

PROPOSTA DE UMA MATRIZ PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM UMA INDÚSTRIA PLÁSTICA

Andre Luiz Emmel Silva (UNISC)

andre.emmel@ibest.com.br

Jorge Andre Ribas Moraes (UNISC)

jorge@unisc.br



Com o objetivo de avaliar os impactos causados em uma indústria plástica no seu processo de fabricação de roupas impermeáveis, criou-se uma adaptação da Matriz de Leopold original. As ações impactantes identificadas foram avaliadas quanto aos aspectos magnitude e importância. A multiplicação dos valores destes dois aspectos resultou na identificação das ações antrópicas impactantes. O método utilizado e os resultados obtidos demonstraram servir como fontes importantes na tomada de decisão, permitindo identificar as atividades mais impactantes e servir como instrumento de auxílio para planos de Gestão Ambiental.

Palavras-chaves: Indústria plástica, Impacto ambiental, Matriz de Leopold

1. Introdução

As duas últimas décadas foram palco de alertas cada vez mais contundentes da comunidade científica internacional a respeito dos riscos que a intensificação das atividades humanas vêm oferecendo ao planeta. Tais atividades, apoiadas no binômio produção-consumo, têm como conseqüências, de um lado a devastação incontrolada dos recursos naturais e, de outro, a contaminação da atmosfera, das águas e do solo com todos os tipos de resíduos, resultantes da produção ou do consumo. A escalada da contaminação passa a exigir esforços crescentes dos governos, das empresas e da sociedade como um todo, para o manejo dos crescentes volumes e da grande variedade de resíduos gerados (NETO, 2010).

Conforme Radonjic (2007), a capacidade de algumas empresas em explorar a questão ambiental como uma vantagem competitiva mudou a prevenção da poluição, que passou a ser uma oportunidade de melhorar o desempenho do processo de produção.

A atividade industrial, por muito tempo, vista como impactante começa a despontar para um cenário de alternativas racionais de gestão, em que a variável ambiental insere-se sem, contudo, frear o seu desenvolvimento e sua própria sustentabilidade (MERCADO, 2005; PIMENTA, 2007).

A gestão inadequada dos resíduos pela indústria brasileira é considerada crime ambiental, podendo acarretar em altas multas e até prisão do responsável. A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 225, parágrafo 3º, estabelece que as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados (BRASIL, 1988).

A reparação do dano, na maioria dos casos, é muito mais complicada tecnicamente e envolve muito mais recursos financeiros do que a prevenção, isto é, do que os investimentos técnico-financeiros na gestão adequada de resíduos (FIRJAN, 2006). Mas apara prevenir é necessário identificar onde estão os impactos das atividades. É nessa conjuntura que entram as ferramentas de avaliação de impacto ambiental.

Avaliar os aspectos e impactos ambientais visa principalmente identificar as ações humanas e as decorrentes conseqüências. A avaliação e hierarquização destas ações gerarão subsídios para a definição e elaboração de programas e projetos, focando as ações que precisam ser monitoradas, mitigadas e ou evitadas. (SCHNEIDER, 2011).

Tendo em vista as ponderações acima, propõe-se neste estudo criar uma adaptação da Matriz original de Leopold e identificar as atividades de maior impacto ambiental do processo de fabricação de uma empresa do segmento plástico localizada no Rio Grande do Sul.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Impactos ambientais em indústrias de plásticos

No século XVIII, a Revolução Industrial deu início a uma exploração predatória dos recursos naturais (MERCADO, 2005; JOVANE, 2008). A indústria passou a produzir metais com características diferenciadas, borrachas, materiais especiais para a indústria eletrônica, plásticos e muitos outros de uso específico. O desenvolvimento das tecnologias ligadas à

produção desses materiais não foi acompanhado de uma preocupação com a reintegração desses mesmos materiais ao meio ambiente, não ocorrendo, portanto, um desenvolvimento tecnológico para lidar com esse problema (SPERANDIO, 2009; AGUDELO-VERA, 2011).

Essa questão tem afetado a atividade produtiva atual, na medida em que as empresas, como as principais fontes geradoras de resíduos industriais, passaram a ter grande responsabilidade ao lidar com as questões referentes à minimização na geração dos resíduos industriais (AGUIAR, 1998; SPERANDIO, 2009).

Os impactos ambientais causados pelo setor produtivo não são iguais, dependem do tipo de atividade industrial, do porte da empresa, da sua localização, da matéria-prima e energia utilizadas, do tipo de tecnologia incorporada ao processo de produção e do modelo de gestão ambiental adotado pela empresa (CARDOSO, 2004).

A indústria de plástico é apontada por muitos como a grande vilã na geração de resíduos, sendo bombardeada com críticas por causar imensos danos ambientais. O setor está constantemente pressionado pelas questões ambientais, exigindo-se cada vez mais o correto manejo dos resíduos produzidos dentro da planta – sucatas de processo (CRAMER, 2010; SADAT-SHOJAI, 2011).

Contudo, é necessário tomar muito cuidado com estas críticas, já que as comparações devem ser feitas em termos de análise de ciclo de vida, sem perder de vista a guerra de mercado que existe devido à competição entre os diversos materiais utilizáveis em aplicações similares (AGUIAR, 1998; MULDER, 2001; JOVANE, 2008).

Para Cantor (2011) a indústria do plástico tem um enorme impacto econômico em todo o mundo, pois sua magnitude rompe as fronteiras dos produtos plásticos, tornando-a como principal indústria abastecedora das demais indústrias.

A principal matéria-prima dos plásticos é o petróleo. Contudo, é importante observar que apenas uma pequena parcela da produção mundial de petróleo é usada para sua obtenção. Mais de um terço de todo o petróleo extraído é usado em aquecimento de ambientes (particularmente no hemisfério norte), e quase outro tanto é usado na produção de combustíveis. Um quinto do total vai para a geração de energia elétrica. E somente 4% bastam para a produção dos plásticos (PLASTIVIDA, 2012), como mostra a figura 1.

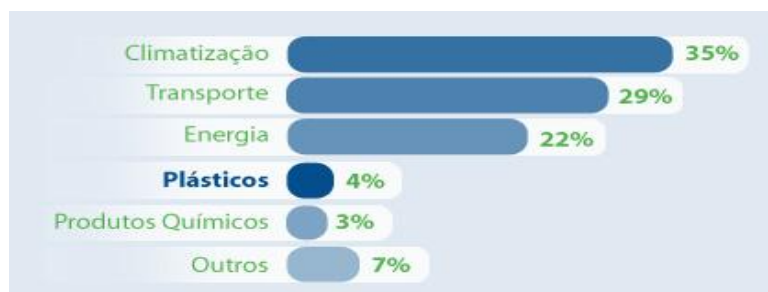


Figura 1 – Como é utilizado o petróleo
Fonte: Plastivida (2012).

Agrupados em sete categorias (PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS e Outros), os plásticos estão presentes nos mais diferentes produtos, sendo utilizados em quase todos os setores da economia, tais como: construção civil, agrícola, calçados, móveis, alimentos, têxtil, lazer, telecomunicações, eletroeletrônicos, automobilísticos, médico-hospitalar e distribuição de energia (ABIPLAST, 2010; CRAMER, 2010; CANTOR, 2011; PACHECO, 2012;).

2.2 O PVC

A demanda por matéria-prima para abastecer a indústria plástica foi recorde em 2010. Conforme apontamentos da Abiplast (2010), o consumo no Brasil de resinas termoplásticas atingiu 5.920 mil toneladas, sendo o PVC responsável por 19% desse montante.

Considerado um dos mais versáteis dentre os plásticos, o PVC pode ter suas características alteradas mediante a incorporação de aditivos, variando desde o rígido ao extremamente flexível. A grande versatilidade do PVC deve-se, em parte, também à sua adequação aos mais variados processos de moldagem, podendo ser injetado, extrudado, calandrado ou espalmado (MULDER, 2001; RODOLFO, 2006)

O PVC possui um amplo mercado consumidor, desde tubos e perfis rígidos para uso na construção civil até brinquedos e laminados flexíveis para acondicionamento de sangue e plasma, sendo considera o segundo plástico mais consumido no mundo (SADAT-SHOJAI, 2011). A figura 2 mostra o perfil do mercado de PVC no Brasil em 2010.

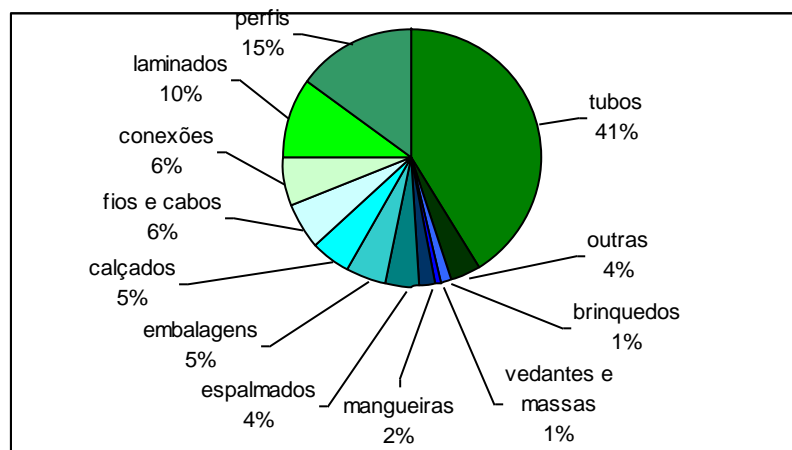


Figura 2 – Perfil do mercado do PVC no Brasil em 2010 (%)

Fonte: Abiplast (2010)

O tempo de vida útil de um produto de PVC antes de seu descarte para o meio ambiente é bastante longo, chegando a mais de 20 anos, caracterizando-se como um material de aplicações de longo ciclo de vida (RODOLFO, 2006). No entanto, em certo momento do tempo estes produtos irão se transformar em resíduos, e um caminho para que esses resíduos não sejam dispostos em aterros é a reciclagem (SADAT-SHOJAI, 2011).

2.3 Matriz de Leopold

Apesar do seu papel vital na gestão ambiental, a avaliação dos impactos ambientais de um projeto é considerada como um dos elementos mais difíceis e menos compreendidos do processo, principalmente devido à sua natureza subjetiva (LAWRENCE, 2007; IJÄS, 2010).

Porém, ao ser traduzida em uma forma numérica, a avaliação dos impactos podem ser facilmente comparados e analisados pelas partes interessadas não envolvidas no processo de avaliação propriamente dita (IJÄS, 2010).

Para Ijäs (2010) a questão central no processo de avaliação de impacto ambiental é conseguir a máxima precisão na avaliação enquanto se assegura que os resultados obtidos permaneçam inteligível.

As matrizes de interações são técnicas bidimensionais que relacionam ações com fatores ambientais. Embora possam incorporar parâmetros de avaliação, são métodos basicamente de identificação. A interação entre os fatores dos eixos opostos permite estabelecer o impacto. As matrizes podem ser simples ou complexas, dependendo da quantidade de informações com que se trabalha (IBAMA, 2001).

Matriz de interação é uma maneira de organizar as informações em uma tabela disposta na forma de uma rede, onde as atividades do projeto se apresentam num eixo e as características ambientais em outro eixo.

As matrizes tiveram início a partir da tentativa de suprir as deficiências das listagens (*check-list*). Uma das mais difundidas nacional e internacionalmente foi 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, 2004; MAVROULIDOU, 2007; SOUSA, 2011).

Segundo Potrich (2007, p.166), o uso da Matriz de Leopold “permite uma rápida identificação, ainda que preliminar, dos problemas ambientais envolvidos em determinado processo, também permite identificar para cada atividade, os efeitos potenciais sobre as variáveis ambientais.” Sendo uma das ferramentas mais utilizadas na elaboração de EIA/RIMA no Brasil, ela permite avaliar impactos associados a quase todos os tipos de projetos.

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. Porém, devido à dificuldade de se trabalhar com tantas interações, vem sendo reduzida e adaptada de acordo com cada projeto (ROCHA, 2005; MAVROULIDOU, 2007; IJÁS, 2010; SOUSA, 2011).

Conforme Leopold *et al.* (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” (RICHIERI, 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, 2005).

Em uma dimensão, as características existentes e condições do meio ambiente são caracterizadas e incluem os seguintes componentes: características físicas e químicas, condições biológicas, fatores culturais e relações ecológicas. A outra dimensão envolve as ações propostas que podem causar impactos ambientais (SOUZA, 2011).

A Matriz de Leopold, com diversas variantes, tem sido utilizada em estudos, procurando associar os impactos de uma determinada ação de um empreendimento com as diversas características ambientais de sua área de influência (MOTA, 2002, MAVROULIDOU, 2007).

Cada célula da matriz mostra a relação entre as atividades do projeto e a característica ou condição ambiental, qualificando a magnitude e a importância. Essa matriz foi então adaptada por diversos autores que a tornaram quantitativa. A magnitude é colocada no canto superior esquerdo de cada célula e, a importância, no canto inferior direito, conforme mostra a figura 3. O valor 1 corresponde à menor deterioração, logo, a melhor situação ambiental.

O estabelecimento destes pesos constitui um dos pontos mais críticos, não só das técnicas matriciais, mas também dos demais métodos quantitativos (IBAMA, 2001). Para Costa (2005), a matriz de Leopold pode ser criticada neste sentido, pois, em sua concepção primeira não explicita, com clareza, as bases de cálculo das escalas de pontuação de importância e magnitude.

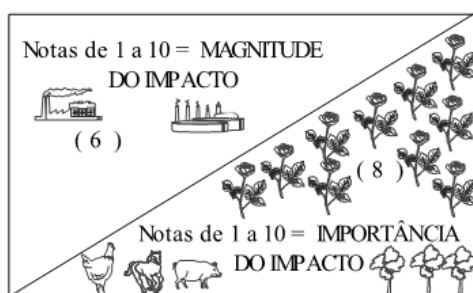


Figura 3 – Representa como colocar os “pesos” nas quadrículas e fazer a respectiva análise
Fonte: KURTZ (2002).

“A Matriz de Leopold apresenta uma grande deficiência por não considerar em sua análise aspectos temporais e espaciais e leva em conta somente os impactos diretos do projeto” (FOGLIATTI, 2004, p.48).

Porém, conforme apontam Mota (2002), Fogliatti (2004) e Costa (2005), as vantagens desta ferramenta superam as desvantagens, pois o método além de permitir fácil compreensão dos resultados, aborda fatores biofísicos e sociais. Também permite utilizar poucos dados na sua elaboração, sendo eles qualitativos e quantitativos. Possui caráter multidisciplinar, baixo custo e simplicidade na elaboração, apresentando boa orientação e disposição visual.

Até mesmo os métodos mais simples de avaliação oferecem uma base adequada para o processo de tomada de decisão, desde que a formulação do problema e a justificação das decisões possam ser apresentadas de forma clara juntamente com os resultados finais (HAJKOWICZ, 2008; IJÄS, 2010; SOUSA, 2011).

3. Materiais e métodos

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. Além das roupas impermeáveis, objeto deste estudo, possui um mix completo de produtos para esse mercado, entre eles polainas, mochilas, botas, coletes refletivos, capa para motos, capa para banco de moto, jaquetas para o frio, entre outros produtos.

A principal matéria-prima é o PVC (Policloreto de Vinila). 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, se obtém o cloro, que

representa 57%, em peso, do PVC. Os 43% restantes são obtidos a partir do petróleo, utilizado na forma de eteno (RODOLFO, 2006).

Para a aplicação em roupas impermeáveis, visando uma maior resistência, o PVC é revestido internamente de poliéster. A união desses dois materiais é conhecida tecnicamente como napa. Podendo variar em cor e espessura, a napa é responsável por 97% da composição dos produtos, com um consumo anual de 720 toneladas. O restante é formado por aviamentos diversos como botões, zíperes e velcros.

A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória, implementada através de estudo de caso, utilizando-se para tal, os recursos da pesquisa bibliográfica, coleta de dados, além de entrevistas realizadas com os colaboradores da empresa. Os dados foram coletados mediante procedimentos diversos: análise de documentos, entrevistas, depoimentos pessoais, observações e análises de processo.

Durante os anos de 2009, 2010 e 2011, acompanhou-se o processo produtivo e seus principais procedimentos na empresa em estudo. Com um intervalo de tempo de 3 anos foi possível visualizar diferentes comportamentos do processo e do mercado, visto que o produto possui uma demanda sazonal.

Inicialmente os produtos foram agrupados em família, de acordo com especificações técnicas e fração do mercado consumidor ao qual se destinam. Em seguida, a partir do histórico de produção no período selecionado, elaborou-se uma curva ABC objetivando identificar a família de produtos de maior representatividade. A partir dessa identificação, montou-se um fluxograma do seu processo produtivo, com as principais operações fabris envolvidas.

Fundamentado na matriz original de Leopold (1971) e no conhecimento de algumas matrizes adaptadas por importantes autores como Kurtz (2002), Mota (2002), Rocha (2005), Costa (2005), Richieri (2006) e Schneider (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 desenvolveu-se em 3 etapas. Na primeira foram identificadas as atividades potencialmente impactantes ao meio ambiente e os aspectos ambientais existentes que podem ser afetados por essas atividades. Em seguida, cada cruzamento proposto pela matriz foi ponderado quanto a magnitude e importância. Para a magnitude foi considerado a soma dos pesos determinados para os atributos extensão, periodicidade e intensidade. Já a importância é o resultado da soma dos valores dos atributos de ação, ignição e criticidade.

O resultado da ponderação de atributos não é uma medida do impacto, no sentido físico de uma grandeza que possa servir de padrão para avaliar outras do mesmo gênero, mas uma apreciação qualitativa da importância do Impacto (Sánchez, 2006). Nas tabelas 1 e 2 estão expostas as ponderações de cada atributo para a formação do peso final.

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 pára 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.

Tabela 1 – Ponderação dos valores (pesos) para os atributos de magnitude
Fonte: Adaptado de Rocha (2005).

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.

Tabela 2 – Ponderação dos valores (pesos) para os atributos de importância
Fonte: Adaptado de Rocha (2005).

A última etapa consiste 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. A figura 4 mostra a matriz de leopold adaptada pelo autor.

MATRIZ DE LEOPOLD ADAPTADA										
Atividades	Aspectos Ambientais								MÉDIAS	ÍNDICE FINAL
	Aspecto Ambiental "1"	Aspecto Ambiental "n"		
Atividade "1"										
.....										
.....										
.....										
Atividade "n"										

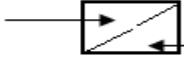


Figura 4: Matriz de Leopold Adaptada

4. Resultados e discussão

A empresa em estudo possui seus produtos segmentados por família. Porém, delimitou-se os esforços em encontrar a atividade mais impactante dentre a família de maior representatividade. Analizando a curva ABC de produção dos anos de 2009, 2010 e 2011 identificou-se a família de Conjuntos Napa com 73,15% de participação, a qual norteou restante do trabalho.

Como o processo produtivo para a confecção das roupas impermeáveis possui uma seqüência para ser executado, tornou-se mais prático adotar as etapas de produção a fim de identificar 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 da empresa, foram listadas na horizontal 9 atividades potencialmente impactantes ao meio ambiente e na vertical 12 aspectos ambientais existentes que podem ser afetados por essas ações, totalizando 108 células de interações.

Consideram-se as seguintes atividades como potencialmente impactantes: Recebimento, Armazenagem, Corte, Solda, Costura, Revisão, Embalamento, Armazenagem Final e Expedição. Os aspectos ambientais existentes foram distribuídos em 3 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, Infra-estrutura, 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 5 mostra a Matriz de Leopold adaptada para o processo de fabricação das roupas impermeáveis com as ponderações de magnitude e importância subdivididos conforme seus atributos.

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

Magnitude		M	I	Importância		NI = Não Impactante	
Extensão (1 a 4)	→	←		Ação (1 a 4)	→	←	
Periodicidade (1 a 3)	→	←		Iguição (1 a 3)	→	←	
Intensidade (1 a 3)	→	←		Criticidade (1 a 3)	→	←	
Soma Magnitude	→	←		Soma Importância	→	←	

Figura 5 – Matriz de Leopold adaptada mostrando os atributos de magnitude e importância

Na figura 6, os pesos dos atributos de magnitude e importância estão somados formando dois valores apenas, facilitando a visualização da matriz.

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	NI NI	4 4	NI NI	NI NI	NI NI	NI NI	4,3 3,8	15,9
Corte	NI NI	7 7	7 7	8 7	NI NI	NI NI	NI NI	10 9	NI NI	NI NI	NI NI	NI NI	8,0 7,5	60,0
Solda	NI NI	7 7	7 7	7 5	NI NI	NI NI	NI NI	6 8	NI NI	NI NI	NI NI	NI NI	6,8 6,8	45,6
Costura	NI NI	7 7	7 7	7 5	NI NI	NI NI	NI NI	6 8	NI NI	NI NI	NI NI	NI NI	6,8 6,8	45,6
Revisão	NI NI	5 4	5 4	5 5	NI NI	NI NI	NI NI	5 5	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	NI NI	4 4	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	NI NI	4 4	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 6 – Matriz de Leopold adaptada

A Figura 7 mostra a hierarquização dos impactos ambientais. Nota-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 de índice. Na seqüência, estão as atividades Revisão (22,5), Armazenagem (15,9), Embalamento (15,9), Armazenagem Final (15,9), Recebimento (14,1) e Expedição (14,1).

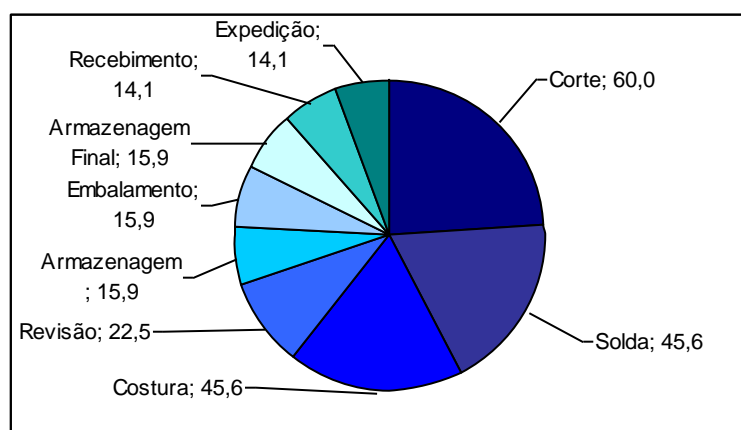


Figura 7 – Hierarquização das atividades por índice de impacto

5. Considerações finais

Ferramentas que propiciem uma avaliação de impactos ambientais são importantes na elaboração de planos de Gestão Ambiental ao fornecerem subsídios para a definição e preparação de programas e projetos, afim de preservar a qualidade ambiental que está sendo, ou que possa vir a ser comprometida, caso as ações impactantes não sejam interrompidas e/ou minimizadas.

Na empresa em estudo, apesar de já existirem programas que visam melhores práticas de planejamento tanto na alocação de recursos materiais como máquinas e equipamentos, não se conhecia qual a atividade mais impactante do processo.

A adaptação na Matriz de Leopold provou ser eficaz, identificando a atividade mais impactante, através da interação entre as ações do empreendimento e seus impactos sobre as diversas características de um meio, contendo quadros onde são identificados e avaliados os impactos de cada atividade.

Referências

ABIPLAST – Associação Brasileira da Indústria do Plástico. Perfil da indústria brasileira de transformação de material plástico 2010. São Paulo, 2010.

AGUDELO-VERA, C.M.; et al. *Resource management as a key factor for sustainable urban planning*. Journal of Environmental Management, Vol. 92, p. 2295-2303, 2011.

AGUIAR, A. & PHILIPPI, A.J. *Reciclagem de plásticos de resíduos domésticos: problemas e soluções*. Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, Lima: 1998.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

CANTOR, K.M. & WATTS, P. *Introduction to the Plastics Industry*. Applied Plastics Engineering Handbook, 2011.

CARDOSO, L.M.F. *Indicadores de Produção Limpa: uma proposta para análise de relatórios ambientais de empresas*. Dissertação (Mestrado em em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo), Universidade Federal da Bahia, Salvador: 2004.

COSTA, M.V.; CHAVES, P.S.V. & OLIVEIRA, F.C. *Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará*. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Anais INTERCON, Rio de Janeiro, 2005.

CRAMER, M.P. *Estudo de reaproveitamento de resíduos na Indústria do Plástico, com apoio da Logística Reversa*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Administração), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio De Janeiro. *Manual de Gerenciamento de Resíduos: Guia de procedimento passo a passo*. Rio de Janeiro: GMA, 2006.

FOGLIATTI, M.C.; FILIPPO, S. & GOUDARD, B. Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

HAJKOWICZ, S.A. *Supporting multi-stakeholder environmental decisions*. Journal of Environmental Management, Vo. 88, n. 4, p. 607-614, 2008.

IBAMA. *Instrumentos de Planejamento e Gestão Ambiental para a Amazônia, Cerrado e Pantanal*. Demandas e Propostas: Metodologias de avaliação de impacto ambiental – 37. Brasília: Ed. IBAMA, 2001.

IJÄS, A.; KUITUNEN, M.T. & JALAVA, K. Developing the RIAM method (rapid impact assessment matrix) in the context of impact significance assessment. Environmental Impact Assessment Review Vol. 30, p. 82–89, 2010.

JOVANE F.; et al. *The incoming global technological and industrial revolution towards competitive*

- sustainable manufacturing*. Manufacturing Technology, Vol. 57, p. 641–659, 2008.
- KURTZ; F.C. ; et al.** *Avaliação de impactos ambientais na ilha das Flores, Porto Alegre (RS)*. In: I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, Anais.... Aracaju, 2002.
- LAWRENCE D.P.** *Impact significance determination - back to basics*. Environ Impact Asses Rev, Vol.27, p. 755–69, 2007.
- LEOPOLD, L.B.; et al.** *A procedure for evaluating environmental impact*. Washington: U. S. Geological Survey, 1971.
- MAVROULIDOU, M.; HUGHES, S.J. & HELLAWELL, E.E.** *Developing the interaction matrix technique as a tool assessing the impact of traffic on air quality*. Journal of Environmental Management, Vol.84, p. 513–522, 2007.
- MERCADO, A. & CÓRDOVA, K.** *Desarrollo sustentable - industria: más controversias menos respuestas*. Ambiente & Sociedad. Vol 8, n. 1, 2005.
- MOTA, S. & AQUINO, M.D.** *Proposta de uma matriz para avaliação de impactos ambientais*. In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais SIBESA, Vitória: 2002.
- MULDER, K. & KNOT, M.** *PVC plastic: a history of systems development and entrenchment*. Technology in Society, Vol. 23, p. 265-286, 2001.
- NETO, A.S.; et al.** *Contribuições para a inovação na gestão dos sistemas locais de coleta-reciclagem*. In: XVIII Simpósio de Engenharia de Produção, São Paulo: Anais SIMPEP, 2010.
- PACHECO, E.B.A.V.; et al.** *An overview of plastic recycling in Rio de Janeiro*. Resources, Conservation and Recycling, Vol. 60, p.140-146, 2012.
- PIMENTA, H.C.D & GOUVINHAS, R.P.** *Implementação da produção mais limpa na indústria de panificação de Natal-RN*, In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu: Anais ABEPRO, 2007.
- PLASTIVIDA** - Instituto Sócio-Ambiental dos Plásticos. *Os Plásticos: matéria-prima*. Disponível em http://www.plastivida.org.br/2009/Plasticos_MateriaPrima.aspx. - Acesso em 25/01/2012
- POTRICH, A. L.; TEIXEIRA, C.E. & FINOTTI, A.R.** *Avaliação de impactos ambientais como ferramenta de gestão ambiental aplicada aos resíduos sólidos do setor de pintura de uma indústria automotiva*. Estudos Tecnológicos em Engenharia, Vol. 3, n. 3, p. 162-175, 2007.
- RADONJIC, G. & TOMINC, P.** *The role of environmental management system on introduction of new technologies in the metal and chemical/paper/plastics industries*. Journal of Cleaner Production. Vol. 15, p. 1482-1493, 2007.
- RICHERI, S.M.M.** *Estudo do impacto das mudanças climáticas globais nos mangues tropicais*. Dissertação (mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) Escola de Engenharia Mauá, 2006.
- ROCHA, J.S.M.; GARCIA, S.M. & ATAIDES, P.R.V.** *Manual de avaliações de impactos e passivos ambientais*. Santa Maria: Ed. Palloti, 2005.
- RODOLFO JR.; et al.** *Tecnologia do PVC*. 2ª ed. São Paulo: ProEditores: Braskem, 2006.
- SADAT-SHOJAI, M. & BAKHSHANDEH, G.R.** *Recycling of PVC wastes*. Polymer Degradation and Stability, Vol. 96, p. 404-415, 2011.
- SÁNCHEZ, L. E.** *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. São Paulo: Oficina de Textos, 2006
- SCHNEIDER, V.E.; et al.** *Proposta metodológica para avaliação das ações antrópicas impactantes aplicada a elaboração de planos ambientais municipais*. In: 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre, 2011.
- SOUSA, R.N.; et al.** *A simplified matrix of environmental impacts to support an intervention program in a small-scale mining site*. Journal of Cleaner Production, Vol. 19, p.580-587, 2011.
- SPERANDIO, S.A. & GASPARGAR, M.A.** *Gestão Socioambiental em Empresas Industriais*. Rev. Adm. UFSC, Vol. 2, n. 1, p. 21-40, 2009.