



Plano de gerenciamento de resíduos sólidos de uma indústria de estruturas metálicas

**Viviane Rocha dos Santos¹, Vagner Schüler Berté², Fábio Cristian Betto³,
Luciana Londero Brandli⁴**

¹ Curso de engenharia Ambiental/ FEAR/ UPF (evy_rs@yahoo.com.br)

² Curso de Engenharia Ambiental/ FEAR/ UPF (vargnerberte@gmail.com)

³ Programa de Pós-graduação em Engenharia/ FEAR/ UPF (fabio.betto@hotmail.com)

⁴ Curso de Engenharia Ambiental/ FEAR/ UPF (brandli@upf.br)

Resumo

O processo de industrialização acarreta na geração de resíduos sólidos, sendo que estes dispostos de forma inadequada podem causar diversos impactos ambientais. No Estado do Rio Grande do Sul, entre os diversos tipos de RSI, os de origem do setor metalúrgico são os que obtêm destaque na geração destes resíduos. Visando a minimização e prevenção dos impactos ocasionados por este tipo de resíduo, as indústrias metalúrgicas devem buscar ações de controle da geração dos mesmos, como a adoção de um Plano de Gerenciamento de RSI (PGRSI). O objeto de estudo foi a elaboração de um PGRSI para uma indústria de estruturas metálicas. Foi feito um levantamento dos tipos de RSI gerados em cada setor da indústria, sendo estes classificados de acordo com a NBR 10.004 (2004) e identificados seus possíveis impactos ambientais. A partir disto, foram indicadas formas adequadas de acondicionamento, armazenamento e disposição final dos RSI, bem como, a adoção de boas práticas e de um programa de treinamento. A implantação de PGRSI proporciona vários benefícios para a indústria, como: marketing ambiental, maior eficiência no processo produtivo e melhor aproveitamento de matéria-prima.

Palavras-chave: Gestão ambiental. Minimização de resíduos. Resíduos sólidos industriais.

Área Temática: Gestão ambiental na indústria.

1 Introdução

Os resíduos sólidos, em seu aspecto geral, podem causar diversos impactos ao meio ambiente, com contaminação da água, solo e ar. Nesse contexto, o acelerado processo de industrialização acarreta um aumento considerável na geração destes resíduos, sendo que estes dispostos de forma inadequada contribuem para o agravamento dos problemas ambientais.

De acordo com o relatório sobre geração de RSI no Estado do Rio Grande do Sul (FEPAM, 2003), entre os diversos tipos de RSI, os de origem do setor metalúrgico são os que obtêm destaque tanto na geração de resíduos Classe I quanto resíduos Classe II, ficando entre os três maiores geradores em ambas as classes. Neste relatório verifica-se que o setor metalúrgico obteve a maior abrangência, em números absolutos, de indústrias em todo o Estado totalizando 506 empreendimentos. Os resultados quanto à geração de RSI perigosos deste setor foi bastante significativo, ocupando a terceira posição no geral, com uma geração de 20.624 toneladas/ano. Quanto à geração de RSI não perigosos, o mesmo ficou com a segunda posição, gerando um total de 296.472 toneladas/ano.



1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 29 a 31 de Outubro de 2008

Nesse sentido, visando a minimização e prevenção dos impactos ocasionados por este tipo de resíduo, os RSI gerados a partir de processos do setor metalúrgico devem ser reutilizados, reciclados e, em último caso, tratados e/ou dispostos em aterros sanitários industriais conforme a Resolução nº 073 do CONSEMA (2004). Para que ocorra minimização dos RSI a indústria deve buscar ações de controle da geração destes resíduos, como a adoção de um Plano de Gerenciamento de RSI (PGRSI). Este plano constitui de medidas de controle da geração de RSI, como: coleta, separação na fonte, planejamento da utilização da matéria-prima (MP), processamento, reaproveitamento, reciclagem, tratamento e disposição final dos RSI (PINTO, 2004). Essas medidas compreendem uma conscientização coletiva na indústria, a qual deve partir da direção para os demais cargos hierárquicos.

Desta forma, o objeto de estudo foi a elaboração de um PGRSI para uma indústria de estruturas metálicas.

2 Metodologia

O primeiro passo para a elaboração do PGRSI da indústria de estruturas metálicas foi identificar o processo produtivo da mesma, desde o recebimento dos materiais até a expedição do produto final.

Foram verificados quais RSI são gerados na indústria e suas respectivas fontes, sendo esta dividida em área (produção, administração, guarita, restaurante, pátio de circulação, vestiários/sanitários e consultório médico) processo (preparação das chapas, laminados e soldados, montagem, soldagem, pintura e carregamento) e subprocesso (equipamentos).

Além disso, os RSI foram classificados conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004) que os classifica quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública e, identificados os possíveis impactos ao meio ambiente gerados por cada tipo de resíduo.

A partir disto, foram indicadas formas adequadas de acondicionamento, armazenamento e destino final dos RSI, bem como, adoção de boas práticas visando a redução e prevenção da geração dos mesmos.

Por fim, foi elaborado um programa de treinamentos, a fim de mudar o comportamento de todos envolvidos da indústria quanto às questões ambientais, mais especificamente aos RSI gerados na indústria.

3 Plano de gerenciamento de resíduos sólidos industriais

3.1 Objetivos

- Prevenir e minimizar a geração de RSI;
- Melhorar o aproveitamento da MP;
- Obter melhor separação dos RSI e agregar valor aos mesmos;
- Reutilizar e reciclar os RSI gerados na indústria;
- Minimizar o volume e toxicidade dos RSI;
- Acondicionar, armazenar e dispor corretamente os RSI;
- Reduzir os custos de tratamento e disposição final dos resíduos;
- Proteger o meio ambiente;
- Promover um aumento na saúde ocupacional dos funcionários;
- Melhorar o ambiente da indústria e em seu entorno;
- Otimizar o processo produtivo.

3.2 Identificação do processo produtivo e geração de RSI



1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 29 a 31 de Outubro de 2008

O processo produtivo geral da indústria está apresentado na Figura 1.

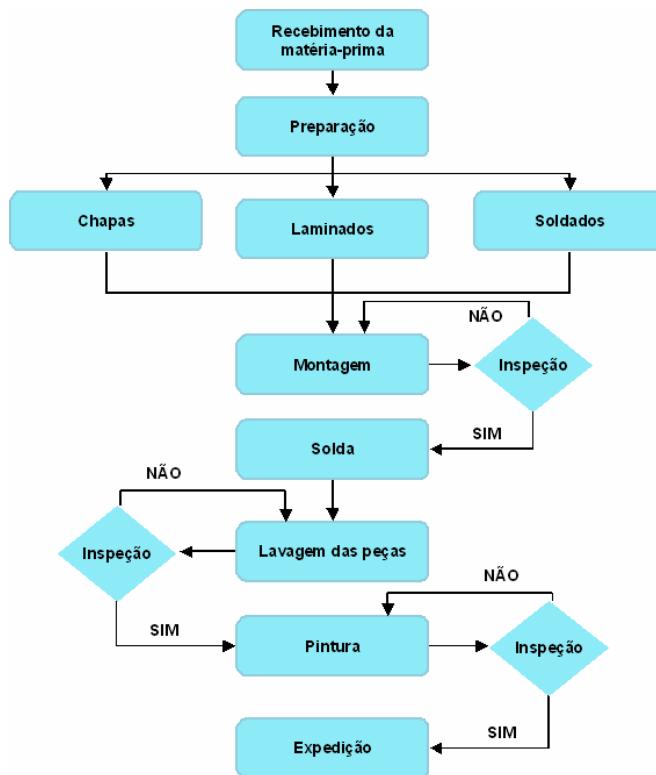


Figura 1 – Fluxograma geral da fábrica

No recebimento dos materiais existe um controle a fim de verificar as especificações solicitadas de cada obra. É feita a pesagem do material e análise das propriedades químicas e mecânicas do mesmo. Por fim, o material aprovado é armazenado estrategicamente, onde possa ser liberado de forma rápida para a produção mediante requisição.

Na preparação, as chapas, laminados e soldados passam por processos de furação, chanfros, cortes especiais etc, de acordo com o tipo de obra a ser executada.

O setor de montagem absorve os materiais do setor de preparação, e os transforma em conjuntos montados. O conjunto é inspecionado. Se a peça estiver conforme o solicitado no projeto, encaminha-se a mesma para o setor de soldagem, caso contrário corrige-se a peça, inspeciona-se novamente e estando atendido o dimensional, encaminha-se a mesma para a soldagem.

No setor de soldagem os conjuntos são soldados, e as peças sofrem limpeza para remoção de respingos provenientes do processo de soldagem.

No setor de pintura é realizada a proteção da superfície das estruturas metálicas, através da aplicação de tintas. A pintura é efetuada, e são feitos ensaios de aderência e camada de pintura. Se as peças estiverem dentro dos padrões as mesmas são direcionadas para o carregamento e posterior expedição.

Por fim, no setor de expedição de estruturas, são realizados a embalagem e carregamento do produto final.

E em cada um destes processos, principalmente no setor de produção, há geração de resíduos sólidos. O Quadro 1 apresenta os tipos de resíduos sólidos gerados em cada área/processo/subprocesso da indústria.

Fonte			Aspecto/Resíduo
Área	Processo	Subprocesso	



1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 29 a 31 de Outubro de 2008

Restaurante			Matéria orgânica Papel Plástico
Produção	Preparação das chapas	Puncionadeira Guilhotina Multifuncional - FicepB251 Prensa Oxicorte Dobradeira	Sucata* Retalho** Sucata Resíduo*** Sucata Retalho Sucata Resíduo Sucata Retalho -
	Preparação dos laminados	Puncionadeira Serra Furadeira	Sucata Resíduo (limalha + óleo refrigerante) Sucata Retalho Resíduo (furação + óleo refrigerante)
	Preparação dos soldados	Lixadeiras Banco de solda Arco submerso Endireitadeira Furadeira	Resíduo (limalha) Resíduo (borra de solda) Resíduo (borra de solda) - Resíduo
	Montagem	Máquina de solda Lixadeiras	Borra de solda Limalha de ferro
	Soldagem	Máquina de solda Goivagem	Borra de solda Resíduo (solda)
	Pintura	Jato de granilha Equipamento de pintura (pistolas) Preparação da tinta/solvente	Resíduo (esferas) Borra de tinta Resíduo (sobras de tinta e solvente, latas)
	Carregamento		Madeira
Vestiários			EPI's (luvas de couro, máscaras, avental de couro, macacões)
Sanitários			Plástico Matéria orgânica (papel higiênico e papel-toalha)
Pátio de circulação			Papel Plástico Matéria orgânica Toco de cigarro Resíduo de varrição/poda
Consultório Médico			Gaze Algodão Papel toalha contaminado Seringas Embalagens de remédios
Administração			Papel Plástico Alumínio Cartucho de tintas
Guarita			Papel Plástico

* matéria-prima que não pode ser reaproveitada no processo

** matéria-prima que pode ser reaproveitada no processo

*** necessita tratamento



1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 29 a 31 de Outubro de 2008

Quadro 1 – RSI gerados na fábrica e suas respectivas fontes

3.3 Classificação dos RSI gerados na indústria e possíveis impactos ambientais

O Quadro 2 apresenta a classificação dos RSI gerados na fábrica de acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004).

Aspecto/ Resíduo	Classificação segundo NBR-10004 (2004)		
	Classe I (perigosos)	Classe II A (não-inertes)	Classe II B (inertes)
Papel / Papelão		X	
Plástico			X
Alumínio			X
Madeira			X
Cartuchos de tinta	X		
Matéria orgânica		X	
Sucata/Retalho			X
Resíduo (aço + óleo refrigerante)	X		
Borra de tinta	X		
Sobras de solvente	X		
Borra de solda	X		
EPI's (descontaminados)		X	
EPI's (contaminados)	X		
Lâmpadas	X		
Vidro			X
Latas de tinta	X		
Resíduo varrição/poda		X	
Resíduos da saúde (contaminados)	X		
Resíduos da saúde (descontaminados)			X

Quadro 2 – Classificação dos RSI de acordo com NBR 10.004

O Quadro 3 apresenta os RSI gerados na indústria e os possíveis impactos ambientais causados por estes.

Aspecto/Resíduo	Possíveis impactos
Papel/Papelão	Ocupação no aterro
Plástico	Ocupação no aterro
Alumínio	Ocupação no aterro
Madeira	Ocupação no aterro, esgotamento/redução da disponibilidade de recursos naturais
Cartuchos de tinta	Ocupação no aterro, alteração da qualidade do solo e da água
Matéria orgânica	Ocupação no aterro, alteração da qualidade do solo e da água
Sucata/Retalho	Ocupação no aterro, esgotamento/redução da disponibilidade de recursos naturais
Resíduo (aço + óleo refrigerante)	Ocupação no aterro, alteração da qualidade do solo e da água
Borra de tinta	Ocupação no aterro, alteração da qualidade do solo e da água
Sobras de solvente	Ocupação no aterro, alteração da qualidade do solo e da água
Borra de solda	Ocupação no aterro alteração da qualidade do solo e da água
EPI's (contaminados)	Ocupação no aterro alteração da qualidade do solo e da água
EPI's (descontaminados)	Ocupação no aterro
Lâmpadas	Ocupação no aterro, esgotamento/redução da disponibilidade de recursos naturais, alteração da qualidade do solo e da água
Vidro	Ocupação no aterro
Latas de tinta	Ocupação no aterro, alteração da qualidade do solo e da água



1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 29 a 31 de Outubro de 2008

Resíduo varrição/poda	Ocupação no aterro
Resíduos da saúde (contaminados)	Ocupação no aterro, alteração da qualidade do solo e da água
Resíduos da saúde (descontaminados)	Ocupação no aterro

Quadro 3 – Aspectos e possíveis impactos ambientais

3.4 Minimização e prevenção da geração dos RSI

Com o objetivo de reduzir os impactos ambientais ocasionados por estes resíduos serão adotadas boas práticas (housekeeping) em todas as áreas da empresa a fim de minimizar e prevenir a geração de RSI. Exemplos de boas práticas que serão aplicadas na indústria:

- Segregação adequada dos resíduos sólidos: para cada tipo de resíduo haverá lixeiras/caçambas com cores diferentes, o que agregará valor aos resíduos. Para os metais, também haverá uma identificação para diferenciar retalho, sucata e resíduo. As cores dos coletores serão de acordo com a Resolução nº 275 do CONAMA (2001);
 - Manutenção periódica dos equipamentos: regulagem das máquinas a fim de reduzir os desperdícios de matéria-prima e insumos;
 - Redução no consumo de lâmpadas: substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes de menor consumo e maior durabilidade; instalação de sensores de presença nos locais onde não há necessidade de iluminação interrupta; instalação e limpeza periódica, de telhas translúcidas e do tipo “shad”, de modo a aproveitar a luminosidade natural do ambiente durante o período diurno;
 - Substituição de insumos: aquisição de insumos de menor toxicidade e biodegradáveis, o que acarretará na reinserção dos resíduos, como matéria-prima, no processo produtivo, uma vez que estes após passarem por tratamento não precisarão ser dispostos no aterro de resíduos perigosos e sim poderão voltar ao ciclo de produção. Além disso, a utilização de produtos menos tóxicos e biodegradáveis é fundamental para segurança e saúde ocupacional dos funcionários;
 - Adoção de um inventário de entradas e saídas da fábrica: redução dos desperdícios de materiais, principalmente insumos, como tintas, solventes e óleos refrigerantes que possuem prazos de validade. O Quadro 4 apresenta um modelo de inventário.

Quadro 4 – Inventário de entradas e saídas da fábrica

Outra medida a ser inserida, sempre que possível, será a adoção de tecnologias limpas. Estas aperfeiçoam o uso dos materiais, gerando menor volume de resíduos sólidos e reduzindo custos tanto de aquisição dos materiais, quanto, aos custos relacionados à disposição destes resíduos.



1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 29 a 31 de Outubro de 2008

3.5 Acondicionamento, armazenamento e destino final dos RSI

Quanto à forma de acondicionamento, armazenamento e destino final dos resíduos estão apresentados no Quadro 5.

Resíduo	Acondicionamento	Armazenamento	Destino final	Nome, endereço, CNPJ do destino
Papel / Papelão	Caçambas	Área fechada	Reciclagem	
Plástico	Caçambas	Área fechada	Reciclagem	
Alumínio	Caçambas	Área fechada	Reciclagem	
Madeira	Caçambas	Área fechada	Reutilização	
Cartuchos de tinta	Caçambas	Área fechada	Reutilização - Tratamento	
Matéria orgânica	Caçambas	Área aberta com telhado	Compostagem/ Aterro sanitário	
Sucata	Caçambas	Área fechada	Reciclagem	
Retalho	Caçambas	Área fechada	Reutilização no processo	
Resíduo (aço + óleo refrigerante)	Caçambas	Área fechada	Tratamento – Aterro de resíduos industriais	
Borra de tinta	Tambores	Área fechada	Tratamento	
Sobras de solvente	Tambores	Área fechada	Tratamento	
Borra de solda	Tambores	Área fechada	Tratamento	
EPI's (descontaminados)	Caçambas	Área fechada	Aterro sanitário	
EPI's (contaminados)	Caçambas	Área fechada	Tratamento – Aterro de resíduos industriais	
Lâmpadas	Embalagens de papelão	Área fechada	Tratamento - Reciclagem	
Vidro	Caçambas	Área fechada	Reciclagem	
Latas de tinta	Caçambas	Área aberta com telhado	Tratamento - Reciclagem	
Resíduo varrição/poda	Caçambas	Área fechada	Compostagem/ Aterro Sanitário	
Resíduos da saúde (contaminados)	Tambores vedados com borracha	Área fechada	Incineração (cinzas - Aterro Sanitário)	
Resíduos da saúde (descontaminados)	Caçambas	Área fechada	Reciclagem/Aterro Sanitário	

Quadro 5 – Resíduos e respectivo acondicionamento, armazenamento e destino final

No destino final dos RSI, deve-se sempre priorizar a reutilização e/ou reciclagem dos mesmos, sendo estes, em última instância, dispostos em aterros de resíduos industriais após correto tratamento.

3.6 Mudança de comportamento dos funcionários e da direção

Para a implantação do PGRSI a direção da indústria deverá mostrar que está realmente mobilizada e interessada em alcançar os objetivos descritos no plano, passando desta forma aos funcionários a importância de implementar o mesmo. Nesse aspecto, o comprometimento explícito do dono da indústria, da direção e da alta gerência é fundamental para a realização do trabalho. Este comprometimento será destacado nos treinamentos onde também serão apresentados os objetivos e metas do plano.



1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 29 a 31 de Outubro de 2008

Os treinamentos ocorrerão em duas etapas. A primeira etapa abrangerá os funcionários de todos os setores, expressando claramente a vontade de que todos participem na implementação do plano e colaborem quando solicitado. Será explicado e exemplificado: o que é o PGRSI; porquê é importante sua implementação para o meio ambiente, indústria e consequentemente, para a manutenção dos postos de trabalho; quais RSI são gerados na fábrica, sua origem, classificação e destino final correto, bem como, os impactos ambientais causados por estes. Os assuntos abordados remeterão à conscientização ambiental para que os funcionários fiquem mais sensibilizados com o meio ambiente. Sendo que o foco principal dos treinamentos será: minimização, segregação, reuso, reciclagem, valorização dos resíduos gerados e correto tratamento e disposição final dos RSI gerados na fábrica.

Na segunda etapa serão apresentados a cada setor os objetivos e metas definidos no PGRSI. Para estes setores o treinamento será específico. Para o setor de pintura, por exemplo, o treinamento será direcionado quanto a correta regulagem da pressão de ar da pistola a fim de reduzir as perdas de tinta.

Com base nos treinamentos os funcionários irão tratar os objetivos do PGRSI com prioridade, prestando atenção no que lhes foi solicitado e cumprindo sua parte no plano.

4 Conclusão

A implantação de PGRSI proporciona vários benefícios para a indústria, como: marketing ambiental, menor consumo de MP e energia, maior eficiência no processo produtivo, agrega valor aos RSI, reduz os custos de transporte, tratamento e disposição final dos RSI e aumenta a segurança ocupacional pelo armazenamento/acondicionamento adequado dos RSI.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação.** Rio de Janeiro, maio de 2004.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001.** Dispõe sobre o estabelecimento do código de cores para diferentes tipos de resíduos, a ser adotados na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Brasília: Diário Oficial da União, edição de 19 de junho de 2001.

FEPAM. **Relatório sobre a geração de resíduos sólidos industriais no Estado do Rio Grande do Sul.** (Diagnóstico de resíduos sólidos industriais do Rio Grande do Sul). Rio Grande do Sul: FEPAM, 2003.

RIO GRANDE DO SUL. Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA). **Resolução nº 073, de 20 de agosto de 2004.** Dispõe sobre a co-disposição de resíduos sólidos industriais em aterros de resíduos sólidos urbanos no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, 2001.

PINTO, F. A. R. **Resíduos sólidos industriais: caracterização e gestão. O caso do Estado do Ceará.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: área em concentração em saneamento ambiental). Ceará: Universidade Federal do Ceará, 2004.