



VI-060 – UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIA FMEA PARA A IDENTIFICAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS EM LABORATÓRIOS DE ENSAIOS MECÂNICOS E MÁQUINAS OPERATRIZES – ESTUDO DE CASO

Neide Pessin⁽¹⁾

Bióloga. Mestre em Engenharia Civil na área de Hidráulica e Saneamento pela EESC-USP. Professora do Curso de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade de Caxias do Sul.

Rogério Scalabrin Junior

Gestor de Sistemas da Qualidade e Ambiental pela Universidade de Caxias do Sul. Analista da qualidade da Universidade de Caxias do Sul.

Marcos Roberto Rigoti

Engenheiro Mecânico. Mestre em Engenharia Automotiva pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Responsável técnico do Laboratório de Ensaios Mecânicos da Universidade de Caxias do Sul.

Endereço⁽¹⁾: Rua Moacir Feliciano Braghiroli, 136/Planalto - Caxias do Sul/RS - CEP: 950850.290 - Brasil - Tel: (54) 3213-1828 - e-mail: npessin@ucs.br

RESUMO

A sistematização e a hierarquização dos aspectos e impactos ambientais de uma organização constituem-se primordiais no processo de implantação de um sistema de gestão ambiental. Por tratar-se fundamental na fase de diagnóstico, o pleno conhecimento das atividades analisadas, os aspectos oriundos das atividades e os possíveis impactos ambientais, as pessoas envolvidas nos processos e as partes interessadas, apresentam-se levantamentos que devem ser as primeiras medidas no planejamento de um sistema de gestão ambiental. Este trabalho teve o intuito de enfatizar a importância do levantamento dos aspectos e impactos ambientais decorrentes das atividades desenvolvidas nos laboratórios de ensaios mecânicos e de máquinas operatrizes de uma Instituição de Ensino Superior. A geração de resíduos nestes laboratórios não é significativa quantitativamente, mas qualitativamente, seus impactos podem causar alterações ambientais comprometedoras. Para o desenvolvimento do trabalho, foram descritas as principais atividades realizadas nos laboratórios, elaboração de fluxogramas dos processos e identificação das entradas e saídas de cada etapa das atividades desenvolvidas, identificação de aspectos e impactos, e utilização de uma metodologia diferenciada para análise de aspectos e impactos ambientais decorrentes dos processos. A metodologia utilizada é uma ferramenta da qualidade, e apresentou-se versátil no sentido de servir de suporte para análise das atividades, e priorização dos aspectos e impactos ambientais diagnosticados neste trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Levantamento de aspectos e impactos ambientais, FMEA, Instituição de ensino superior.

INTRODUÇÃO

A variável ambiental deve estar inserida nas organizações, uma vez que as estratégias de gestão ambiental perpassam pelo comprometimento das mesmas com vistas ao atendimento de requisitos legais, econômicos, sociais e tecnológicos, assegurando a sustentabilidade ambiental local e regional.

A sistematização e a hierarquização dos aspectos e impactos ambientais da organização é primordial no processo de implantação de um sistema de gestão ambiental. Por isso, deve ser uma das primeiras medidas para a implantação de um sistema de gestão, pois assim é possível: o conhecimento das atividades analisadas, dos aspectos oriundos destas, dos possíveis impactos decorrentes e das pessoas e partes envolvidas nos processos.

A norma ISO 14.001 (ABNT 2004), define aspecto ambiental como: “elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”. O conceito empregado pela norma, não é suficientemente amplo para definição de aspectos ambientais, pois não só as organizações, mas também grande parte das atividades humanas, também tem elementos que podem interagir como o meio ambiente, caracterizando assim aspectos ambientais. Basicamente aspecto ambiental pode ser entendido como as ações



humanas que interagem com ambiente, causando impacto ambiental, onde uma mesma ação pode assumir vários aspectos e causar diferentes impactos.

As ferramentas de gestão são metodologias necessárias para ajudar as pessoas ou organizações a resolverem problemas. No dia-dia das organizações, as ferramentas são utilizadas com muita frequência, visto que muitas delas indicam a solução dos problemas relacionados aos processos produtivos e administrativos. Conhecidas na área da qualidade, a maioria delas também pode ser empregada para os processos de gestão ambiental, com algumas alterações e adequações, dependendo da finalidade para que se pretende adotá-las.

Para Palady (2004), a metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha, conhecida como FMEA (do inglês Failure Mode and Effect Analysis), é uma ferramenta que busca, em princípio, evitar por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo. O objetivo é detectar falhas antes da produção de uma peça e/ou produto, buscando aumentar a confiabilidade do processo ou sistema.

Segundo Andrade e Turrioni (2000), inicialmente essa metodologia foi empregada na indústria aeronáutica para detecção das falhas antes que elas viessem a ocorrer. O FMEA possui uma boa aplicação para identificação e diagnósticos ambientais por ser uma técnica que visa o reconhecimento e a avaliação das falhas potenciais identificando ações que possam eliminar ou reduzir a sua ocorrência.

Este trabalho objetivou o levantamento dos aspectos e impactos ambientais decorrentes das atividades de ensino, pesquisa e extensão de uma Instituição de Ensino Superior, mais especificamente dos laboratórios de ensaios mecânicos e de máquinas operatrizes. A geração de resíduos não é significativa quantitativamente, mas qualitativamente, os impactos decorrentes, podem vir a causar problemas ao ambiente e as pessoas envolvidas

Para o desenvolvimento do trabalho, foram descritas as principais atividades realizadas nos laboratórios, elaborados fluxogramas dos processos, a fim de identificar as principais entradas e saídas de cada etapa das atividades dos laboratórios estudados, facilitando assim a identificação dos aspectos ambientais. A finalidade da identificação dos aspectos ambientais objetivou determinar aqueles que poderiam desencadear impactos ambientais significativos. Para cada atividade analisada, foram levantados os aspectos ambientais com maior relevância nos processos, sendo que a maioria dos aspectos tende a se repetir em outras atividades dentro dos laboratórios. Já os impactos decorrentes, foram levantados de forma geral, não por processos como os aspectos ambientais, visto que os impactos tenderam a ser os mesmos para todas as atividades estudadas.

A utilização de uma metodologia diferenciada para análise de aspectos e impactos ambientais (FMEA) decorrentes dos processos, ou seja uso de uma ferramenta da qualidade, demonstrou-se versátil e pode servir de suporte para análise das atividades e priorização dos processos que tem maior impacto ao ambiente.

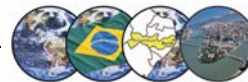
MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em uma Instituição de ensino superior na cidade de Caxias do Sul. Os Laboratórios estudados abrangem uma área construída de aproximadamente 150 m² dentro do Bloco D da instituição, e as atividades realizadas vão desde usinagens em máquinas operatrizes, atividades acadêmicas à prestação de serviços técnicos para empresas de Caxias do Sul e região. No Laboratório de Ensaios, além da prestação de serviços técnicos para o setor metal-mecânico, desenvolvem-se atividades de cunho acadêmico, sendo ministradas aulas práticas de ensaios mecânicos para os cursos de engenharia.

A seguir estão listadas as principais atividades realizadas nos laboratórios avaliados.

1. Laboratório de Máquinas Operatrizes:

- Usinagem em torno e fresadora convencionais e furadeira;
- Corte em serras fita;
- Corte plasma;



- Soldagem, oxiacetileno e mig;
- Tratamento térmico;
- Pintura;
- Trabalhos em chapas, funilaria.

2. Laboratório de Ensaios Mecânicos:

- Ensaios de tração e compressão;
- Ensaio de dureza;
- Ensaio dinâmico de fadiga;
- Ensaio de pressão interna em vasos de pressão;
- Ensaio de Impacto.

No Laboratório de Máquinas Operatrizes, trabalha-se com uma série de materiais, como madeira, polímeros, e principalmente metais, já no Laboratório de Ensaios Mecânicos, basicamente trabalha-se com metais.

IDENTIFICAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

A coleta dos dados foi realizada por meio de observação dos processos dos laboratórios, durante um período três meses. Para realização da coleta dos dados referentes aos aspectos ambientais dos laboratórios, foram desenvolvidos fluxogramas dos processos, identificando as entradas e saídas de cada atividade, de forma a verificar todas as etapas do processo produtivo, etapas de transformação da matéria-prima em produto e ou ensaios realizados, bem como as saídas de resíduos gerados nas atividades.

Tanto os aspectos quanto os impactos ambientais levantados com este estudo, não foram quantificados. Ressalta-se que para efeito de apresentação neste artigo, e em função das inúmeras atividades avaliadas foram apresentados, os fluxogramas de blocos das atividades relacionadas à pintura e tratamento térmico, bem como os resultados decorrentes da aplicação da metodologia

O método utilizado neste trabalho trata-se do citado por Andrade e Turrioni (2000), desdobrando o FMEA ambiental em etapas fundamentais. Segundo os autores, os passos para sua aplicação constituem-se nos seguintes:

- Definição de uma equipe multidisciplinar;
- Definição dos itens do sistema de gestão que serão considerados, objetivos, escopo;
- Preparação para coleta dos dados, devendo ser ampla e que auxiliem a identificação dos aspectos ambientais;
- Pré-filtragem dos aspectos ambientais a serem considerados;
- Identificação do processo a ser analisado, esse deve ser descrito;
- Identificação dos aspectos e impactos do processo analisado;
- Identificação das causas das falhas, causas potenciais de falhas;
- Identificação dos controles atuais;



- Definição dos índices de criticidade e risco ambiental

Para definir o índice de risco ambiental, segundo Andrade e Turrioni (2000), multiplicou-se os valores, fornecendo assim uma escala de relevância que pode variar de 1 a 1000 para os valores definidos e descritos em seguida.

Então $IRA = G \times O \times D$, onde:

- IRA = Índice de risco ambiental;
- G = Gravidade;
- O = Ocorrência;
- D = Detecção.

Ressalta-se as variáveis e valores utilizados na definição do índice de criticidade para os dados levantados:

a) Gravidade do impacto

O índice desse critério pode variar de 1 a 10; sendo o menor valor atribuído quando a ocorrência da falha é remota ou não representa nenhum risco ao meio ambiente. O valor intermediário é utilizado quando há o descumprimento de alguma legislação, quando a imagem da organização possa ser afetada e quando representa algum risco potencial ao ambiente (risco moderado). O índice máximo é quando os riscos ambientais passam a ser certos, ou seja, quando os danos ao ambiente são sérios.

b) Ocorrência da causa

O índice para ocorrência também varia de 1 a 10, onde o menor valor representa que praticamente é improvável que ela ocorra. Para o valor intermediário, usa-se quando a ocorrência é moderada, ou seja tem probabilidade ocorrer. O nível mais alto é quando a ocorrência é certa, inevitável e pode acontecer a qualquer momento.

c) Grau de detecção

O índice para essa etapa, também pode variar de 1 a 10, sendo que nos níveis mais baixos a detecção dos problemas é certa, os controles detectarão quase que imediatamente o problema. Nos níveis intermediários a detecção é moderada, normalmente ela acontece, porém de forma mais lenta podendo levar alguns dias para acusar o problema. Nos índices mais altos, a detecção é praticamente improvável ou nula a chance da identificação é remota em um período razoável de tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tratamento Térmico

A atividade de tratamento térmico realizado no laboratório de máquinas operatrizes é uma das atividades que mais representa risco ambiental, devido à falta de controle do processo e pelos tipos de materiais que são agregados a atividade. A grande quantidade de aspectos ambientais encontradas nesse processo retrata o risco que ele representa ao ambiente, muito embora a geração de resíduos seja relativamente baixa, porém a disposição dos mesmos se dá de forma inadequada.

Os aspectos encontrados nessa atividade, analisados conforme a Figura 1, evidenciam que realmente essa atividade é de risco ambiental.

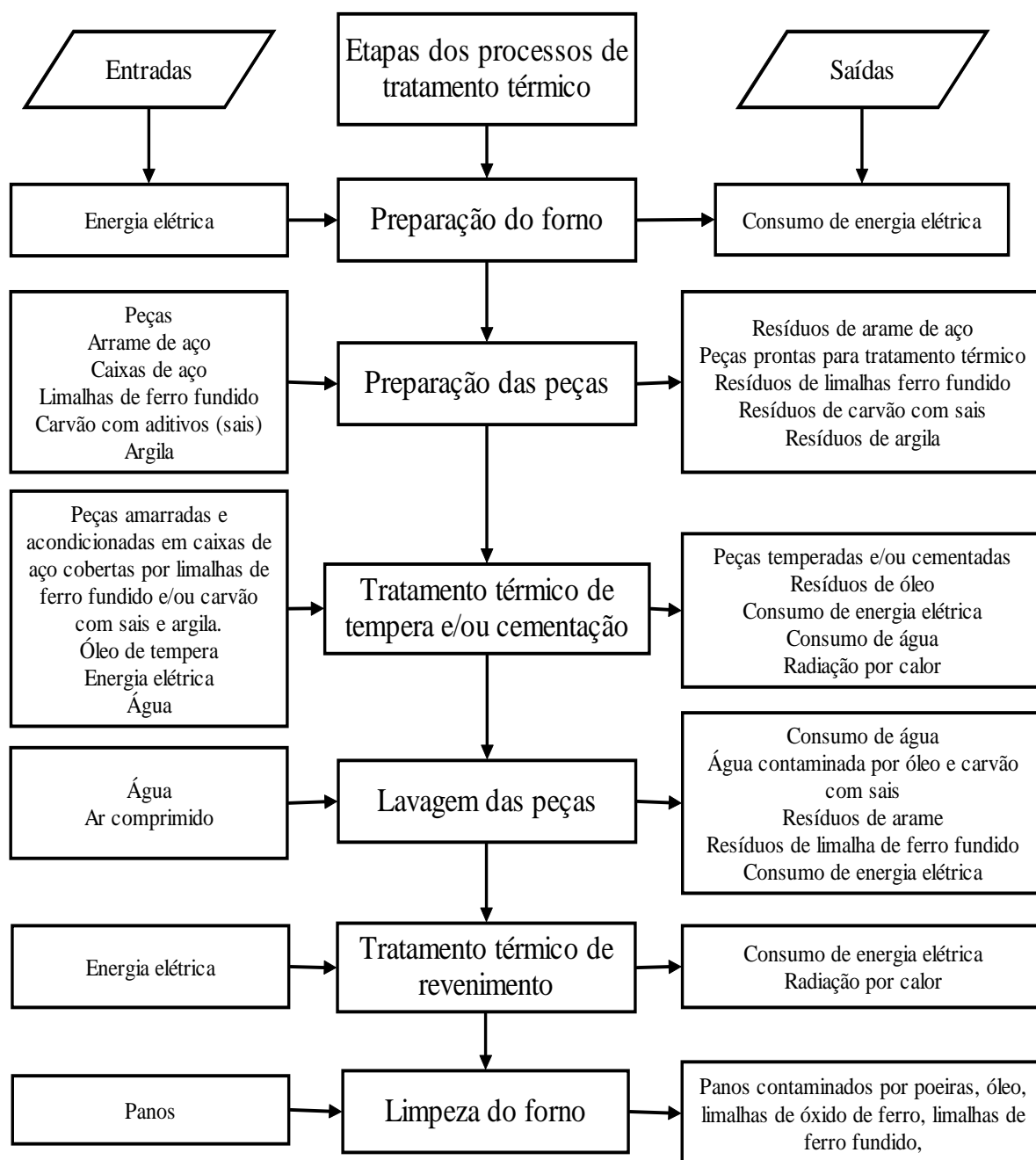


Figura 1 - Etapas do Processo de Tratamento Térmico

Com base na figura 1, pode-se observar os seguintes aspectos relacionados à atividade:

- Consumo de energia elétrica;
- Geração de resíduos de arame de aço;
- Geração de limalhas de ferro-fundido;
- Geração de resíduos de carvão com aditivo de sais;
- Geração de resíduos de argila;



- Geração de resíduos de óleo de tempera;
- Uso de água para lavagem das peças, contaminada por óleo de tempera e aditivo para cementação, gerando efluente contaminado;
- Radiação por calor;
- Geração de resíduos de carepas de óxido de ferro;
- Geração de resíduos têxteis contaminados (panos utilizados na limpeza das peças e dos fornos contaminados por óleo).

Observando as atividades do processo e suas saídas, percebe-se que a geração de resíduos dessa atividade é significativa. Nota-se também que os mais perigosos aspectos encontrados constituem-se nos efluentes gerados na lavagem das peças. Outro resíduo que chama atenção é o aditivo de carvão com sais (nitrato de potássio e soda caustica) e cal virgem, cuja disposição depois do uso, é no container juntamente aos demais resíduos gerados nas atividades.

Atividade de Pintura

A atividade de pintura realizada no laboratório é outro processo preocupante, não pela quantidade de peças pintadas, mas sim pela forma no qual ela é executada atualmente. Observando a atividade, percebeu-se a total falta de condições para execução deste processo. A pintura no laboratório é executada de uma a duas vezes por semana, dependendo da demanda de peças a serem pintadas.

Também observou-se no processo, que a geração de resíduos como, restos de tintas, embalagens, material de limpeza das peças e de equipamentos de pintura e outros resíduos não contaminados, são descartados com os demais resíduos das outras atividades e processos de ambos os laboratórios. Assim todos os resíduos passam a ser considerados como perigosos, mesmo aqueles que são inertes e que não representariam impacto ambiental.

Os aspectos ambientais mais relevantes identificados no processo de pintura identificados estão apresentados na Figura 2.

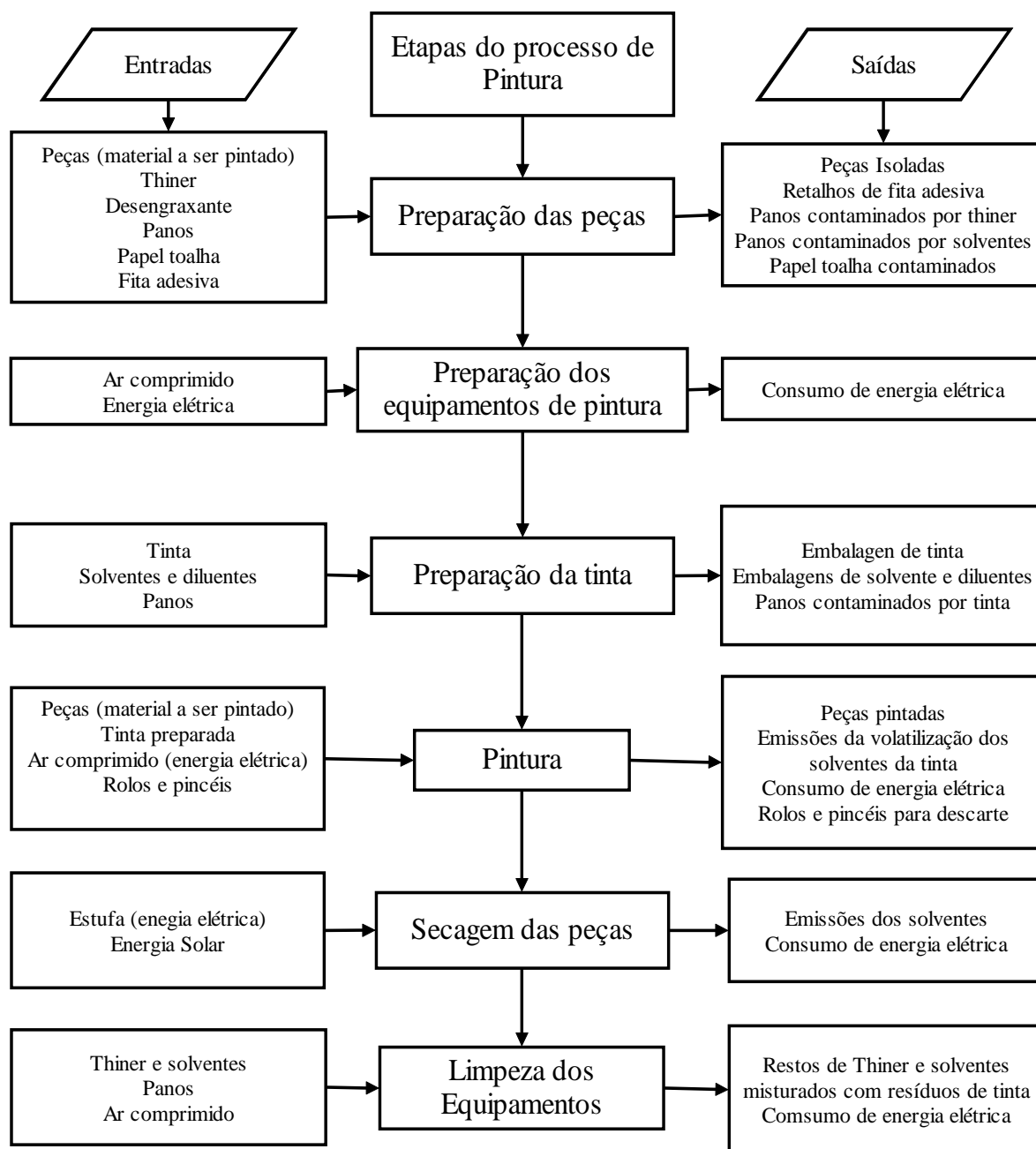


Figura 2 - Etapas do Processo de Pintura

Analisando a figura 2, foram identificados os seguintes aspectos ambientais:

- Geração e descarte de retalhos de fita adesiva;
- Geração de resíduos têxteis (panos contaminados por tiner e solventes);
- Descarte de papel toalha;
- Consumo de energia elétrica;
- Descarte de embalagens de tinta;
- Descarte de embalagens de tiner e solventes;



- Emissões da volatilização dos solventes e outros compostos voláteis;
- Descarte de rolos e pincéis contaminados;
- Geração de tiner, solventes e tinta da limpeza dos equipamentos.

Impactos Ambientais Decorrentes das Atividades Realizadas nos Laboratórios

Conforme já mencionado nesse trabalho, grande parte das atividades humanas pode vir a causar algum tipo de impacto ao ambiente. Porém, muito desses impactos se quer são perceptíveis em um primeiro momento, visto que sua criticidade geralmente é baixa.

Sabe-se também que, em alguns casos os impactos ambientais não são apenas mudanças adversas ao ambiente, mas sim benéficas, o que não vem ao caso para o estudo realizado nos laboratórios. Nas atividades analisadas, os impactos ambientais encontrados podem desencadear a degradação e ou a poluição ambiental, uma vez que, são fontes que interagem negativamente com o ambiente.

Dos processos analisados, destacam-se alguns em que a incidência de aspectos encontrados é maior, portanto representando impactos significativos. Pode-se dizer que para todos os processos os impactos ambientais são os mesmos, uma vez que todos os resíduos das atividades geradoras são descartados no mesmo local, sem qualquer tipo de identificação ou classificação, medidas de segurança ou controle.

Nas atividades estudadas, os principais resíduos encontrados foram materiais contaminados por óleo e graxa, solventes, tintas, material particulado, fluído de corte, retalhos e cavacos de metais, ferramentas para descarte, material de limpeza, entre outros. Basicamente, em todos os processos há incidência de algum dos resíduos citados, com mais ou menos frequência, dependendo da atividade. Porém os resíduos encontrados nessas atividades representam impactos ambientais severos, pois os agentes impactantes representam risco de contaminação ao ambiente.

As principais interferências com o meio, ou impactos ambientais, encontradas no estudo são as que afetam principalmente os meios físico, biológico e sócio-econômico. No meio físico, por exemplo, há principalmente a possibilidade de contaminação do solo e da água, pelo descarte inadequado dos resíduos compostos por óleo, graxa e outros, e até mesmo a contaminação do ar em função das emissões dos compostos voláteis utilizados para pintura, fumos de solda do processo de soldagem e gases liberados no tratamento térmico dos metais. Em função da contaminação do solo e da água, faz com que o meio biológico sofra as consequências dos impactos causados no descarte das atividades, pois estes podem ocasionar a alteração nos ecossistemas. Já os impactos sócio-econômicos também podem ser levados em consideração, uma vez que de alguma forma direta ou indiretamente afetam a saúde, a segurança, o bem-estar da população e das partes envolvidas nas atividades sociais e econômicas ou mesmo as alterações nas condições estéticas e sanitárias do ambiente.

Segundo a ABNT NBR 10004 (BRASIL, 2004), define que os resíduos sólidos são classificados como: “Classe I: Perigosos – os que apresentam periculosidade em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, e podem causar qualquer tipo de risco para saúde ou ambiente.

Levando em conta o conceito empregado pela norma, a partir do momento em que os resíduos são dispostos no mesmo local e acondicionados nos mesmos tambores, todo ele passa a ser classificado como Resíduo Classe I – Perigoso.

Portanto todos os processos estudados de alguma forma causam impactos ambientais, visto que há possíveis alterações adversas ao meio ambiente. Presume-se que os reflexos dos impactos ambientais oriundos dos processos estudados atinjam de alguma forma a fauna e a flora, os recursos hídricos o solo, entre outros passíveis de contaminação.

Aplicação da Metodologia FMEA para Análise dos Aspectos e Impactos Ambientais

Para mostrar o uso da ferramenta foram elaboradas planilhas de análise dos processos de pintura e tratamento térmico. Na figura 3 está apresentada a planilha do FMEA ambiental para o processo de pintura.



FMEA Nº 1 - Processo de Pintura										Coordenador: Rogério		Pagina 1 de 1			
Data do FMEA: 10/01/2008										Equipe: Rogério		Revisão: 1			
Proces- so	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	G	Causa Potencial	O	Forma Atual de Controle	D	IRA	Ação Recomendada	Responsável / Data Prevista	Resultados				
											Ações realizadas	G	O	D	IRA
Processo de Pintura	Geração de retalhos de fita adesiva	Contaminação do solo, poluição	5	Uso em excesso, descarte inadequado	2	Não existe	5	50	Treinar as pessoas e separação de resíduos	Rogério março de 2008	Descarte adequados dos resíduos gerados	3	2	3	18
	Geração de panos contaminados por solventes	Contaminação do solo e da água	8	Descarte inadequado, uso de solventes orgânicos	8	Não existe	5	320	Providenciar recipientes para descarte adequado	Rogério março de 2008	Uso de recipiente adequados ao descarte desses resíduos	5	5	5	125
	Geração de embalagens contaminadas por tintas e solventes	Contaminação do Solo e da água	8	Descarte inadequado	8	Não existe	6	384	Providenciar recipientes para descarte adequado	Rogério março de 2008	Uso de recipientes adequados para descarte dos resíduos	5	5	5	125
	Emissões de compostos voláteis	Contaminação atmosférica, chuva ácida	10	Falta de condições adequadas ao trabalho, (equipamen- tos)	8	Não existe	8	640	Melhoria nos equipamentos para desenvolvemento da atividade	Coordenação dos laboratórios	a ver				
	Efluentes de Limpeza dos equipamentos, contaminados por solventes e tintas	Poluição, contaminação do corpo d'água	10	Falta de condições adequadas ao trabalho.	8	Não existe	7	560	Tratamento do efluente gerado, treinamento das pessoas, acondicionamen to adequado	Coordenação dos laboratórios	a ver				



Os processos de pintura e tratamento térmico foram escolhidos devido ao fato de serem atividades que tendem a prejudicar de forma mais grave o ambiente quando não controlados. As tintas utilizadas no processo de pintura, por exemplo, são compostas por solventes orgânicos voláteis e pigmentos a base de metais pesados tais como mercúrio, chumbo, cádmio, zinco e outros, podendo causar grave contaminação do solo e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Já na atividade de tratamento térmico, há geração de efluentes contaminados com resíduos de óleo, e grande quantidade de resíduos sólidos, como óxidos metálicos e panos contaminados por óleo, além das emissões atmosféricas da atividade, que podem causar impactos ambientais graves.

Na figura 3, na avaliação do processo de pintura foram relacionados alguns aspectos ambientais, bem como os impactos que esses tendem a causar. No FMEA ambiental dessa atividade, percebeu-se quais aspectos têm maior relevância. Estes podem ser tratados com antecedências aos demais, visando minimizar a causa do problema. Na análise deste processo, foi tomada uma ação de curto prazo, ou seja, adoção e padronização de procedimentos de segregação, acondicionamento, coleta e transporte diferenciado dos resíduos gerados no processo. Esta adoção e padronização de procedimentos permitiu reduzir o índice de risco ambiental (IRA). Depois de tomada a ação recomendada no diagnóstico, evidenciou-se que o índice de risco ambiental reduziu entre 61 e 67% para os seguintes aspectos ambientais:

- Geração de retalhos de fita adesiva;
- Geração de resíduos têxteis (panos contaminados por solventes);
- Geração de embalagens de tintas e solventes.

Para os demais aspectos analisados com o FMEA ambiental no processo, não foram tomadas ações por envolverem decisões no âmbito da coordenação dos laboratórios.

Para o processo de tratamento térmico, assim como no processo de pintura, o FMEA da atividade evidenciou onde os aspectos tendem a causar maiores impactos, indicando a relevância de cada um deles pelo indicador de risco. Nesse processo, a ação tomada foi a mesma do processo anterior, ou seja, adoção e padronização de procedimentos de segregação, acondicionamento, coleta e transporte diferenciado dos resíduos gerados na atividade. Percebeu-se com esta ação que os resultados foram significativos, fazendo o IRA reduzir em 75% nos aspectos onde foi tomada a medida de controle.

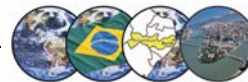
Embora tenham sido encolhidos apenas alguns aspectos encontrados no estudo das atividades, o ideal é que os processos sejam tratados no conjunto, ou seja, todas as etapas de cada atividade envolvendo todos os aspectos encontrados. Os aspectos devem ser avaliados, se possível por no mínimo três pessoas, constituintes de uma equipe multidisciplinar de avaliação.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O método utilizado para a avaliação dos aspectos e impactos ambientais, aponta para a possível contaminação nos meios físicos (solo, água e ar), biológicos (fauna e flora), e sócio-econômicos (as pessoas), como principais fatores de impactos ambientais associados, principalmente, a segregação, acondicionamento, coleta e transporte inadequado dos resíduos gerados nas atividades dos laboratórios. O diagnóstico ambiental realizado confirma estas informações, e por isso foi imprescindível a tomada de ações que minimizaram, já durante a realização deste trabalho, os decorrentes.

O laboratório de máquinas operatrizes é sem dúvida o que demandará maiores cuidados e ações que minimizem os impactos ambientais das atividades, principalmente decorrentes do tratamento térmico e o de pintura, exemplificados no FMEA ambiental. Ressalta-se, porém, que todas as atividades devam ser diagnosticadas, afim de otimizar o uso de materiais-primas e reduzir a geração dos resíduos.

O uso do FMEA ambiental constitui uma metodologia para priorização dos aspectos e impactos segundo uma escala de avaliação que retrata o grau de importância para tratar as causas. Observou-se, também, que



essa metodologia permite trabalhar com a distinção das causas (aspectos ambientais), para uma mesma etapa do processo, fazendo com que seja possível trabalhar o risco ambiental de forma particularizada.

Algumas vantagens são nítidas a partir do uso dessa ferramenta, entre elas, que as variáveis encontradas nos processos podem ser controladas para redução na sua ocorrência ou na melhoria da detecção do problema. Também pode-se estabelecer um sistema para padronização e priorização tanto das ações corretivas quanto das ações preventivas.

Cabe ressaltar, que ao longo do desenvolvimento deste trabalho foram tomadas ações para minimização dos impactos ambientais causados principalmente pelo descarte inadequado dos resíduos gerados nas atividades estudadas. Uma parceria entre os técnicos da área ambiental, técnicos dos laboratórios envolvidos e o levantamento dos aspectos e impactos ambientais abordados neste trabalho, foram o ponto de partida na tomada da decisão para reduzir os impactos causados ao ambiente.

As ações consistiram em medidas simples, mas que se mostraram muito eficazes na minimização dos impactos. Para tal foram disponibilizados embalagens e recipientes apropriados para o descarte de grande parte dos resíduos gerados. Os técnicos dos laboratórios foram orientados sobre qual a forma correta de segregar, acondicionar, coleta e transportar os resíduos gerados. Além disso, foram adotados procedimentos com vistas a padronização de rotinas relativas ao manejo dos resíduos gerados nestes laboratórios.

Como visto, em praticamente todas as fases dos processos estudados nos laboratórios de máquinas operatrizes e de ensaios, há atividades que provocam a geração de impactos ambientais. Assim, é de responsabilidade da Instituição a mitigação desses impactos, em razão da maior eficiência no controle ambiental e da consequente melhoria da qualidade de vida. Algumas medidas devem ser tomadas, dentre as quais pode-se citar:

- Treinar, capacitar e conscientizar as pessoas envolvidas com as atividades dos laboratórios para sua segurança e a proteção ambiental;
- Adotar, por parte da organização, práticas ambientais, visando a segregação, acondicionamento, coleta e transporte diferenciado dos resíduos;
- Modernizar, adequar ou extinguir alguns processos, objetivando a redução dos riscos ambientais que esses venham a causar.

Tais ações poderão ser adotadas à medida que um trabalho de gestão ambiental por parte da coordenação dos laboratórios, em parceria com a Instituição, tornem-se objetivos a serem alcançados. O primeiro passo já foi dado, agora basta dar continuidade a este trabalho para que realmente possamos minimizar os impactos ambientais dos processos estudados, com vistas a estruturação de um sistema de gestão ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, M. R. S.; TURRIONNI, J. B. Uma Metodologia de análise dos aspectos e impactos ambientais através da utilização do FMEA. **ENEGEP**, USP/POLI, São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.faetec.br/downloads/>>. Acesso em 10 set. 2007.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.
3. _____. **NBR ISO 14001**: Sistema de gestão ambiental – requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro, 2004.
4. PALADY, P. **FMEA**: análise dos modos de falha e efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram. 3.ed. São Paulo: IMAM, 2004.