI	7 7	7 9	8 5	NI NI	NI NI	6 8	NI NI	4 3	NI NI	NI NI	NI NI	6,4 6,4	41,0
Costura	NI NI	7 7	4 4	7 5	NI NI	NI NI	6 8	NI NI	4 3	NI NI	NI NI	NI NI	5,6 5,4	30,2
Revisão	NI NI	5 4	5 4	5 5	NI NI	NI NI	5 5	NI NI	NI NI	NI NI	NI NI	NI NI	5,0 4,5	22,5
Embalamento	NI NI	5 4	5 4	3 3	NI NI	NI NI	4 4	NI NI	NI NI	NI NI	NI NI	NI NI	4,3 3,8	15,9
Armazenagem Final	NI NI	5 4	5 4	3 3	NI NI	NI NI	4 4	NI NI	NI NI	NI NI	NI NI	NI NI	4,3 3,8	15,9
Expedição	3 4	3 5	3 3	6 4	NI NI	NI NI	4 4	NI NI	NI NI	3 3	NI NI	NI NI	3,7 3,8	14,1

Magnitude →  ← Importância

NI: não impactante.

Figura 1 - Matriz de Leopold adaptada.

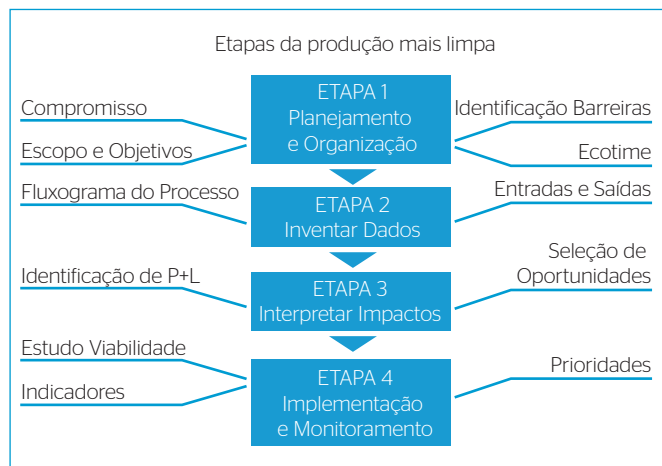


Figura 2 - Etapas do programa produção mais limpa proposto.

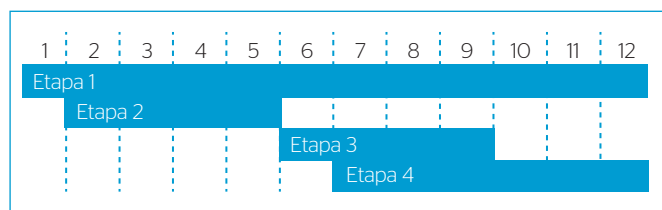


Figura 3 - Cronograma do programa.

e saídas, permitindo identificar quais perdas poderiam ser reduzidas. Indispensável a colaboração dos funcionários do setor produtivo, que, já sensibilizados com o programa, ajudaram no monitoramento e na quantificação dos resíduos gerados.

Interpretar os impactos: identificaram-se quais as alternativas para prevenção da poluição, buscando referências em outras empresas, produções bibliográficas, fornecedores e outras fontes. Diagnosticadas as fontes geradoras de resíduos, estas são tratadas como oportunidades de P+L.

Implantação e monitoramento: realizou-se um estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental. Tecnicamente, analisaram-se os impactos sobre o processo e a real possibilidade de implantação. Economicamente, levantaram-se os custos dessa implantação, apurando-se indicadores como *payback* e taxa interna de retorno (TIR). Ambientalmente, determinaram-se os impactos negativos e positivos para o meio ambiente. A partir dos resultados, as oportunidades viáveis foram implantadas.

Para a implantação, elaborou-se um plano prevendo todos os recursos necessários, responsabilidades e prazos para ações. Esse plano contempla ainda a documentação dos procedimentos de todas as etapas e o monitoramento dos resultados por meio de parâmetros, como a quantificação das emissões, consumo de água, energia, matérias-primas e insumos, e do indicador de ecoeficiência, que pode ser obtido pela razão entre o valor econômico gerado e o impacto ambiental causado.

Oportunidades de produção mais limpa

Redução no consumo de energia: a otimização dos sistemas de iluminação pode trazer economias significativas de energia com a vantagem de, normalmente, exigir pouco investimento. Um controle eficaz dos materiais e equipamentos, desde a escolha na hora de reposição até um programa de manutenção adequado, sem prejuízo da iluminação desejada, é traduzido em uma boa solução para a obtenção de economias substanciais.

Dentre as diversas medidas que podem ser adotadas, as sugeridas são: reduzir a iluminação a níveis adequados, respeitando-se sempre o previsto em normas; desligar a iluminação nos locais que não estão sendo ocupados; utilizar interruptores individuais para maior flexibilidade no uso da iluminação; aproveitar, sempre que possível, a iluminação natural; utilizar lâmpadas de alta eficiência luminosa, com maior vida útil e melhor relação custo-benefício; redimensionar e reposicionar as calhas de iluminação; elaborar um programa de manutenção que compreenda a limpeza das luminárias, a substituição sistemática das lâmpadas queimadas e a adoção de regime de trabalho horo-sazonal, racionalizando o consumo em horários de pico.

Uso racional da água: deve-se ficar atento aos vazamentos, principalmente nas descargas dos sanitários e nos sistemas de climatização existentes. Sugere-se a troca de equipamentos comuns pelos de baixo consumo de água, como, por exemplo, torneiras com sistemas de fechamento automático e mictórios nos banheiros masculinos. Ao setor de manutenção da empresa compete um preciso e minucioso ajuste nos sistemas de climatização já existentes. A Educação Ambiental ingressa nessa etapa com campanhas de combate ao desperdício expondo nos murais e banheiros cartazes educativos.

Substituição de matéria-prima: o desperdício de materiais se dá principalmente no setor de corte. A empresa já adota técnicas padronizadas de corte. Os chamados “cortes econômicos” estão registrados em Procedimento Operacional Padrão (POP).

Contudo, mesmo seguindo os POPs, algumas sobras são inevitáveis devido ao tamanho único das bobinas de matéria-prima. Voltando aos princípios do *Ecodesign*, que nos fala sobre a adoção de materiais alternativos, a proposta é identificar com os fornecedores tamanhos diferenciados de bobinas, com larguras que favoreçam os cortes econômicos.

Plano de gerenciamento dos resíduos sólidos: em relação aos resíduos sólidos que não podem ser evitados, propõe-se um plano de gerenciamento. Este plano aborda três procedimentos básicos: segregação, coleta e destino final. Na etapa de segregação, os resíduos devem ser depositados em contentores plásticos identificados, dispostos em pontos estratégicos dentro e fora da unidade fabril. A etapa de coleta se subdividirá em duas: interna e externa. Na interna, realizada por funcionários capacitados, os contentores serão esvaziados e seu conteúdo levado para um depósito intermediário com maior capacidade. Ficarão ali até chegar a coleta externa. Empresas licenciadas farão o recolhimento e darão o destino adequado. No destino final

alguns resíduos serão vendidos ou repassados para empresas interessadas e outros serão reutilizados na confecção de peças menores, como bolsos, lapelas e golas.

Entre os objetivos propostos está agregar valor aos resíduos por meio da comercialização para empresas capacitadas a recolhê-los e destiná-los adequadamente. Nesse caso, o principal resíduo é o papelão oriundo de embalagens de transportes e sacos de polietileno (nos quais as bobinas de matéria-prima vêm embaladas). Sobras de aviamentos, como botões, zíperes, velcros, elásticos e linhas, podem ser acondicionadas e doadas a instituições que utilizam esses itens para a confecção de artesanatos.

Já os resíduos de napa (sobras do processo), que não foram reutilizados na confecção de peças menores, continuarão sendo destinados a indústrias que possuem o processo de injeção. Lá serão transformados em solados a serem usados para a confecção de botas e polainas pela empresa. Essa prática já é comumente adotada pela organização. Dessa forma, toda a matéria-prima é reutilizada sob a forma de acessórios aos produtos ou solados para novos produtos.

Visando evitar essas sobras ou o não reaproveitamento das mesmas, modificações no produto focadas no *Ecodesign* podem ser propostas. Projetar os conjuntos de chuva já pensando no reaproveitamento de suas sobras emerge como alternativa para a minimização do impacto ambiental, principalmente na etapa de fabricação de corte.

Programas de capacitação e treinamentos: capacitar e qualificar a mão de obra são ações de suma importância para o sucesso da P+L. Programas de capacitação e treinamentos que envolvam boas práticas de fabricação e Educação Ambiental são excelentes ferramentas para se ter sucesso em programas de P+L.

Considerados como uma forma eficiente de fornecer conhecimentos, tais programas visam não somente à multiplicação de conhecimentos, mas também à mudança de comportamento e de atitudes. A contribuição dos colaboradores com ideias e soluções para os problemas ambientais é outro ponto que deve ser permanentemente incentivado.

CONCLUSÃO

A utilização da Matriz de Leopold adaptada se mostrou eficaz na identificação da atividade mais impactante. A metodologia proposta em quatro etapas para implantação do programa de P+L, quando comparada com outras encontradas na literatura, também foi eficiente, contribuindo para agilizar, desburocratizar e reduzir os custos do programa, comprovando que a ferramenta é passível de adaptações em diferentes processos.

Mesmo já existindo práticas que visam melhores resultados tanto de planejamento como na alocação de recursos materiais e em máquinas e equipamentos, a organização poderá utilizar-se da metodologia P+L como um complemento de tais programas e gerar ganhos expressivos. Todavia, a empresa precisa estar ciente de que, por ser uma técnica de aplicação contínua, mobilizará toda a organização, provocando mudanças culturais, afetando diretamente todos os seus níveis hierárquicos.

Entre os efeitos positivos que a organização poderá alcançar, destacam-se: diminuição na geração de resíduos, melhor reaproveitamento dos resíduos gerados, otimização do uso da água e energia, melhor ambiente de trabalho, maiores e melhores condições de segurança e saúde dos funcionários, além de disseminar uma boa imagem da empresa perante a sociedade. Essa preocupação da organização com a Gestão Ambiental poderá ser encarada como uma resposta natural ao “novo” cliente, conhecido como consumidor verde, que exige novos produtos e serviços ecologicamente corretos.

Ainda que exista um grande número de empecilhos que possam trazer dúvidas quanto às vantagens da P+L, esta pesquisa comprovou que as mudanças de mentalidade dos consumidores, associadas à crescente pressão vinda das regulamentações ambientais e a um maior acesso à informação por parte dos empresários, eliminam a maior parte dessas barreiras e deixam mais claros os reais benefícios da P+L.

REFERÊNCIAS

BERKEL, R.V. (2007) Cleaner production and eco-efficiency initiatives in Western Australia 1996-2004. *Journal of Cleaner Production*, v. 15, p. 741-755.

BONILLA, S.H.; ALMEIDA, C.M.V.B.; GIANNETTI, B.F.; HUISINGH, D. (2010) The roles of cleaner production in the sustainable development of modern societies: an introduction to this special issue. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, p. 1-5.

BORCHARDT, M.; POLTOSI, L.A.C.; SELLITTO, M.A.; PEREIRA, G.M. (2008) Considerações sobre ecodesign: um estudo de caso na indústria eletrônica automotiva. *Ambiente & Sociedade*, v. 6, n. 2, p. 341-353.

BRASIL. (2012) *O que o brasileiro pensa do meio ambiente e do consumo sustentável*: Pesquisa nacional de opinião: principais resultados. Rio de Janeiro: Ministério do Meio Ambiente.

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. (2011) *Guia da Produção Mais Limpa*: Faça você Mesmo. Disponível em: <www.pmais.com.br>. Acesso em: 04 set. 2011.

CNTL - Centro Nacional de Tecnologias Limpas (2003). *Implementação de Programas de Produção Mais Limpa*. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas. 42 p.

- COSTA, M.V.; CHAVES, P.S.V.; OLIVEIRA, F.C. (2005) Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará. *In: Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 28 Anais...* Rio de Janeiro: Intercom.
- DAS, K. & CHOWDHURY, A.H. (2012) Designing a reverse logistics network for optimal collection, recovery and quality-based product-mix planning. *International Journal of Production Economics*, v. 135, p. 209-221.
- DOBES, V. (2013) New tool for promotion of energy management and cleaner production on no cure, no pay basis. *Journal of Cleaner Production*, v. 39, p. 255-264.
- FERNANDES, J.V.G.; GONÇALVES, E.; ANDRADE, J.C.S.; KIPERSTOK, A. (2001) Introduzindo práticas de produção mais limpa em sistemas de gestão ambiental certificáveis: uma proposta prática. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 6, n. 4, p. 157-164.
- FIKSEL, J. (1996) *Design for environment: creating eco-efficient products and processes*. New York: McGraw-Hill.
- FOGLIATTI, M.C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. (2004) *Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte*. Rio de Janeiro: Interciência.
- GOUVEIA, A.B.O.; MARRA, F.A.; SILVA, C.E.S. (2004) Análise crítica de um produto sob o aspecto da sustentabilidade. *In: Simpósio de Engenharia de Produção, 11 Anais...* Bauru: UNESP.
- HAJKOWICZ, S.A. (2008) Supporting multi-stakeholder environmental decisions. *Journal of Environmental Management*, v. 88, n. 4, p. 607-614.
- HAMNER, B. (2013) *Overview of International Regulatory Programs on Cleaner Production*. São Paulo: CETESB.
- HOOFF, B.V. (2014) Organizational learning in cleaner production among Mexican supply networks. *Journal of Cleaner Production*, v. 64, p. 115-124.
- IJÁS, A.; KUITUNEN, M.T.; JALAVA, K. (2010) Developing the RIAM method (rapid impact assessment matrix) in the context of impact significance assessment. *Environmental Impact Assessment*, v. 30, p. 82-89.
- KJAEHERHEIM, G. (2005) Cleaner production and sustainability. *Journal of Cleaner Production*, v. 13, p. 329-339.
- KRIKKE, H.; BLANCA, I.; KRIEKEND, M.; FLEURENC, H. (2008) Low frequency collection of materials disassembled from end-of-life vehicles on the value of on-line monitoring in optimizing route planning. *International Journal of Production Economics*, v. 111, p. 209-228.
- LAMBERT, S.; RIOPEL, D.; ABDUL-KADER, W. (2011) A reverse logistics decisions conceptual framework. *Computers & Industrial Engineering*, v. 61, p. 561-581.
- LAWRENCE, D.P. (2007) Impact significance determination - back to basics. *Environmental Impact Assessment*, v. 27, p. 755-769.
- LEITE, P.R. (2003) *Logística reversa: meio ambiente e competitividade*. São Paulo: Prentice Hall.
- LEOPOLD, L.B. (1971) *A procedure for evaluating environmental impact*. Washington: U.S. Geological Survey, 13 p.
- MAVROULIDOU, M.; HUGHES, S.J.; HELLAWEEL, E. (2007) Developing the interaction matrix technique as a tool assessing the impact of traffic on air quality. *Journal of Environmental Management*, v. 84, p. 513-522.
- MELLO, M.C.A. (2002) *Produção mais Limpa: um estudo de caso na AGCO do Brasil*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MONTALVO, C. (2008) General wisdom concerning the factors affecting the adoption of cleaner technologies: a survey 1990-2007. *Journal of Cleaner Production*, 16(S1), p. S7-S13.
- MOTA, S. & AQUINO, M.D. (2002) Proposta de uma matriz para avaliação de impactos ambientais. *In: Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 6 Anais...* Vitória: ABES.
- LUNA, J.L.M.; AYERBEB, C.G.; TORRES, P.R. (2011) Barriers to the adoption of proactive environmental strategies. *Journal of Cleaner Production*, v. 19, p. 1417-1425.
- NAVEIRO, R.M.; PACHECO, E.B.A.V.; MEDINA H.V. (2005) Ecodesign: O desenvolvimento de projeto de produto orientado para reciclagem. *In: Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 5 Anais...* Porto Alegre: IGDP.
- SATURNINO NETO, A.; FONSECA, S.A.; FERREIRA, A.M. (2010) Contribuições para a inovação na gestão dos sistemas locais de coleta-reciclagem. *In: Simpósio de Engenharia de Produção, 18 Anais...* São Paulo: UNESP.
- ORTOLANO, L.; TRIANAB, E.S.; AFZALC, J.; ALID, C.L.; REBELLÓN, S.A. (2014) Cleaner production in Pakistan's leather and textile sectors. *Journal of Cleaner Production*, v. 68, p.121-129.
- PIMENTA, H.C.D. & GOUVINHAS, R.P. (2012) Cleaner production as corporate sustainability tool: a study within companies from Rio Grande do Norte State [Internet]. *Prod [online]*, v. 22, n. 3, p. 462-476. [cited 2013 Jan 10]. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132012005000043>
- PIOTTO, Z.C. (2003) *Eco-eficiência na Indústria de Celulose e Papel - Estudo de Caso*. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- POKHAREL, S. & MUTHA, A. (2009) Perspectives in reverse logistics: a review. *Resources, Conservation and Recycling*, v.53, n.4, p. 175-182.
- RADONJIC, G. & TOMINC P. (2007) The role of environmental management system on introduction of new technologies in the metal and chemical/paper/plastics industries. *Journal of Cleaner Production*, v. 15 p. 1482-1493.
- RICHERI, S.M.M. (2006) *Estudo do impacto das mudanças climáticas globais nos mangues tropicais*. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia Mauá.

- ROCHA, J.S.M.; GARCIA, S.M.; ATAIDES, P.R.V. (2005) *Manual de avaliações de impactos e passivos ambientais*. Santa Maria: Ed. Palloti. 479 p.
- SANTOS, P. & CABRAL, A. (2013) Inclusão do indicador "impactos ambientais" na ferramenta "Diagnóstico do Sistema Embalagem": um estudo de caso em vinícola [Internet]. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. [online], v. 18, n. 1, p. 75-82. [cited 2013 Jan 10]. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522013000100009>
- SCHULTMANN, F.; ZUMKELLER, M.; RENTZ, O. (2006) Modeling reverse logistics tasks within closed loop supply chains: an example from the automobile industry. *European Journal of Operational Research*, v. 171, p. 1033-1050.
- SCHNEIDER, V.E.; PERESIN, D.; CASTILHOS, C.A.; FETTER, D.S. (2011) Proposta metodológica para avaliação das ações antrópicas impactantes aplicada a elaboração de planos ambientais municipais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 26 Anais.. Porto Alegre: ABES.
- SEVERO, E.A. & OLEA, P.M. (2010) Metodologias de Produção mais Limpa: Um Estudo de Caso no Pólo Metal-Mecânico da Serra Gaúcha. *Revista Ingepro - Inovação, Gestão e Produção*, v. 2, n. 7, p. 73-81.
- SOUSA, R.N.; VEIGAA, M.M.; MEECHA, J. ; JOKINENA, J.; SOUSAB, A.J. (2011) A simplified matrix of environmental impacts to support an intervention program in a small-scale mining site. *Journal of Cleaner Production*, v. 19, p. 580-587.
- SRIVASTAVA, S.K. (2008) Network design for reverse logistics. *The International Journal of Management Science*, v. 36, p. 535-548.
- THOMAS, J.M. & CALLAN, S.J. (2010) *Economia Ambiental: fundamentos, políticas e aplicações*. São Paulo: Ed. Cengage Learning.
- UNEP - United Nations Environment Programme (2014). *Cleaner Production for Better Products*. Disponível em: <<http://www.unep.org/resourceefficiency/Business/CleanerSaferProduction/Eco-Innovation/CleanerProductionforBetterProducts/tabid/78846/Default.aspx>>. Acesso em: 14 jun. 2014.
- VENZKE, C.S. (2002) Ecodesign no setor moveleiro do Rio Grande do Sul. *Revista Eletrônica da Administração (UFRGS)*, v. 8, n. 6, p. 69-84.
- WU, D.D.; OLSON, D.L.; BIRGE, J.R. (2013) Risk management in cleaner production. *Journal of Cleaner Production*, v. 53, p. 1-6.
- YÜKSEL, H. (2008) An empirical evaluation of cleaner production practices in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, v. 16, n. 1, p. 50-57.
- ZENG, S.X.; MENG, X.H.; YIN, H.Y.; TAM, C.M.; SUN, L. (2010) Impact of cleaner production on business performance. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, p. 975-983.
- ZHANG, Y.M.; HUANG, G.H.; HE, L. (2011) An inexact reverse logistics model for municipal solid waste management systems. *Journal of Environmental Management*, v. 92, p. 522-530.