



Exacta

ISSN: 1678-5428

exacta@uninove.br

Universidade Nove de Julho

Brasil

Santos Campos, Paolo dos; Queiróz Lamas, Wendell de  
Avaliação dos impactos ambientais aplicada aos resíduos sólidos do setor de pintura de uma indústria  
de equipamentos petrolíferos  
Exacta, vol. 9, núm. 1, 2011, pp. 53-58  
Universidade Nove de Julho  
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81018619005>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Avaliação dos impactos ambientais aplicada aos resíduos sólidos do setor de pintura de uma indústria de equipamentos petrolíferos

*Environmental impacts evaluation applied to solid waste from paint sector at a petroleum equipments industry*

Paolo dos Santos Campos

Pós-graduando em Gestão de Processos Industriais –  
Departamento de Engenharia Mecânica – Universidade de  
Taubaté.  
Taubaté – SP [Brasil]  
paoloscamps@yahoo.com.br

Wendell de Queiróz Lamas

Bolsista de Pós-Doutorado – Departamento de Energia –  
Universidade Estadual Paulista.  
Guaratinguetá – SP [Brasil]  
wendell@feg.unesp.br

Em razão do aumento da preocupação com a conservação e melhoria da qualidade do ambiente e com a proteção da saúde humana, organizações de todos os tamanhos estão voltando sua atenção aos impactos ambientais potenciais de suas atividades, produtos ou serviços. Diante disso, neste artigo é feita uma avaliação ambiental do descarte e destinação dos resíduos gerados pelo processo de pintura de uma indústria de equipamentos petrolíferos. Foram utilizados três métodos de avaliação: elaboração de planilha de aspectos e impactos, construção de matrizes de Leopold modificadas e quantificação da geração de resíduos sólidos. A geração de resíduos sólidos perigosos oriundos do processo de pintura utilizado é o aspecto ambiental que requer maior atenção, sendo necessário o desenvolvimento de novas medidas de controle baseadas no princípio da tecnologia limpa. A integração dos métodos de avaliação permitiu uma visualização rápida e hierarquizada dos impactos, além de possibilitar uma análise das medidas de controle adotadas.

**Palavras-chave:** Impactos ambientais. Matrizes de Leopold modificadas. Resíduos sólidos industriais.

In reason of concernment increase with the environment conservation and quality improvement, also with the health human being protection, organizations of all sizes are focusing its attention to potential environmental impacts of its activities, products or services. For this motive, the aim in this paper is to make an environment evaluation of discarding and destination of residues generated for painting process of a petrolierous equipment industry. Three methods of assessment were used: aspects and impacts spreadsheet construction, modified Leopold matrices construction, and quantification of solid waste generation. The deriving dangerous solid waste generation of used painting process is the environmental aspect that requires greater attention, being necessary to develop new based measures of control in clean technology principles. The integration of the evaluation methods allowed a fast and hierarchyzed visualization of these impacts, beyond allowing an evaluation of the adopted measures of control.

**Key words:** Environmental impacts. Industrial solid waste. Modified Leopold matrices.

## 1 Introdução

As indústrias, como transformadoras de matérias-primas em produtos manufaturados, possuem grande responsabilidade na proteção, manuseio e utilização de recursos naturais, os quais se tornam cada vez mais escassos. Assim, justifica-se a procura crescente pelo desenvolvimento de processos e produtos que tragam na sua concepção a otimização do uso de matérias-primas e a utilização de tecnologias limpas, bem como a minimização da geração de resíduos.

Na indústria, o setor de pintura representa um forte potencial de impacto, devido ao emprego de produtos químicos nos processos e uma geração significativa de resíduos, tanto sólidos como líquidos e gasosos.

A ecologia industrial surge com princípios bem definidos ligados à integração de atividades produtivas e de reciclagem de recursos. Os modelos e as metas da ecologia industrial apontam para um modo de organização da economia, segundo princípios de defesa do meio ambiente e exploração sustentável dos recursos naturais (LEE, 1983; GRAEDEL, 2000; RIBEIRO et al., 2003; HINZ et al., 2006; PERSSON, 2006; KOMÍNKOVÁ, 2008a; KOMÍNKOVÁ, 2008b; KASSIM; WILLIAMSON, 2010).

Dentre os instrumentos para utilização da ecoeficiência, citam-se o Sistema de Gestão Ambiental (SGA), a abordagem da produção limpa e, mais recentemente, a análise de ciclo de vida (VALLE, 2002).

O SGA tem sua estrutura definida e padronizada pela série de normas ISO 14000 (ABNT, 2005). Um SGA é uma maneira sistemática e organizada de avaliar, planejar, implementar e medir os processos de um sistema produtivo, sob o ponto de vista ambiental (MOURA, 2004).

A norma NBR ISO 14001 (ABNT, 2004) define como impacto ambiental qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que

resulte, no todo ou em parte, das atividades, dos produtos ou dos serviços de uma organização.

Entre os principais métodos de avaliação de impacto ambiental, podem-se citar o método Delfos, também conhecido como *ad hoc*, a listagem de controle (*checklist*), as matrizes de interação, as redes de interação e os modelos de simulação (THOMPSON, 1990; BARROW, 1997; MIRMOHAMMADI et al., 2009; KASSIM; WILLIAMSON, 2010).

Neste trabalho, avaliou-se a situação ambiental do setor de pintura de uma indústria petroliera, sendo considerados os aspectos e impactos do setor, bem como a geração de resíduos sólidos.

## 2 Material e métodos

A metodologia adotada para elaboração do trabalho foi baseada na pesquisa de documentos da empresa do setor de *Health, Security, and Environment* (HSE), dos procedimentos internos e métodos de controle de resíduos e também levantamentos inerentes às atividades do setor de pintura da empresa, tais como:

- realização do levantamento dos aspectos e impactos;
- definição da classificação dos impactos pela construção da planilha de aspectos e impactos;
- quantificação dos impactos pela construção de matrizes de Leopold.

Ao final, identificam-se os pontos críticos das atividades do setor de pintura com relação ao descarte e controle de produtos químicos, e os quantificam-se aplicando a matriz de Leopold.

### 2.1 Identificação e classificação de aspectos e impactos do setor de pintura

No levantamento dos aspectos e dos impactos, levaram-se em consideração todos os mate-

riais que entram no processo do setor de pintura, e os que dele saem.

Na classificação, elencaram-se os aspectos ambientais da empresa, determinando os impactos ambientais associados a cada atividade no do setor de pintura e avaliando a sua importância, em termos de severidade, frequência e classificação.

A planilha de identificação de aspectos e impactos ambientais foi preenchida, conforme os critérios que seguem:

- Tarefa – refere-se às atividades responsáveis pelos impactos (preparação das peças, cabines de pintura, estufas, preparo de tinta e almoxarifado);
- Descrição do aspecto – nele, descreve-se o aspecto que gerou o impacto, por exemplo, geração de papel contaminado, consumo de tinta, geração de efluente líquido;
- Situação do aspecto – no qual se classifica o aspecto em N (normal), quando é decorrente da atividade normal; em A (anormal), quando ocorre por motivo da realização de atividades de manutenção ou em E (emergencial), quando se dá em situações ou atividades não planejadas;
- Destino final do impacto – mostra o destino final do impacto. São considerados destinos: Unidade de Processamento de Resíduos (UPR), onde os resíduos são previamente classificados e processados de acordo com o tipo de resíduo; Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), local em que os efluentes gerados pelos processos são tratados; Atmosfera (ATM), emissão atmosférica sem controle;
- Severidade do impacto – em que se classifica a gravidade do impacto causado ao meio ambiente, sendo:
  - Severidade baixa, abrangência local. Potencial de impacto ambiental de magnitude desprezível;

- Severidade média, abrangência regional. Impacto ambiental de média magnitude capaz de alterar a qualidade ambiental;
- Severidade alta, abrangência global. Impacto ambiental potencial de grande magnitude;
- Frequência do impacto – no qual se define com qual frequência o impacto ocorre, considerando-se:
  - Frequência baixa, se o número de aspectos ambientais associados ao impacto em verificação de importância for reduzido;
  - Frequência média, se ocorrer mais de uma vez ao mês; e
  - Frequência alta, se diariamente.

A classificação do impacto ambiental é definida pelo cruzamento dos critérios de análise de severidade e de frequência/probabilidade, conforme Tabela 1, fornecendo a categoria final no aspecto ambiental em análise (POTRICH et al., 2007).

**Tabela 1: Classificação do aspecto**

Frequência	Alta	Média	Baixa
Alta	Alta significância	Média significância	Média significância
Média	Média significância	Média significância	Baixa significância
Baixa	Média significância	Baixa significância	Baixa significância

Fonte: Os autores.

## 2.2 Quantificação dos impactos utilizando o método matriz de Leopold

A matriz de Leopold é um método quantitativo de avaliação de impacto. Segundo Tommasi (1994), 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. Esse método foi utilizado na tentativa de confrontar os impactos de alta e média significância, obtidos a partir da planilha de aspectos e

impactos ambientais (Tabela 2) com as medidas de controle já adotadas pela empresa.

As medidas de controle utilizadas foram: Unidade de Processamento de Resíduos (UPR); Estação de Tratamento de Efluentes (ETE); Atmosfera (ATM). Dessa forma, pretende-se verificar qual o grau de redução dos impactos obtidos com os controles (POTRICH et al., 2007).

Os fatores ambientais avaliados referem-se ao solo, à água e ao ar. Foi utilizada uma escala de impacto de 1 a 5, como segue:

- 1) Baixo impacto;
- 2) Médio baixo impacto;
- 3) Médio impacto;
- 4) Médio alto impacto;
- 5) Alto impacto.

### 3 Resultados e discussões

#### 3.1 Avaliação das tabelas de impactos

Os impactos mostrados na Tabela 3 possibilitaram realizar um diagnóstico quali-quantitativo referente à geração de resíduos no setor de pin-

**Tabela 3: Resumo da planilha de aspectos e impacto**

Aspecto	Classificação do Impacto
Borra de tinta	
Consumo de tinta	
Óxido de alumínio	
Consumo de catalisador	
Consumo de solvente	
Latas usadas	Alto
Panos contaminados	
Possibilidade vazamento produtos químicos	
EPIs usados	
Chapas pintadas	Moderado
Cartuchos de impressora	
Lâmpadas fluorescentes	
Miolo de fita crepe	
Copinhos plásticos	Não significativo

Fonte: Os autores.

tura, visando apontar possíveis situações de não conformidade e de sugerir alternativas viáveis para melhorar o desempenho ambiental do setor.

O levantamento de dados da geração de resíduos foi realizado por meio de pesquisa com os gestores da área e evidenciado em históricos da empresa. A identificação da origem dos resíduos no processo foi realizada estabelecendo-se um fluxo de materiais que permitiu identificar os materiais utilizados, bem como os resíduos.

Esse levantamento possibilitou:

**Tabela 2: Resultados da planilha de aspectos e impactos**

Tarefa	Descrição	Situacão N / A / E	Destino final	Severidade			Frequência			Classificação		
				A	M	B	A	M	B	A	M	B
Preparação do produto	Consumo de solventes de limpeza	N	ETE	X			X			X		
	Geração de panos contaminados	N	UPR		X		X					X
	Geração de miolo de fita crepe	N	UPR			X		X				X
Cabine de pintura	Geração de panos contaminados	N	UPR		X			X				X
	Geração de borra de tinta	N	UPR	X					X			X
	Vazamento de produtos químicos	E	ETE	X					X			X
	Geração de gases	N	ATM	X					X			X
Preparação da tinta	Geração de latas usadas	N	UPR	X				X				X
	Geração de solventes de limpeza	A	ETE	X				X				X
	Geração de panos contaminados	A	UPR		X			X				X
	Consumo de tintas	N	UPR	X			X					X
	Consumo de catalisador	A	ETE	X				X				X
	Vazamento de produtos químicos	E	ETE	X					X			X
Preparação (limpeza)	Geração de óxido de alumínio	N	ETE	X			X			X		

Fonte: Os autores.

- verificar, desde o início, onde o resíduo é gerado;
- identificar quais são os resíduos que causam maiores impactos;
- determinar as fraquezas/deficiências do processo de produção;
- estabelecer as prioridades razoáveis para medir e minimizar futuros resíduos e emissões.

Os impactos de maior significância, conforme mostrado na Tabela 4, estão relacionados à geração de resíduos e, alguns deles, a equipamentos de proteção individual (EPI) usados, que não possuem ainda nenhuma medida de controle. No aspecto de possibilidade de vazamentos de produtos químicos, mostra-se que a empresa necessita implementar alguma ação com o objetivo de prevenir seu vazamento, diminuindo, assim, o perigo de causar algum impacto ambiental, e contribuindo significativamente para a segurança dos funcionários. O processo de pintura e a geração de resíduos desse processo são, de fato, os impactos de maior significância mesmo com as medidas de controle já discriminadas.

O critério da pontuação usada na matriz foi crescente, ou seja, o menor impacto recebeu valor de 0 ou 1, e o maior, obteve 5, logo quanto maior o somatório maior o impacto (Tabela 4).

O impacto do setor de pintura é o somatório total (POTRICH et al., 2007).

## 4 Conclusões

Neste trabalho, apresentaram-se os impactos ambientais do setor de pintura de uma empresa do setor metal-mecânico. A avaliação de impacto e a geração de resíduos mostram que os maiores impactos estão ligados ao consumo de tinta e à preparação do produto nos quais se utiliza o óxido de alumínio granulado.

A matriz de Leopold permitiu quantificar e hierarquizar os impactos mais importantes.

Como os resíduos sólidos oriundos do processo de pintura são perigosos, evidencia-se que o desenvolvimento de novas medidas de controle, baseadas no princípio da tecnologia limpa, pode minimizar os impactos.

O setor de pintura da empresa gera uma grande quantidade de resíduos, sendo grande parte perigosa, tais como borra de tinta, papel contaminado etc. Mesmo perigosos, são destinados para co-processamento e reciclagem, o que lhes agrupa certo valor.

A preocupação em segregar e identificar os resíduos é evidente nas políticas internas da empresa, que proporciona a seus funcionários treinamentos e constantes reciclagens para conscientização.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14000: sistemas da gestão ambiental – diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio, 26 p. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- \_\_\_\_\_. NBR ISO 14001: sistemas da gestão ambiental – requisitos com orientações para o uso, 20 p. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- BARROW, C. J. *Environmental and social impact assessment: an introduction*. New York: A Hodder Arnold Publication, 1997. 320 p.
- GRAEDEL, T. E. The evolution of industrial ecology. *Environmental Science & Technology, News*, v. 34, n. 1, p. 28A-31A, 2000.
- HINZ, R. T. P.; VALENTINA, L. V. D.; FRANCO, A. C. Sustentabilidade ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela Avaliação do Ciclo de Vida. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, v. 2, n. 2, p. 91-98, 2006.
- KASSIM, T. A.; WILLIAMSON, K. J. (Eds.). *Environmental impact assessment of recycled wastes on surface and ground waters: concepts; methodology and chemical analysis (The Handbook of Environmental Chemistry/Water Pollution)*. New York: Springer, 2010. 409 p.
- KOMÍNKOVÁ, D. Environmental impact assessment and application – Part 1. *Encyclopedia of Ecology*, Amsterdam, NL: Elsevier, 2008a. p. 1321-1329.

**Tabela 4: Matriz de Leopold com medidas de proteção ambiental**

Componentes	Solo					Água					AR			Totais parciais			
	Propriedades físicas	Propriedades químicas	Propriedades biológicas	Estabilidade	Erosão	Alteração de PH	Sólidos totais	DQO/DBO	Metais	Contaminantes orgânicos	Temperatura	Consumo	Poeira	Gases	Ruído	Vapores orgânicos	
Aspecto / Impacto																	
Borra de tinta	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	-	1	-	-	20
Latas usadas	3	3	3	2	1	2	2	2	3	1	1	1	-	-	-	-	24
Óxido de alumínio	2	2	2	1	-	1	2	2	2	1	1	1	-	1	-	-	18
Consumo de tinta	2	2	2	1	-	1	2	2	2	1	1	1	-	1	-	-	18
Consumo de catalisador	2	2	2	1	-	1	2	2	2	1	1	1	-	2	-	-	19
Consumo de solvente	3	3	3	1	-	1	2	2	2	1	1	1	-	2	-	-	22
Panos contaminados	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	16
Possibilidade vazamento produtos químicos	5	5	5	5	3	5	5	4	5	2	3	4	-	4	-	-	55
EPIs usados	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	-	2	-	-	-	-	15
Cartuchos de impressora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	10
Lâmpadas fluorescentes	2	2	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	12
Miolo de fita crepe	2	2	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
Copinhos plásticos	2	2	2	2	-	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	15
Chapas pintadas	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	20
Total																	273

Fonte: Os autores.

KOMÍNKOVÁ, D. Environmental impact assessment and application – Part 2. *Encyclopedia of Ecology*, Amsterdam, NL: Elsevier, 2008b. p. 1329-1339.

LEE, N. Environmental impact assessment: a review. *Applied Geography*, v. 3, n. 1, p. 5-27, 1983.

MIRMOHAMMADI, M. et al. Designing of an environmental assessment algorithm for surface mining projects. *Journal of Environmental Management*, v. 90, n. 8, p. 2422-2435, 2009.

MOURA, L. A. A. *Qualidade e gestão ambiental*. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2004.

PERSSON, J. Theoretical reflections on the connection between environmental assessment methods and conflict. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 26, n. 7, p. 605-613, 2006.

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.

RIBEIRO, C. M.; GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. Avaliação do ciclo de vida (ACV): uma ferramenta importante da ecologia industrial. *Revista de graduação de engenharia química*, v. 12, n. jul./dez., p. 43-54, 2003.

THOMPSON, M. A. Determining impact significance in EIA: a review of 24 methodologies. *Journal of Environmental Management*, v. 30, n. 3, p. 235-250, 1990.

TOMMASI, L. R. Estudo de impacto ambiental. 1. ed. São Paulo: CETESB, 1994. 355 p.

VALLE, C. E. do. Como se preparar para as normas ISO 14000. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 2002. 156 p.

Recebido em 30 nov. 2010 / aprovado em 22 abr. 2011

#### Para referenciar este texto

CAMPOS, P. dos S.; LAMAS, W. de. Q. Avaliação dos impactos ambientais aplicada aos resíduos sólidos do setor de pintura de uma indústria de equipamentos petrolíferos. *Exacta*, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 53-58, 2011.