

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA INDÚSTRIA DE PLÁSTICOS UTILIZANDO A P+L

ALLAN THOMAZ DE ARAÚJO – tdaaraujo@gmail.com
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - BAURU-FEB

RAFAEL PAZETO ALVARENGA - rafael.pazeto@ufms.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL - UFMS - PARANAÍBA

JENIFFER DE NADAE - jeniffer.nadae@unifei.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - UNIFEI

ROSANE APARECIDA GOMES BATTISTELLE - rosane.battistelle@unesp.br
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - BAURU-FEB

LAÍS FERNANDA DE CALDAS - lais.caldas12@gmail.com
UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP – BAURU

1. INTRODUÇÃO

Os processos industriais geram resíduos sólidos que se diversificam em características e quantidade. O adequado gerenciamento é necessário para não causar ou, ao menos minimizar os danos ao meio ambiente e à saúde do homem. Por isso, as empresas são pressionadas por uma postura proativa (ARAÚJO, 2014).

Esta cobrança tem origem pública, científica e econômica, impactando diretamente a gestão da produção (NICOLELLA, 2004). Sob tais condições, as empresas têm desenvolvido formas de controle da poluição e redução das taxas de resíduos, aperfeiçoando a utilização dos recursos naturais. Uma dessas estratégias é a Produção mais Limpa ou P+L (ARAÚJO, 2014).

Segundo Silva Filho et al. (2007), a P+L é uma estratégia preventiva, econômica e ambientalmente responsável, influenciando também em melhorias tecnológicas, além de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões.

Assim, o presente trabalho visa responder a seguinte questão: Como a aplicação da Produção mais Limpa pode contribuir com o gerenciamento de resíduos? Com isso, o objetivo desta pesquisa foi estudar, através de um estudo de caso, as práticas de gerenciamento de resíduos sólidos empregadas em uma indústria de plásticos, propondo melhorias através dos princípios da P+L.

Para tanto, este trabalho está dividido na seção de introdução, revisão da literatura, metodologia, resultados e considerações finais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Gestão de resíduos sólidos industriais

A conversão de matérias primas em produtos não é completamente eficiente, gerando resíduos sólidos (SANTOS, 2005). De acordo com Naime e Garcia (2004, p. 113), o termo “resíduo sólido” tem origem derivada do latim, onde residuu significa “a parte que sobra de determinada substância”.

Segundo a definição de resíduos sólidos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a partir da norma técnica NBR 10.004/2004, tem-se que: “resíduos sólidos são resíduos nos estados sólido e semissólido que resultam de atividades de origem industrial,

doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição” (ABNT, 2004a, p. 1).

Os resíduos industriais gerados tanto no processo produtivo quanto nas atividades auxiliares como manutenção, operação de área para manufatura, limpeza, obras e outros serviços são classificados como subprodutos, mas, também necessitam de gestão adequada (PHILIPPI JR., 2005).

2.2 Produção mais Limpa (P+L)

O termo Produção mais Limpa (P+L) foi introduzido pela United Nations Environment Programme (UNEP) em 1989, como uma abordagem moderna para a conservação de recursos e gerenciamento de resíduos.

Para processos produtivos, a P+L resulta na conservação de matérias-primas, água e energia; na redução de substâncias tóxicas e na quantidade de emissões e resíduos na fonte. Para os produtos, a P+L visa reduzir os impactos ambientais, de saúde e segurança ao longo do seu ciclo de vida, desde a extração dos recursos, a fabricação e a utilização, até a disposição final. Para os serviços, a P+L implica na incorporação das preocupações ambientais na concepção e prestação de serviços (CETESB, 2004).

Segundo Domingues e Paulino (2009), a P+L proporciona a compatibilidade entre melhorias ambientais e econômicas, viabilizando tecnologias que permitam aumentar a eficiência do uso de matérias-primas, água, energia, reduzindo os impactos ambientais e os riscos aos colaboradores.

As etapas de implantação de um programa de P+L vão desde o comprometimento da alta administração e o envolvimento dos colaboradores, seguido do trabalho de diagnóstico e levantamento dos dados a fim de gerenciar as oportunidades adequadas, além da identificação dos problemas e implantação de medidas de monitoramento do desempenho do sistema, garantindo sua melhoria contínua (ARAÚJO, 2014).

3. METODOLOGIA

Através de uma abordagem exploratória do tipo quali-quantitativa (MERRIAM, 1998; PETTIGREW, 1985; YIN, 2005) desenvolveu-se um estudo de caso em uma indústria de plásticos. Para os autores Silva e Menezes (2001), a pesquisa exploratória envolve o

levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Este método foi escolhido porque, segundo Miguel (2007), o estudo de caso possui uma natureza empírica que investiga um determinado fenômeno, geralmente contemporâneo, dentro de um contexto real de vida. Segundo Yin (2001), os estudos de caso tentam esclarecer o motivo pelo qual uma decisão ou um conjunto de decisões foram tomadas, como foram implementadas e como os resultados foram alcançados.

Com o objetivo de obter informações do processo produtivo e quanto ao gerenciamento dos resíduos, foram realizadas entrevistas e aplicação de um questionário. Foi realizada com 3 representantes da direção: Gerente Industrial, Diretor Comercial e Coordenador de Ferramentaria.

No ato da entrevista o pesquisador contou com o apoio de um questionário que continha perguntas abertas e abrangentes com a finalidade de obter o máximo de informações ligadas ao objeto de estudo.

O estudo de caso foi realizado em uma indústria de transformados plásticos do segmento de utilidades domésticas, localizada na cidade de Bauru, interior do Estado de São Paulo. A empresa conta com 1300 (mil e trezentos) colaboradores, sendo 1200 (mil e duzentos) no setor produtivo e 100 (cem) no administrativo.

Os resíduos gerados são controlados de duas formas distintas: a primeira trata dos resíduos denominados primários, ou seja, os resíduos provenientes do processo de moldagem plástica por injeção que resulta na produção de utilidades domésticas. A segunda trata dos resíduos denominados como secundários e/ou perigosos. Ou seja, são aqueles provenientes dos insumos utilizados para manutenção no processo produtivo, tais como óleo hidráulico, óleo lubrificante, além de panos e estopas contaminados, sendo eles o foco desta pesquisa.

4. RESULTADOS

Com base no método de P+L, os materiais foram quantificados, utilizando-se como base de cálculo os valores dos resíduos secundários gerados. Foram consideradas para quantificação as informações prestadas pela empresa, que realiza a medição no ato em que os materiais são vendidos ou descartados. A seguir, com base nas informações coletadas, apresentam-se os valores em massa em relação à geração total de resíduos (Tabela 1).

Tabela 1 – Resíduos gerados

Resíduo	Quantidade (Kg/ano)
Óleo Hidráulico	14.440
Óleo lubrificante	6.700
Panos e estopas	3.600
TOTAL	24.740

Os óleos hidráulico e lubrificante utilizados são vendidos para rerrefino. Segundo Camargo (2003, p. 27) os processos de rerrefino e regeneração consistem em “dar continuidade de uso a um produto que ainda não exauriu todo o seu potencial”. Assim, a base mineral do produto não é modificada com o seu uso e o processo de regeneração pode ser repetido inúmeras vezes.

Dessa forma, sugere-se que a empresa, através de testes e de uma análise de viabilidade, obtenha esse óleo regenerado para operar em seu processo, já que a mesma adquire sempre óleo virgem para desempenhar as suas atividades industriais. Como apresentado na Tabela 1, o óleo hidráulico e o lubrificante somam 21.140 L descartados, em contrapartida aos anualmente 30.200 L adquiridos anualmente.

De acordo com o valor médio praticado pelo mercado atualmente, o custo do óleo virgem é R\$ 8,50/L enquanto o valor do óleo regenerado é de R\$ 2,59/L. Sendo assim, teríamos a oportunidade de P+L em relação ao custo como ilustrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Relação de custos de óleo

Tipo de óleo	Custo unitário (R\$/L)	Custo Total (R\$/L)
Virgem	8,50	256.700,00
Regenerado	2,59	78.218,00

Através da análise dos dados apresentados na Tabela 3, conclui-se que a empresa poderia chegar a uma economia de aproximadamente R\$ 178.482,00 adotando a aplicação do óleo regenerado em suas máquinas, além de contribuir para a não extração dos recursos naturais.

O processo de manutenção e limpeza das máquinas de produção geralmente está envolvido com o uso de lubrificantes, graxas e solventes diversos. Para tal fim utilizavam-se panos e estopas. Esta pesquisa propõe a análise da viabilidade da substituição dos panos e estopas tradicionais pelo uso de toalhas de celulose, visto que as empresas que prestam este serviço são ambientalmente certificadas e oferecem toalhas prontas para o uso, além de se responsabilizarem destinação final do material.

Nesta situação, a limpeza de peças e máquinas contaminadas com óleo e graxa envolve a utilização em conjunto das estopas com solventes. Essa mistura torna-se um resíduo de difícil descarte. Assim, as empresas especializadas também fornecem pastas desengraxantes biodegradáveis que devem ser utilizadas em conjunto com as toalhas retornáveis, que removem com maior facilidade os resíduos oleosos.

Desta forma, além de reduzir os impactos com a geração de resíduos contaminados com óleo e solventes, a empresa poderia obter redução de custos uma vez que, o descarte correto de panos e estopas por empresas terceirizadas envolve taxas de transporte e disposição final de resíduos perigosos. Além disso, a empresa não teria mais a preocupação do gerenciamento de áreas em sua planta para o acondicionamento do material e também dos cuidados com os efluentes gerados pelo acúmulo do material. A Tabela 4 exibe a comparação entre os custos com o material tradicional, panos e estopas, e a utilização das toalhas absorventes de celulose.

Tabela 4 - Comparação entre os custos com estopas em relação às toalhas

Material	Custo unitário	Quantidade mensal	Custo descarte	Custo Total
Panos e estopas	R\$ 4,40	700	R\$ 452,08	R\$ 3.532,08
Toalhas de celulose	R\$ 0,41	5.833	R\$ 92,63	R\$ 2.502,82

Após a análise da Tabela 4, fica claro que a utilização das toalhas absorventes de celulose traz uma redução de custos mensal de R\$ 1.026,00, o que em um ano pode alcançar a marca de R\$ 12.351,00 de redução no custo com esta modalidade de material, evidenciando as vantagens na adoção das toalhas de celulose.

Vale lembrar que assim como os outros resíduos analisados por esta pesquisa, a troca das estopas por toalhas envolve a análise de viabilidade técnica por parte dos profissionais responsáveis e também do treinamento dos funcionários quanto à utilização do novo material com eficiência.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Notou-se durante a pesquisa que a empresa não possui nenhuma ação proativa com relação ao gerenciamento de seus resíduos e que a maioria de suas medidas podem ser consideradas *end-of-pipe*, ou seja, são práticas reativas.

As oportunidades de Produção mais Limpa foram propostas visando atender as particularidades no gerenciamento de cada resíduo, sanando assim a questão motivadora desta pesquisa: *Como a utilização dos princípios da Produção mais Limpa podem trazer melhorias ao processo de gerenciamento de resíduos em uma indústria de plásticos?*

Óleo Hidráulico e lubrificante Utilização do óleo regenerado em substituição ao óleo virgem. Panos e estopas Substituição dos panos e estopas por tolhas industriais retornáveis; Utilização de pastas desengraxantes biodegradáveis em substituição aos solventes tradicionais.

Como sugestão de futuros trabalhos, propõe-se a realização de pesquisas qualitativas e quantitativas em outras empresas do mesmo segmento de mercado, para que possam ser identificadas as boas práticas adotadas e também, elaborar um estudo comparativo entre as mesmas. Além disso, pode-se também incluir nestas pesquisas a análise de viabilidade financeira, identificando quais as oportunidades de P+L podem reduzir significativamente os custos das empresas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10.004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004a. 71p.

ARAÚJO, A. T. **Oportunidades de melhorias no gerenciamento de resíduos sólidos em uma indústria de plásticos: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Estadual Paulista – Unesp, Bauru, 2014.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB & PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE – PNUMA. **A Produção mais Limpa e o consumo sustentável na América Latina e Caribe**. Orgs. PEREZ, Z. M. L.; MASERA, D.; MONTENEGRO, C. 2004. 134 p.

DOMINGUES, R. M.; PAULINO, S.R. Potencial para implantação da produção mais limpa em sistemas locais de produção: o polo joalheiro de São José do Rio Preto. **Gestão e Produção**. São Carlos v. 16 n.4 Out/Dez. 2009.

MERRIAM, S. **Qualitative research and case study applications in educations**. San Francisco: Jossey-Bass, 275p., 1998.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216 – 229, 2007.

NAIME, R.; GARCIA, A.C. A. **Percepção ambiental e diretrizes para compreender a questão do meio ambiente**. Novo Hamburgo: Feevale, 136p, 2004.

NICOLELLA, G. **Sistema de Gestão ambiental**: aspectos teóricos e análise de um conjunto de empresas da região de Campinas, SP / Gilberto Nicolella, João Fernandes Marques, Ladislau Araújo Skorupa – Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

PETTIGREW, A. Contextualist research: a natural way to link theory and practice. In: E. LAWLER (ed.), **Doing research that is useful in theory and practice**. San Francisco, Jossey-Bass, p. 222-249, 1985.

PHILIPPI JR., A.(Ed.). **Saneamento, Saúde e Ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole, 2005. 842p. (Coleção Ambiental, 2).

SANTOS, C. **Prevenção da Poluição Industrial**: oportunidades, análise dos benefícios e barreiras. 2005. 287f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

SILVA FILHO, J. C. G; CALABRIA, F. A.; SILVA, G. C. S.; MEDEIROS, D. D. Aplicação da Produção mais Limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua. **Revista Produção**, v.17, n.1, São Paulo. Jan. 2007.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3 ed. Rev. atual. Florianópolis: Laboratório de ensino a distância da UFSC, 121p., 2001.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** Planejamento e Método. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

YIN, R. K. **Estudo de Caso:** Planejamento e Método. 3ªed. – Porto Alegre: Bookman, 2005.