

## VI-053 – PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA METAL-MECÂNICA

**Leandro Dóro Tagliari<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Mecânico. Mestrando em Engenharia na Universidade de Passo Fundo.

**Adalberto Pandolfo**

Engenheiro civil. Doutor em Engenharia da Produção. Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade de Passo Fundo.

**Marcele Salles Martins**

Arquiteta e Urbanista. Mestre em Engenharia. Docente da Escola de Arquitetura e Urbanismo do Complexo de Ensino Superior Meridional – IMED.

**Aline Pimentel Gomes**

Engenheira civil. Mestre em Engenharia.

**Patricia Dal Moro**

Engenheira Ambiental. Mestranda em Engenharia na Universidade de Passo Fundo.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Primeiro de Abril, 275 – São José – Passo Fundo - RS - CEP: 99052-370 - Brasil - Tel: (54) 9907-5600 - e-mail: [leandrotagliari@upf.br](mailto:leandrotagliari@upf.br)

### RESUMO

A produção mais limpa é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada nos processos produtivos, nos produtos e nos serviços, para reduzir os riscos relevantes aos seres humanos e ao meio ambiente. É um programa a ser aplicado em empresas, buscando soluções para os problemas ambientais, gerando vantagens econômicas em todos os estágios das atividades. Este trabalho tem como o uso do processo de Produção mais Limpa em uma Empresa Metal-mecânica, visando um processo fabril mais responsável perante o meio ambiente. A metodologia desenvolvida no processo de produção mais limpa na empresa em estudo abordará: estratégias básicas e balanços energéticos; antecipação e monitoramento; controle de poluição nos processos; tecnologias de produtos; logística de suprimentos; tratamento e minimização; descarte e disposição. A implantação do processo de produção mais limpa na empresa em estudo, possibilitará aos seus diretores deslumbrar o ganho de sustentabilidade, competitividade e redução de custos de fabricação, movimentações e inspeções, bem como os benefícios ambientais, os treinamentos e envolvimento dos funcionários, evidenciando uma futura cultura ambiental na empresa e na vida cotidiana dos colaboradores, com a adoção de condutas mais racionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Produção mais Limpa, Desenvolvimento Sustentável, Gestão Ambiental, e Minimização de Impactos Ambientais.

### INTRODUÇÃO

Organizações de todos os tipos estão cada vez mais preocupadas com o desempenho ambiental correto, por meio de controle dos impactos de suas atividades, produtos e serviços sobre o meio ambiente, coerente com sua política e seus objetivos ambientais. Agem assim dentro de um contexto de legislação cada vez mais exigente, do desenvolvimento de políticas econômicas e outras medidas visando adotar a proteção ao meio ambiente e de uma crescente expressão pelas partes interessadas em relação às questões ambientais e ao desenvolvimento sustentável.

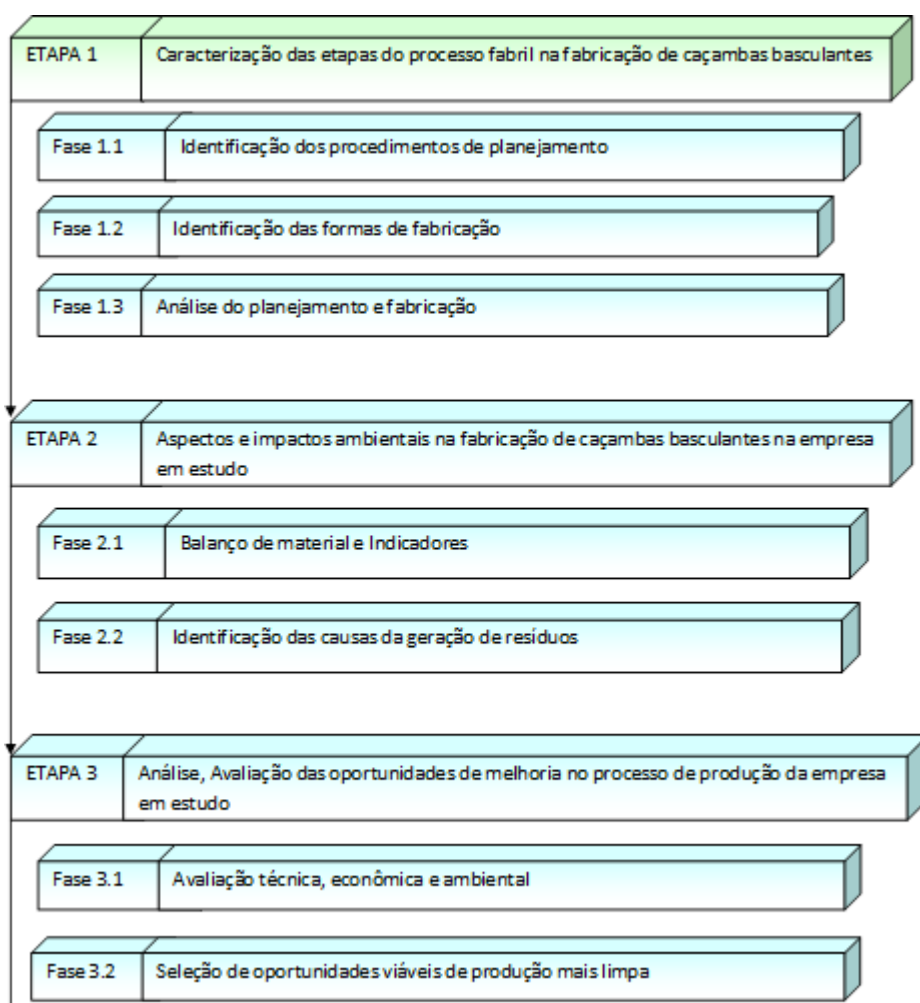
A produção mais limpa é a aplicação contínua de uma ferramenta favorável à atuação das empresas de forma preventiva em relação aos seus aspectos ambientais, através da minimização de impactos associados à minimização de custos e otimização de processos, recuperação e otimização do uso de matérias-primas e energia, tendo de forma geral ganho de produtividade a partir de um controle ambiental preventivo.

Tecnologias ambientais convencionais trabalham principalmente no tratamento de resíduos e emissões gerados em um processo produtivo. São as chamadas técnicas de fim de tubo. A produção mais limpa pretende integrar os objetivos ambientais aos processos de produção, a fim de reduzir os resíduos e as emissões em termos de quantidade e periculosidade. São utilizadas várias abordagens visando a Produção mais Limpa e a minimização de resíduos.

Portanto, o trabalho tem por objetivo propor o uso do processo de Produção mais Limpa em uma Empresa Metal-mecânico, visando um processo fabril mais responsável perante o meio ambiente.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos adotados para o desenvolvimento do trabalho seguirá a estrutura do fluxograma da Figura 01.

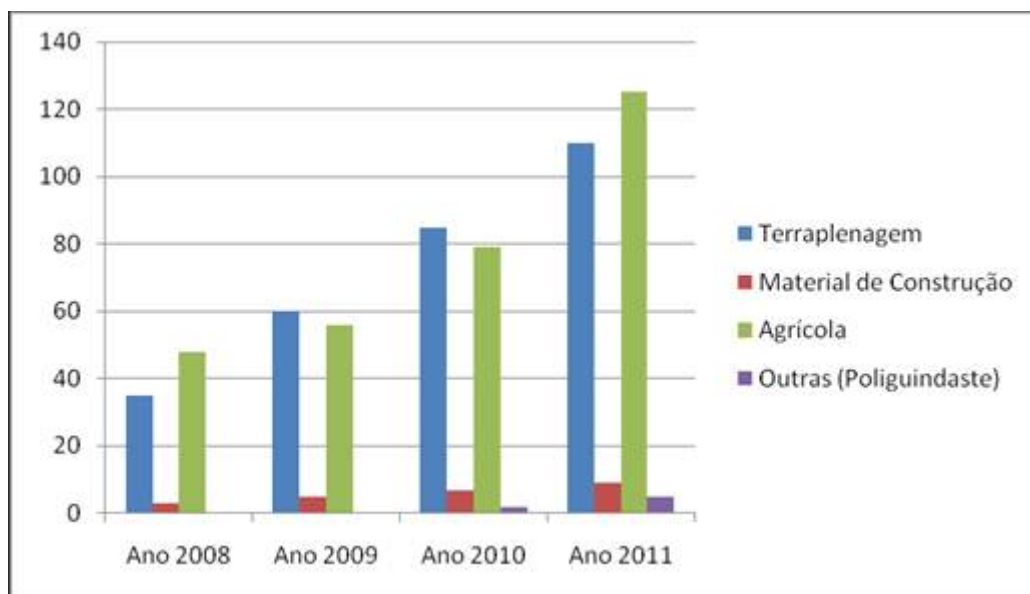


**Figura 01: Procedimentos metodológicos para o desenvolvimento do trabalho.**

### **PRIMEIRA ETAPA: Caracterização das etapas do processo fabril na fabricação de caçambas basculantes:**

A pesquisa sobre o processo de fabricação foi realizada no ano de 2011, mas para melhor se entender o produto pesquisado se faz necessário incluir informações referentes ao planejamento da fabricação de caçambas basculantes nos anos anteriores.

Conforme dados, disponibilizados pela empresa em estudo, a cada ano a sua produção de caçambas basculantes vem aumentando significativamente, este aumento de produção é definido pelas alterações no produto que na maioria das aplicações eram fabricadas caçambas de madeira e devido às questões ambientais e tecnológicas estão sendo substituídas pelas caçambas basculantes de aço. A figura 02 ilustra as demandas referentes aos anos de 2008 a 2011.



Fonte: Empresa em estudo

Figura 02: Quantidade de caçambas basculantes fabricadas pela empresa em estudo (2008 a 2011)

## RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

A fabricação de caçambas basculantes obedece a uma linha de produção de fluxo contínuo, iniciando no processo de corte de materiais conforme especificações técnicas em máquina operatriz de conformação do tipo guilhotina e dobradeira. A montagem do chassi, assoalho e laterais das caçambas basculantes são unidas pelo processo de solda MAG, utilizando gases e arames na mesma composição da matéria-prima que garantirão a união e a resistência mecânica solicitada. A limpeza da solda é realizada manualmente com picaretas e é realizada uma pré-avaliação pelo coordenador do setor no intuito de corrigir possíveis falhas na soldagem. O processo por jato de granalha é utilizado para limpar o material metálico, eliminar graxas, gorduras da caçamba basculante e eliminar possíveis corrosões superficiais que o aço possa conter devido a exposição do material a nocividade do ambiente.

Logo após a caçamba está preparada para a primeira camada de tinta, a pintura com fundo anti-corrosivo ou primer, deve ser aplicada logo após o jato e granalha e serve como camada protetora para o aço. Em seguida tem-se a pintura esmalte, definida pelo cliente e pré especificada na ordem de serviço. São necessárias duas demão de tinta no produto, com tinta esmalte, para se ter as devidas garantias pré-definidas, conforme especificações de engenharia. Após o período de secagem a caçamba é deslocada para a área de expedição e retoques, aonde é montado o conjunto hidráulico, adesivos reflexivos, placa de identificação.

## ETAPA 1: IDENTIFICAR E CARACTERIZAR O PROCESSO FABRIL NA FABRICAÇÃO DE CAÇAMBAS BASCULANTES

### FASE 1.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE PLANEJAMENTO

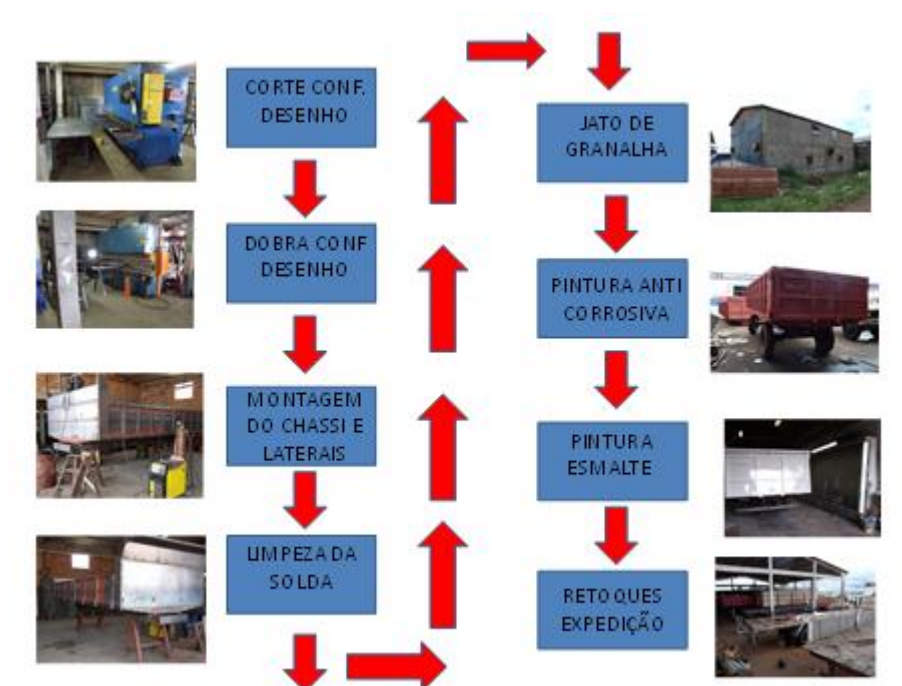
Os procedimentos adotados para planejar a fabricação seguem as necessidades da área comercial da empresa em estudo, estoques de materiais e componentes são definidos pelo setor de planejamento e controle da

produção e este toma por referência para as tomadas de decisão o relatório prévio de consumo dos últimos 03 meses onde é gerada a curva abc de consumo.

## FASE 1.2 IDENTIFICAÇÃO DAS FORMAS DE FABRICAÇÃO

O processo de fabricação inicia no corte e dobra, montagem do chassi e laterais com soldagem, limpeza da solda e posterior jato de granalha, e retornando para pintura com fundo anti-corrosivo e pintura final com tinta esmalte, posterior acabamento final, adesivagem e retoques, emplacamento e expedição.

A figura 03 descreve as formas de fabricação de uma caçamba basculante pela empresa em estudo:



Fonte: Empresa em estudo

Figura 03: Identificação das Formas de fabricação

Durante o processo de fabricação a comunicação é realizada na forma verbal e escrita, verbal através das instruções dos coordenadores e dos diretores que tramitam na linha de fabricação coordenando as tarefas. A forma escrita é gerada através das informações da área técnica que fixa em cada equipamento, por meio de abraçadeiras de nylon e dentro de sacos plásticos uma cópia da ordem de serviço que discrimina as tarefas a serem executadas em cada caçamba, bem como a lista de peças fabricada e adquirida de terceiros, deverá ser montada em cada equipamento conforme a especificação do pedido. Todos os documentos gerados partem da área técnica e do planejamento pré-definido, conforme a necessidade do cliente. Também são utilizados registros fotográficos durante o processo de fabricação, estes são utilizados pela área técnica na confecção de manuais de orientação ao cliente no sentido de auxiliar na manutenção e precaver a empresa em estudo de futuras lesões judiciais por mau uso e indenizações.

## FASE 1.3 ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E FABRICAÇÃO

A análise de planejamento e fabricação devem trabalhar de forma relacionada, para que haja ganhos nos processos fabris, observou-se que na empresa em estudo muitas vezes este processo não acontece. Acarretando perdas de produtividade.

## SEGUNDA ETAPA: Aspectos e impactos ambientais na fabricação de caçambas basculantes na empresa em estudo

Quadro 1: Identificação dos aspectos e impactos ambientais no setor industrial

Setor Industrial – Estamparia	
Atividade Industrial – Corte e Dobramento	
Aspectos Ambientais	Impactos Ambientais
Consumo de energia elétrica	Alteração dos recursos naturais
Estopas com óleo	Contaminação do solo, água e ocupação do aterro
Fumo metálico	Geração de poluentes atmosféricos
Graxa	Contaminação do solo e água
Limalha de ferro	Geração de poluentes atmosféricos e contaminação do solo
Luvas com óleo	Contaminação do solo, água e ocupação do aterro
Madeira	Ocupação do aterro
Óleo lubrificante	Contaminação do solo e água
Panos mecânico com óleo	Contaminação do solo, água e ocupação do aterro
Papelão	Ocupação do aterro
Plásticos (filme)	Ocupação do aterro
Resíduos de aço	Contaminação do solo
Retalhos de lixas	Ocupação do aterro
Ruídos	Aumento dos índices de ruídos, incômodo para a vizinhança
Thíner	Contaminação do solo e água
Vibrações	Aumento dos índices de ruídos, incômodo para a vizinhança

O Quadro 1 apresentado descreve o levantamento de todos os aspectos e impactos ambientais no setor industrial de estamparia da empresa em estudo, sendo que o levantamento dos aspectos ambientais se deu por visitas técnicas e levantamento fotográfico na empresa em estudo.

Na atividade industrial obteve-se 16 aspectos ambientais, dentre os aspectos levantados temos: ruídos, vibrações, óleo lubrificante (SAE 68), plásticos (filme), retalhos de lixas, limalha de ferro, panos mecânico com óleo, thinner, papelão, fumo metálico, madeira, graxa, estopas com óleo, luvas com óleo, resíduos de aço e consumo de energia elétrica. Vale ressaltar que o aspecto ambiental pode ter mais do que um impacto ambiental.

A identificação e classificação dos aspectos e impactos ambientais estão apresentadas no Quadro 2, que descreve os valores obtidos a partir do método de Leopold (LEOPOLD, 1971).

O Quadro 2, classificou os impactos ambientais de acordo com o método matricial de Leopold, tendo em vista, um valor total para caráter, importância, magnitude e duração, dando origem a um somatório para cada aspecto ambiental no setor da empresa em estudo. A pontuação total levantada no setor industrial teve um valor significativo de 2922 pontos para o setor de estamparia.

Devido a isso, a avaliação dos aspectos e impactos ambientais da atividade industrial resultou num valor final para cada aspecto, os valores obtidos pelo método são classificados como aspectos significativos e não significativos. Os valores com maior escala de pontuação são classificados como aspecto não significativo. Os valores que apresentam uma escala de menor pontuação são classificados como aspectos significativos.

Não se tem dados concretos na bibliografia para avaliação final dos aspectos e impactos ambientais que informa um valor significativo na pontuação final. O valor total para cada aspecto é definido através de um Ecotime ou pela administração da empresa que vai avaliar os aspectos e impactos ambientais com maior ou menor



significância. Mas com base na bibliografia podemos classificar os aspectos e impactos adotando pesos quantitativos em uma matriz, o que permite visualizar qual aspecto é mais significativo.

Desta forma é possível direcionar todos os esforços da empresa para a atividade que apresentam os impactos ambientais mais significativos. Na área ambiental, é muito rara a precisão científica e a existência de dados exatos para comprovação do impacto ambiental. Resumindo, uma avaliação de impacto ambiental pode ser efetuada através das seguintes etapas:

- 1- Levantamento dos processos e atividades envolvidos;
- 2- Identificação dos Aspectos Ambientais;
- 3- Identificação dos Impactos Ambientais;
- 4- Classificação e Avaliação da Significância dos Impactos Ambientais;
- 5- Definição de Ações de Gerenciamento.

Com estas informações, o responsável pela empresa já pode ter uma ideia das avaliações de aspectos e impactos ambientais, como base da gestão ambiental, e aplicar um método viável para a empresa.



Quadro2: Identificação e classificação dos aspectos e impactos ambientais pela matriz de Leopold

MATRIZ DE LEOPOLD											
Setor Industrial – Estamparia											
Atividade Industrial – Corte e Dobramento											
<div>Impacto</div> <div>Aspecto</div>	Contaminação do solo	Contaminação da água	Ocupação do aterro	Poluição atmosférica	Aumento dos índices de ruídos	Incômodo para a vizinhança	Desvalorização das áreas do entorno	Alteração dos recursos naturais	SOMATÓRIO		TOTAL
Consumo de energia elétrica	2 7	2 7	2 8	2 8	2 8	2 8	2 8	2 7	16	61	187
	5 9	5 9	5 9	5 9	5 9	5 9	5 9	3 9	38	72	
Estopas com óleo	2 6	2 6	2 6	2 8	2 8	2 7	2 6	2 6	16	53	177
	3 10	3 9	4 10	5 9	5 9	5 10	3 10	3 10	31	77	
Fumo metálico	2 8	2 8	2 8	2 6	2 8	2 7	2 7	2 8	16	60	184
	5 9	5 9	5 9	3 10	5 9	4 9	4 9	4 9	35	73	
Graxa	2 7	2 7	2 8	2 8	2 8	2 8	2 8	2 7	16	61	185
	3 10	3 9	4 9	5 9	5 9	5 9	5 9	4 10	34	74	
Limalha de ferro	2 7	2 8	2 7	2 6	2 7	2 8	2 8	2 8	16	59	183
	4 10	4 9	5 9	4 10	3 10	5 9	4 9	4 9	33	75	
Lixas usadas	2 7	2 7	2 7	2 8	2 7	2 7	2 8	2 8	16	59	176
	3 10	3 9	4 9	4 9	3 9	3 9	4 9	4 9	28	73	
Luvas com óleo	2 6	2 6	2 6	2 8	2 8	2 7	2 7	2 7	16	55	176
	3 10	3 9	4 9	5 9	5 9	4 9	3 10	3 10	30	75	
Madeira	2 7	2 7	2 7	2 8	2 8	2 7	2 7	2 7	16	58	184
	5 9	5 9	3 10	5 9	5 9	5 9	4 10	3 10	35	75	
Óleo lubrificante (SAE 68)	2 7	2 8	2 8	2 8	2 8	2 8	2 8	2 7	16	62	188
	4 9	4 9	5 9	5 9	5 9	5 9	5 9	5 9	38	72	
Panos mecânicos com óleo	2 6	2 6	2 6	2 8	2 8	2 7	2 7	2 6	16	54	178
	3 10	3 10	3 10	5 9	5 9	5 10	3 10	3 10	30	78	
Papelão	2 7	2 8	2 7	2 8	2 8	2 7	2 7	2 7	16	59	184
	4 9	4 9	3 10	5 9	5 9	4 10	4 10	4 10	33	76	
Plástico (filmes)	2 7	2 8	2 7	2 8	2 8	2 8	2 8	2 7	16	61	187
	5 9	5 9	5 10	5 9	5 9	4 9	4 9	4 9	37	73	
Resíduos de aço	2 6	2 6	2 8	2 8	2 7	2 6	2 6	2 6	16	53	177
	3 10	3 10	5 9	5 9	4 10	3 10	3 10	4 10	30	78	
Ruídos	2 8	2 8	2 8	2 6	2 6	2 6	2 7	2 8	16	57	181
	5 9	5 9	5 9	3 10	3 10	3 9	5 9	5 9	34	74	
Tíner	2 7	2 7	2 8	2 7	2 8	2 8	2 8	2 8	16	61	188
	5 9	5 9	5 9	4 9	5 9	5 9	5 9	5 9	39	72	
Vibrações	2 8	2 8	2 8	2 6	2 6	2 8	2 8	2 8	16	60	187
	5 9	5 9	5 9	4 10	4 10	4 9	5 9	5 9	37	74	
Valor Total do Setor Industrial - Estamparia											2922

O Quadro 3 descreve a classificação da atividade industrial da empresa, relacionado a cada aspecto ambiental encontrado dentro do setor de estamparia. Como pode ser visto, para cada aspecto tem um valor total, isso representa o somatório dos quadrículos de cada impacto ambiental exibido no método de Leopold. O somatório dos quadrículos se deu pelo caráter, magnitude, importância e duração, mas não se encontra na literatura para ver a classificação desse somatório, se a classificação é significativa ou não significativa e sim os pesos para cada quadrículo. Pelo somatório de cada aspecto podemos classificar o valor total, ou seja, os aspectos que tiverem um valor mais próximo de 176 são classificados como significativo e os aspectos que tiverem valores mais próximos de 188 são classificados como não significativo. O somatório desses aspectos para o setor de estamparia ficou com 2922 pontos, essa pontuação pode ser comparada com outras atividades da empresa em estudo, a partir disso podemos comparar qual atividade tem mais aspectos/impactos significativos e adotarmos um procedimento para minimização destes.

Quadro 3: Classificação dos aspectos ambientais pela matriz de Leopold

<b>Setor Industrial – Estamparia</b>		
<b>Atividade Industrial – Corte e Dobramento</b>		
<b>Descrição do Aspecto</b>	<b>Valor Total</b>	<b>Classificação</b>
Lixas usadas	176	Significativo
Luvas com óleo	176	Significativo
Estopas com óleo	177	Significativo
Resíduos de aço	177	Significativo
Panos mecânicos com óleo	178	Significativo
Ruídos	181	Significativo
Limalha de ferro	183	Significativo
Fumo metálico	184	Não Significativo
Madeira	184	Não Significativo
Papelão	184	Não Significativo
Graxa	185	Não Significativo
Consumo de energia elétrica	187	Não Significativo
Plástico (filmes)	187	Não Significativo
Vibrações	187	Não Significativo
Óleo lubrificante (SAE 68)	188	Não Significativo
Tíner	188	Não Significativo
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>2922</b>	

Na atividade industrial obteve-se 16 aspectos ambientais, dentre os aspectos levantados temos: ruídos, vibrações, óleo lubrificante (SAE 68), plásticos (filme), retalhos de lixas, limalha de ferro, panos mecânico com óleo, tíner, papelão, fumo metálico, madeira, graxa, estopas com óleo, luvas com óleo, resíduos de aço e consumo de energia elétrica. Vale ressaltar que o aspecto ambiental pode ter mais do que um impacto ambiental.

No Quadro 3 nota-se que a diferença de um aspecto ambiental pelo outro é de 12 pontos, essa diferença é muito pequena para classificar um aspecto ou impacto em significativo ou não significativo. Qualquer atribuição de um peso em um quadrículo pode mudar totalmente a classificação do aspecto/impacto.

De acordo com a identificação e classificação dos aspectos ambientais apresentado no método de pesquisa, pode ser descrito qualitativamente no Quadro 4.



Quadro4: Identificação e classificação dos aspectos e impactos ambientais

Setor Industrial – Estamparia					
Atividade Industrial – Corte e Dobramento					
Aspecto Ambiental			Impacto Ambiental		
Descrição do Aspecto	Forma	Situação N/A/E	Severidade B/M/A	Frequência B/M/A	Classificação B/M/A
Consumo de energia elétrica	Outros	N	B	A	Média Significância
Estopas com óleo	Sólido	N	M	A	Média Significância
Fumo metálico	Gasoso	N	M	M	Média Significância
Graxa	Líquido	A	B	M	Baixa Significância
Limalha de ferro	Sólido	N	M	A	Média Significância
Lixas usadas	Sólido	N	M	A	Média Significância
Luvas com óleo	Sólido	N	M	A	Média Significância
Madeira	Sólido	N	B	M	Baixa Significância
Óleo lubrificante (SAE 68)	Líquido	A	M	M	Média Significância
Panos mecânicos com óleo	Sólido	N	M	A	Média Significância
Papelão	Sólido	N	B	M	Baixa Significância
Plástico (filmes)	Sólido	N	B	M	Baixa Significância
Resíduos de aço	Sólido	N	M	A	Média Significância
Ruídos	Pressão sonora	N	M	A	Média Significância
Tíner	Líquido	A	B	B	Baixa Significância
Vibrações	Pressão sonora	N	B	A	Média Significância

Legenda: Situação do Aspecto: N (normal), A (anormal) e E (emergencial); Severidade do Impacto: B (baixa), M (média) e A (alta); Frequência/Probabilidade do Impacto: B (baixa), M (média) e A (alta).

A classificação dos aspectos e impactos ambientais no setor de estamparia da empresa obteve como resultados finais de Média Significância e Baixa Significância, isto é, definido através do cruzamento dos critérios de análise de severidade e frequência/probabilidade, conforme Quadro 3apresentado anteriormente, fornecendo a categoria final do aspecto ambiental em análise (POTRICH et al., 2007).

O Quadro 5 abaixo, apresenta os resultados da classificação dos aspectos e impactos ambientais em margens percentuais.

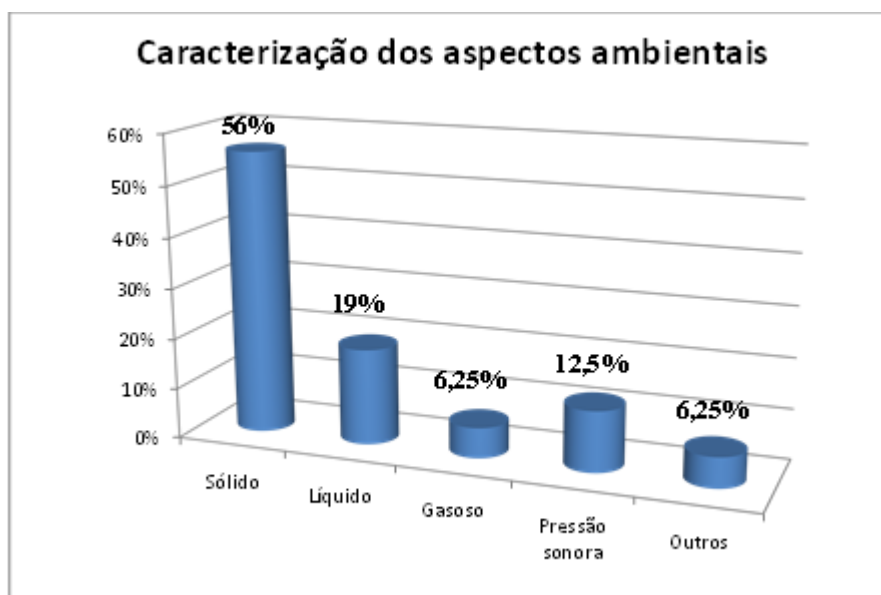
Quadro 5: Classificação dos aspectos e impactos ambientais

Setor Industrial – Estamparia		
Atividade Industrial – Corte e Dobramento		
Aspecto / Impacto	Classificação Severidade x Frequência	Porcentagem (%)
5	Baixa Significância	31,25
11	Média Significância	68,75
0	Alta Significância	0
<b>16</b>	<b>&lt;&lt; Total &gt;&gt;</b>	<b>100</b>

Como pode ser visto no Quadro 5 a maioria dos aspectos e impactos ambientais apresentou-se como média significância na classificação com 68,75%, baixa significância apresentou-se com 31,25% e alta significância não obtiveram-se resultados significativos do total dos aspectos e impactos ambientais levantados no setor de estamparia.

## RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA

Na figura 4, a maioria dos aspectos ambientais encontrados no setor industrial da empresa é proveniente de materiais sólidos atingindo um percentual de 56% dos aspectos ambientais levantados, seguido por aspectos líquidos com 19% e os outros aspectos somam junto 25%.



Fonte: Empresa em estudo

Figura 04: Caracterização dos aspectos ambientais

## AVALIAÇÕES DOS PROCESSOS MATRICIAIS

A situação da empresa em estudo encontra-se com grande número de aspectos e impactos ambientais nos setores industriais da empresa, foi levado em consideração, a diversidade dos aspectos e impactos na sua atividade industrial. O setor escolhido para o levantamento dos aspectos e impactos é o setor de estamparia onde se tem como atividade industrial o corte e o dobramento das chapas de aço.

Com isso, foram avaliados e classificados os aspectos e impactos ambientais no setor industrial da empresa. A avaliação dos processos matriciais se deu a partir da matriz modificada pela FIESP, processo matricial de Leopold e processo matricial de Leopold reformulado por L. Biachi que descrevem a situação ambiental do setor de estamparia da empresa em estudo.

O método mais utilizado no Brasil para identificar e classificar os aspectos e impactos ambientais é o processo matricial de Leopold, é um método quantitativo onde se atribui pesos ou símbolos nos quadrículos na sua matriz. Para a classificação dos resultados finais para cada aspecto ambiental exige uma dedicação ou atenção mais severa, pois o somatório do resultado final de cada aspecto tem uma escala de pontuação, essa escala se dá através do aspecto mais significativo pelo menos significativo, no meio termo dessa classificação tem vários aspectos ambientais onde a diferença de pontuação é mínima, ou seja, os resultados ficam com valores bem próximos uns dos outros dificultando a classificação dos aspectos em significativos e não significativos.

Pelo processo matricial de Leopold reformulado por L. Bianchi demonstrou uma maior avaliação em classificar os aspectos ambientais. Devido a isso, o processo apresenta nos valores finais para cada aspecto ambiental uma margem de diferença de um aspecto pelo outro maior no somatório dos pesos atribuídos em relação ao processo de Leopold, com isso, facilita para avaliação e classificação dos aspectos em significativos e não significativos.

A diferença de pontuação na classificação final pelo processo matricial de Leopold é de 12 pontos do aspecto mais significativo (lixas usadas) pelo aspecto não significativo (thinner) enquanto o processo matricial de Leopold reformulado por L. Bianchi apresenta uma diferença de pontuação na classificação final de 23 pontos do aspecto mais significativo (resíduos de aço) pelo aspecto não significativo (óleo lubrificante).

A matriz modificada pela FIESP apresenta a classificação qualitativa adotada por Barrow (1997) é de suma importância para avaliar os aspectos ambientais através do cruzamento de severidade e frequência/probabilidade, com isso permite um acréscimo para a avaliação final junto com os outros procedimentos apresentados.

Assim podemos definir que os impactos ambientais mais significativos no setor de estamparia da empresa em estudo são os abaixo descritos conforme os métodos empregados:

Método FIESP		Método Leopold			Método Leopold modificado por Bianchi	
Consumo de energia elétrica	Média Signif.	Lixas usadas	176	Signif.	Madeira	38
Estopas com óleo	Média Signif.	Luvas com óleo	176	Signif.	Ruídos	39
Fumo metálico	Média Signif.	Estopas com óleo	177	Signif.	Limalha de ferro	39
Limalhas de ferro	Média Signif.	Resíduos de aço	177	Signif.	Papelão	39
Lixas usadas	Média Signif.	Panos com óleo	178	Signif.	Lixas usadas	42
Luvas com óleo	Média Signif.	Ruídos	181	Signif.	Luvas com óleo	46
Óleo lubrificante (SAE 68)	Média Signif.	Limalha de ferro	183	Signif.	Estopas com óleo	49
Panos com óleo	Média Signif.				Panos com óleo	50
Resíduos de aço	Média Signif.				Resíduos de aço	51
Ruídos	Média Signif.					
Vibrações	Média Signif.					

Fonte: Empresa em estudo

Figura 05: Comparativo dos métodos empregados

Como resultado do setor de estamparia, podemos concluir que a importância dos impactos, analisando os três métodos empregados deve obedecer ao quadro 2 que define qual os impactos que devem ser mitigados conforme prioridade.

IMPACTO AMBIENTAL SETOR ESTAMPARIA
Resíduo de aço
Panos com óleo
Estopa com óleo
Limalha de ferro
Lixas usadas
Ruído

Figura 06: Importância dos Impactos para o setor de estamparia da empresa em estudo

## FASE 2.1 BALANÇO DE MATERIAIS E INDICADORES

A avaliação dos impactos poderá ser observada através da análise dos fluxogramas de processo e o levantamento dos indicadores ambientais, estes dados norteará o referido estudo e possibilitará definir em qual setor definiremos como prioritário para implementação da produção mais limpa.

Os indicadores levantados deverão sempre seguir a premissa de trabalho em conjunto desenvolvido pelo ecotime. Alguns exemplos de dados que podem ser levantados podem ser:

- a) Quantidade de chapa consumida/ quantidade de resíduo gerado;
- b) Quantidade de Tinta consumida/ quantidade de resíduo de tinta gerado;
- c) Quantidade de Água consumida/ quantidade de água com resíduo gerado;
- d) Quantidade de esfera de aço jato de granalha consumida/ quantidade de pó de ferro gerado;

Tabela 1 : Quantidade de Aço consumido

QUANTIDADE DE MATERIA-PRIMA DE AÇO UTILIZADA POR MÊS	
Material	Peso (Kg)
Chapa de aço SAE 1010	40.000

Tabela 2 : Quantidade de resíduo de Aço

QUANTIDADE DE SUCATA DE AÇO GERADA NA ESTAMPARIA POR MÊS	
Material	Peso (Kg)
Chapa de aço SAE 1010	5000

Indicador:  $40.000/5000 = 8 * 100/10 = 80 - 100 = 20\%$  PERDAS

Tabela 3 : Quantidade de Pano consumido

QUANTIDADE DE PANO MECÂNICO COMPRADO NA EMPRESA	
Material	Peso (Kg)
Pano Mecânico	60

Tabela 4 : Quantidade de resíduo de Pano

QUANTIDADE DE RESÍDUO DE PANO MECÂNICO GERADO NA ESTAMPARIA	
Material	Peso (Kg)
Pano Mecânico	20

Indicador: 33,3% PERDAS

Tabela 5 : Quantidade de Estopa consumido

QUANTIDADE DE ESTOPA MECÂNICA COMPRADO	
Material	Peso (Kg)
Estopa	30

Tabela 6 : Quantidade de resíduo de Estopa

QUANTIDADE DE RESÍDUO DE ESTOPA MECÂNICA GERADO NA ESTAMPARIA	
Material	Peso (Kg)
Estopa	5

Indicador: 16,6 % PERDAS

Tabela 7 : Quantidade de Thiner consumido

QUANTIDADE DE THINER COMPRADO	
Material	Litros
Thiner	400

Tabela 8 : Quantidade de resíduo de thiner

QUANTIDADE DE THINER GERADO NA ESTAMPARIA	
Material	Litros
Thiner	20

Indicador: 0,5 % PERDAS

## FASE 2.2 IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Analisando os processos fabris, constata-se que não existe planejamento com relação aos planos de corte de fabricação no setor de estamparia, ocasionando muitos retrabalhos e desperdício de materiais, como ilustram as figuras 5 e 6:



Figura 5: Resíduo sólido de metal



Figura 6: Resíduo sólido de metal e madeira

A Produção mais Limpa utiliza-se de várias estratégias para a redução dos resíduos nos processos produtivos descritos em três principais níveis:

- 1) A prioridade é evitar a geração de resíduos, emissões e efluentes, caracterizada nível 1;
- 2) A reintegração dos resíduos que não podem ser evitados ao processo produtivo, ou seja, o nível 2;
- 3) Sendo impossível aplicar estas duas primeiras estratégias, deve-se procurar medidas de reciclagem fora da empresa, o nível 3.

## FASE 2.3 IDENTIFICAÇÃO DAS OPÇÕES DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA:

As opções de produção mais limpa, para a empresa em estudo, seguiram as definições do CNTL, (2003) conforme descreve a figura 7:



Figura 7: Produção mais limpa



Para a empresa e estudo, a solução de produção mais limpa será a utilização do nível 1 de produção mais limpa para o aspecto sólido que é o mais significativo para a empresa em estudo. Com a modificação no processo, criação dos roteiros de fabricação e planos de fabricação, amenizou-se drasticamente os resíduos a partir deste novo processo de fabricação.

## **FASE 2.4 AVALIAÇÃO TÉCNICO, ECONÔMICA E AMBIENTAL**

Obteve-se um ganho de peças fabricadas e reduções na fonte em torno de 8%, para os produtos quantificados até o momento, mas acreditamos que esta valoração é apenas o início do processo de implantação.

## **FASE 2.5 SELEÇÃO DE OPORTUNIDADES VIÁVEIS**

A Produção mais Limpa implementada na empresa em estudo que inicialmente surgiu para o setor de estamparia, está migrando para outros setores, como pintura, montagem, soldagem, jateamento, estas ações de sustentabilidade, vem promover na empresa uma conscientização ambiental e um maior zelo pelo meio ambiente.

## **ETAPA 3 PROPOSTA COM AÇÕES PARA APLICAÇÃO DO USO DA TÉCNICA DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

Segundo o SENAI (2003), a implementação em todos os setores, trará a empresa muitos diferenciais sócioeconômico e financeiro, abrirá portas comerciais, desenvolverá a conscientização ambiental entre os colaboradores e trará um maior zelo pela questão da segurança ocupacional destes colaboradores no ambiente de trabalho. Também modifica paradigmas de Engenharia, técnicas de projeto conceitual estão sendo reformuladas e muitos projetos desenvolvidos já nascerão com aprimoramentos, levando em consideração as questões ambientais como condições essenciais e determinante no ciclo de vida do produto.

Muitas modificações deverão ocorrer, como: reaproveitamento de panos, estopas, limalhas de ferro, fumos metálicos deverão ter os devidos tratamentos de fim de tubo, este trabalho é apenas o início tem-se um longo caminho a ser desenvolvido.

## **FASE 3.1 PLANO DE IMPLANTAÇÃO E MONITORAMENTO**

A empresa em estudo, definiu um plano de implantação, que será implementado ao longo do ano de 2012. O monitoramento será avaliado a partir dos indicadores que mensalmente são levantados nos setores da empresa em estudo e a partir desta avaliação é realizada a ação sustentável de produção mais limpa.

## **FASE 3.2 PLANO DE CONTINUIDADE**

A participação dos gestores em palestras técnicas e cursos internos para todos os colaboradores são ações sustentáveis para manter o processo de produção mais limpa na empresa em estudo e estão no cronograma e no plano estratégico para 2012 e 2013.

A premiação para as melhores idéias sustentáveis de produção mais limpa, também é uma forma de manter entre os colaboradores o método de produção mais limpa sempre presente. A alta gerência está estudando o caso e pretende dar uma bonificação na faixa de 100 horas de trabalho para a melhor ação sustentável do ano e o valor de 50 horas extras para a segunda e terceira melhor ação sustentável.





## CONCLUSÕES

A Produção mais limpa encoraja as indústrias a considerar as questões ambientais, associadas aos sistemas de produção, pois através dela a empresa conseguirá trabalhar com objetividade suas questões ambientais através de um ciclo industrial ecológico considerando:

- a) a quantidade de recursos naturais renováveis que são utilizados em relação a capacidades destes se regenerarem;
- b) a utilização de forma racional dos recursos não renováveis a fim de minimizar ou otimizar esta utilização;
- c) o desenvolvimento de novos produtos e processos de forma que gerem menos impactos ambientais;
- d) a reutilização ou reciclagem dos mesmos, incluindo uma disposição final segura dos resíduos industriais inevitáveis, assim como do próprio produto após o uso.

Considerando essas idéias, pode-se afirmar que a produção mais limpa é uma metodologia que enfoca o aumento da produtividade através de ações ecologicamente corretas possibilitando o uso mais racional dos recursos. A Produção mais limpa auxilia as empresas a observarem o quanto é importante ter uma boa imagem perante a sociedade, através de ações de preservação ambiental, por meio de processos e produtos, e associar a estes aspectos como a redução de custos e a melhoria do seu desempenho ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARROW, C. J. **Environmental and social impact assessment**: an introduction. New York: A Hodder Arnold Publication, 1997. 320 p.
2. LEOPOLD, et al. **A procedure for evaluating environmental impact**. Washington, U. S. Geological Survey, 1971. 13p.
3. CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas – [HTTP://www.rs.senai.br/cntl](http://www.rs.senai.br/cntl) - visitado em 01/10/2011.
4. 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, v. 3, n. 3, p. 162-175, 2007.
5. SENAI-RS, **A Produção Mais Limpa na Micro e Pequena Empresa**: Centro Nacional de Tecnologias Limpas – SENAI-RS/UNIDO/UNEP, CEBDS.