

III-359 – APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS EM INDÚSTRIA DE COMPRESSORES

Rodrigo Soares Garcia da Silva⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Doutorando em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

Ivie Emi Sakuma Kawatoko⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela FCT UNESP. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Doutoranda em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP.

Valdir Schalh⁽¹⁾

Doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Professor Associado no Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

Endereço⁽¹⁾: Rua Trabalhador São Carlense, 400 - Centro – São Carlos - SP - CEP: 13566-590 - Brasil - Tel: (16) 3373-9534 - e-mail: rodrigo.sgs@hotmail.com / ivie_iesk@hotmail.com / vschalch@sc.usp.br

RESUMO

A geração de resíduos sólidos sempre esteve em pauta nas discussões ambientais pois é um dos problemas mais visíveis pela sociedade em geral. Do montante de resíduos gerados, os de origem industrial se apresentam como grandes vilões dados a grande quantidade diária gerada.

Após o surgimento das discussões acerca das ideias de desenvolvimento sustentável, várias ferramentas foram criadas e aplicadas nos processos de produção com o intuito de se criar um produto com uma origem ambientalmente correta.

Dessa forma foi feito um levantamento bibliográfico sobre as ferramentas de gerenciamento de resíduos industriais, e discutidas nesse trabalho as que apresentaram maiores aplicabilidades, seja pela simplicidade ou pelas eficiências apresentadas. Análise de Ciclo de Vida, Prevenção a Poluição e Política dos 4 R foram as ferramentas identificadas com essas características.

Em outro momento foi realizada visita a uma unidade industrial com sistema de gestão ambiental certificado, onde se pode constatar a aplicação dessas ferramentas no processo produtivo.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento de resíduos industriais, Análise de Ciclo de Vida, Prevenção a Poluição, Política dos 4R.

INTRODUÇÃO

Segundo Tolba (1982) apud Ometto (2005), a gestão ambiental não deve ser entendida como o gerenciamento do meio ambiente, mas como o gerenciamento adequado das atividades humanas, para estas não comprometerem a qualidade do meio pelo uso acima da capacidade de suporte deste. Portanto, o maior objetivo da gestão ambiental é buscar a realização das necessidades humanas, considerando os potenciais e as restrições dos sistemas ambientais, como um instrumento para a sustentabilidade.

Ainda de acordo com Braga et al (2005), a engenharia foi responsável pela maior oferta de alimentos, pelo crescimento do nível de conforto e saúde e pelo aumento da longevidade do homem, colocando à sua disposição tecnologias agrônomicas, de geração de energia, de construção civil, de transportes, saneamento, farmacêuticas, cirúrgicas, de comunicação, etc. No entanto, atualmente é proposto um novo desafio: utilizar as tecnologias disponíveis e desenvolver outras novas, compatibilizando-as com a minimização dos impactos negativos ao meio ambiente.

De acordo com Ometto (2005), a iniciativa de compatibilização das empresas se evidencia com a busca da otimização dos processos produtivos e à redução dos custos, passando a adotar uma postura pró-ativa, a fim de não gerar, ou, ao menos de minimizar, os resíduos na fonte e, conseqüentemente, seus impactos ambientais. Tal postura pode compor o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) da empresa, o qual pode ser baseado no processo (por meio de técnicas de redução de perdas, melhora da eficiência por exemplo) ou no produto (baseando-se em todos impactos ambientais associados ao ciclo de vida de um produto).

Nesse sentido, a norma ISO 14000 certifica que a empresa possui um sistema de gestão ambiental, portanto, possui procedimentos de controle ambiental, registra-os e divulga-os para os órgãos de controle ambiental, para o mercado e para a sociedade (NASCIMENTO, 2002).

Segundo Moura (2002), com a melhoria dos processos internos de produção e do design ambiental, as empresas obtêm como resultados: maior satisfação dos clientes, melhoria da imagem da empresa, conquista de novos mercados, redução de custos, melhoria no desempenho da empresa, redução nos riscos, maior permanência do produto no mercado, maior facilidade na obtenção de financiamentos, bem como maior facilidade na obtenção de certificação.

No Brasil, verifica-se que a situação ambiental é crítica em alguns setores, com efeitos negativos de âmbito global, ao mesmo tempo em que algumas empresas têm realizado trabalhos de seriedade indiscutível, com melhorias significativas de desempenho ambiental, tanto em processos produtivos, quanto no próprio produto (MOURA, 2002).

Desse modo buscou-se identificar neste trabalho a aplicação de ferramentas que satisfaçam a busca por essa produção ambientalmente correta.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada consistiu, a princípio, numa vasta revisão bibliográfica para tomar conhecimento das diversas ferramentas que compõem o gerenciamento de resíduos sólidos industriais.

Posteriormente, ocorreu visita à indústria de compressores para verificação de seus processos produtivos e conseqüente geração de resíduos. Desta forma, foi possível verificar as práticas realizadas pela empresa e observar a aplicação das ferramentas estudadas durante a etapa de revisão bibliográfica, assim como identificar pontos que ainda necessitavam a proposição de melhorias.

RESULTADOS – FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO

No âmbito do gerenciamento de resíduos industriais, nota-se a relevância das seguintes ferramentas: Análise de Ciclo de vida; Prevenção a Poluição; Política dos 4 R.

Tratando-se de desenvolvimento sustentável e gerenciamento ambiental, de acordo com Chehebe (1997), a análise de ciclo de vida (ACV) é uma técnica para avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos potenciais associados a um produto, compreendendo etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias-primas elementares que entram no sistema produtivo à disposição do produto final.

A ACV se apresenta como uma importante ferramenta para subsidiar as etapas do desenvolvimento do produto, a gestão da produção, o pós-uso, a logística convencional e a reversa, entre outras, a partir da compilação de informações e das avaliações técnicas (OMETTO, 2005).

Conforme afirma Coltro (2007), anteriormente muitos estudos de análise de ciclo de vida (ACV), aparentemente iguais, chegavam a conclusões diferentes devido às considerações feitas, fronteiras adotadas, idade dos dados, tecnologias, logística de abastecimento de matérias-primas e matriz energética, que são fatores críticos para os parâmetros inventariados. Estes estudos diferiam inclusive na interpretação do que seria um sistema mais adequado para o meio ambiente. Assim, ficou evidente a necessidade de padronização da metodologia ACV, o que veio a ocorrer por meio dos trabalhos da ISO (International Organization for Standardization), composta por uma série de normas: ISO 14040, ISO 14041, ISO 14042, ISO 14043.

Nesse contexto, a ISO 14040 estabelece que a Análise de Ciclo de Vida dos produtos deve incluir a definição do objetivo e do escopo do trabalho, uma análise do inventário, uma avaliação de impacto e a interpretação dos resultados, como mostra a Figura 1 (Chehebe, 1997).

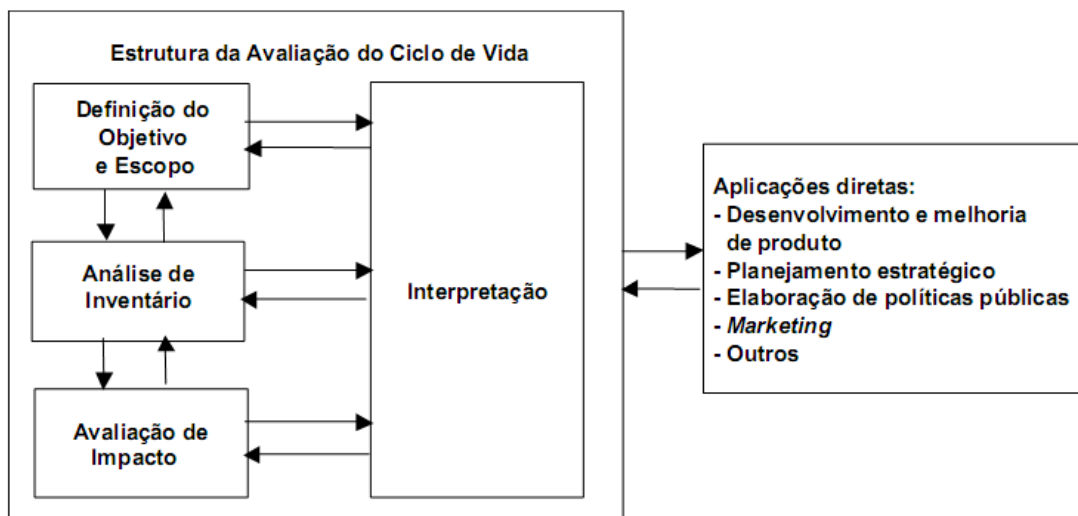


Figura 1: Fases de um estudo de ACV

Segundo Coltro (2007), o estudo de ACV é iterativo e, portanto, informações obtidas na última fase podem afetar as fases anteriores. Quando isso ocorre, as fases iniciais devem ser revisadas considerando essa nova informação. Desta forma, em estudos de ACV é comum o trabalho das várias fases paralelamente.

Chehebe (1997) afirma ainda que o grupo de revisão crítica não deve ser formado após a conclusão do estudo, e sim integrado ao projeto, acompanhando desde o começo sua execução.

Outra ferramenta de destaque no processo de gerenciamento de resíduos industriais é a Prevenção a Poluição. Segundo a CETESB (2002) a Prevenção a Poluição (P2) refere-se a qualquer prática, processo, técnica e tecnologia que visem a redução ou eliminação em volume, concentração e toxicidade dos poluentes na fonte geradora. Inclui também modificações nos equipamentos, processos ou procedimentos, reformulação ou replanejamento de produtos, substituição de matérias-primas, melhorias nos gerenciamentos administrativos e técnicos da empresa e otimização do uso das matérias-primas, energia, água e outros recursos naturais.

No Brasil a técnica ainda é pouco adotada por empresas, “em muitos países em desenvolvimento, as práticas de prevenção à poluição, quando existem, são adotadas por grandes companhias, geralmente multinacionais, que dispõe de recursos financeiros e incentivos para adotar tecnologias limpas e eficientes em seus processos produtivos” (SANTOS, 2005.p 2). Visando incentivar o uso da técnica, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), criou um manual para implementação do programa, deixando claro que reconhece o sucesso dessa técnica.

O manejo industrial conhecido por Produção mais Limpa (P+L) se assemelha muito ao conceito da prevenção a poluição. Para a CEBDS (2010) o princípio básico da metodologia de Produção mais Limpa é eliminar a poluição durante o processo de produção, não no final. Para a UNEP (2006 apud CALIA, 2007.p 19) os termos P2 e P+L são frequentemente utilizados de modo intercambiável, ambos concentram-se em estratégias para a redução contínua de poluição e de impacto ambiental dentro do processo produtivo. A diferença é basicamente geográfica, pois na América do Norte se usa mais o termo P2 e em outras regiões do mundo é mais comum usar o termo P+L.

Para aplicar o programa de prevenção à poluição, várias estratégias podem ser usadas. É possível mudar uma matéria-prima ou um processo para que o resíduo seja minimizado ou modificado. É possível ainda que uma etapa ou mais etapas do processo de produção sejam modificadas, seja com a troca de equipamento ou de outra maneira, para que a geração de resíduos diminua ou até mesmo deixe de gerar algum dos resíduos.

Uma das principais formas de fazer prevenção à poluição é a redução na fonte, que “é definida como qualquer prática que reduza a quantidade de substâncias perigosas, poluentes ou contaminantes nos fluxos de resíduos e que possam alcançar o meio ambiente [...] e que reduza os riscos à saúde pública e ao ambiente” (US EPA, 2001 apud SANTOS, 2005.p 50). Essa estratégia segue um fluxo organizado pelo fluxograma representado na Figura 2, onde é possível entender como se dá o procedimento e colocá-lo em prática.

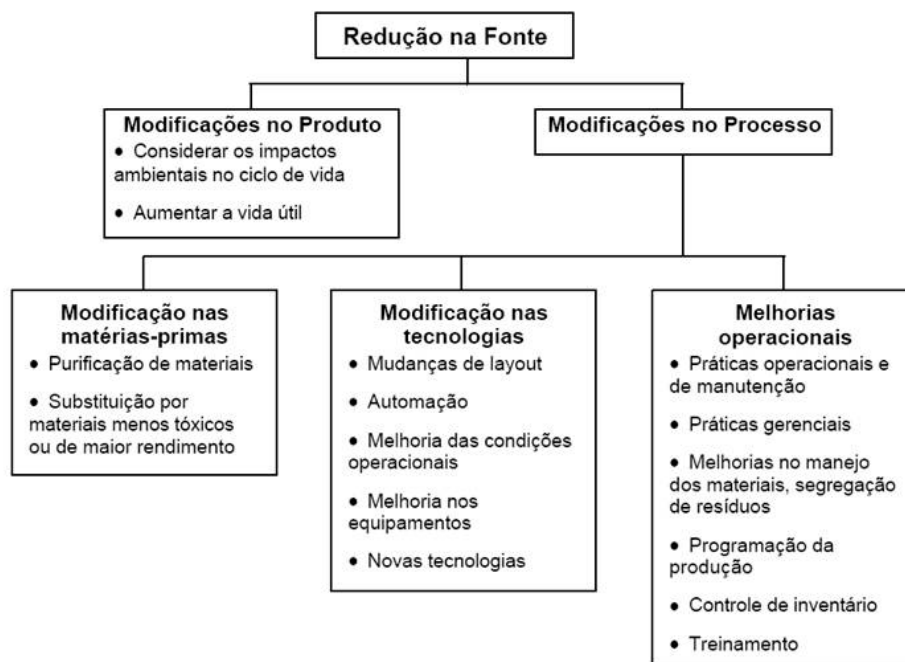


Figura2: Estratégias de redução na fonte.

Para fazer redução na fonte são dados dois caminhos, ou o produto é modificado ou o processo sofre alterações. No caso do produto é recomendado que o ele seja modificado para ter mais vida útil, dessa forma é analisado o ciclo de vida. Quando as modificações têm que ser feitas no processo são dados alguns caminhos: modificar as matérias-primas seja substituindo, purificando, minimizando a quantidade de matérias-primas mais escassas no meio ambiente, ou aqueles que poluam mais. Outro ponto é alterar as tecnologias, seja substituindo equipamentos antigos por novos com tecnologia menos agressiva, seja modificando a forma de operar tais equipamentos ou ainda mesmo mudando os equipamentos de lugar dentro do ambiente de trabalho, podem ser estratégias para reduzir a poluição causada por eles. Outra forma é modificar as condições operacionais, as vezes só modificar o jeito de manusear um equipamento ou fazer a manutenção de maneira mais periódica pode resolver algumas questões de geração de resíduo, ou ainda programar a produção feita por pessoas e máquinas, treinar os funcionários.

Quando se fala em resíduos sólidos, surge a idéia da política dos 3R's como uma das ferramentas mais conhecidas e simples para buscar a resolução de problemas ligados a eles. Essa política dos 3R's consiste num conjunto de medidas de ação ligadas à gestão de resíduos, onde se busca a redução, reutilização e reciclagem dos materiais envolvidos no processo produtivo de uma indústria (LIMA, 2009).

Mais recentemente ampliou-se esse conceito com a inserção do conceito de recuperação/reintegração, passando essa política a ser conhecida por política dos 4R's (LIMA, 2005).

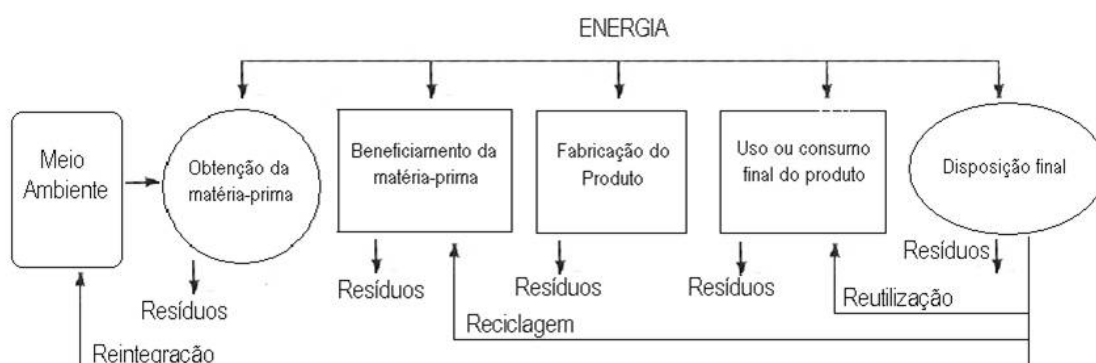


Figura 3: Os 4 R's: Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Reintegrar.

Ainda há quem já utilize o conceito de política dos 5 R's. O quinto R seria o Repensar, e passa a ser visto como o primeiro R da política, pois está inserido dentro da mentalidade de cada pessoa ou organização e envolve tudo relacionado ao consumo e o poder de decisão e escolha. O Repensar também é favorável aos processos de Educação Ambiental, pois é um conceito mais prático e mais aplicável tanto no dia a dia das empresas, como na vida desses trabalhadores (FEITOSA, 2008).

O programa de Redução de resíduos consiste num esforço contínuo a fim de identificar os caminhos para redução, ou até mesmo eliminação completa, de poluentes industriais. (WMOAM, 1988)

O primeiro passo para a implantação de um programa de redução de resíduos é a conscientização e comprometimento de todos envolvidos no processo produtivo. E isso é alcançado através de reuniões e treinamentos que vão esclarecer aos funcionários todas as informações pertinentes as ações que deverão ser empregadas e os objetivos que desejam ser alcançados (FREEMAN, 1990).

Apesar do grande ganho ambiental, as ações para se chegar à oportunidade de redução de um resíduo pode esbarrar nos custos operacionais e de investimentos iniciais. A principal forma de executar esses cálculos é dividi-los por estágios. No primeiro calcula-se o valor gasto em equipamentos, matéria-prima e especialização da mão-de-obra. No segundo nível calcula-se os custos com monitoramento e inspeções, que passarão a deixar de existir após a implementação do programa de redução. No próximo nível calcula-se o valor que deixará de ser gasto com possíveis multas e remediações decorrentes da falha dos sistemas de controle ambiental. Por último procura-se encontrar os lucros obtidos com a melhora da imagem da empresa perante a sociedade.

Apesar de ser muito difícil de estimar todos esses valores, é primordial que seja feito, pois é através do cálculo desses benefícios que se confirma a verdadeira significância para a implantação do programa de redução (FREEMAN, 1990).

Em geral, para se alcançar a redução dos resíduos são utilizadas quatro técnicas distintas, que incluem a mudança no produto, de material, de tecnologia e dos procedimentos operacionais (MATOS, 1997).

A mudança no produto consiste em buscar adequações de forma que se mantenham as características originais de qualidade e performance do produto.

A mudança de material busca trocar matérias-primas que geram resíduos tóxicos por aquelas que deixam de gerar esse tipo de resíduo. Essa mudança é feita através da substituição propriamente dita, ou através da purificação desses materiais, de forma a evitar a entrada de impurezas no processo produtivo.

Em relação às mudanças de tecnologias, essas podem ser de custo baixo ou elevado. Como mudança de baixo custo pode-se mudar a ordem no processo produtivo, de forma a otimizar a matéria prima e gerar menos resíduos. Mudanças mais onerosas são aquelas relativas a compra de novos equipamentos, os quais produzem menos produtos imperfeitos.

As mudanças em procedimentos operacionais consistem em observações simples no dia a dia, como atualização de inventário de estoque, afim de evitar perdas com insumos “esquecidos” e que saem do prazo de validade.

A Reciclagem é o termo geralmente utilizado para designar o reaproveitamento de materiais beneficiados como matéria-prima para um novo produto. Muitos materiais podem ser reciclados e os exemplos mais comuns são o papel, o vidro, o metal e o plástico. As maiores vantagens da reciclagem são a minimização da utilização de fontes naturais, muitas vezes não-renováveis; e a minimização da quantidade de resíduos que necessita de tratamento final, como aterramento ou incineração.

O conceito de reciclagem serve apenas para os materiais que podem voltar ao estado original e ser transformado novamente em um produto igual em todas as suas características. O conceito de reciclagem é diferente de reutilização.

O Reaproveitamento ou reutilização consiste em transformar um determinado material já beneficiado em outro. Um exemplo claro da diferença entre os dois conceitos, é o reaproveitamento de papel. O papel chamado de reciclado não é nada parecido com aquele que foi beneficiado pela primeira vez. Este novo papel tem cor diferente, textura diferente e gramatura diferente. Isto acontece devido a não possibilidade de retornar

o material utilizado ao seu estado original e sim transformá-lo em uma massa que ao final do processo resulta em um novo material de características diferentes.

Outro exemplo é o vidro. Mesmo que seja "derretido", nunca irá ser feito um outro com as mesmas características tais como cor e dureza, pois na primeira vez em foi feito, utilizou-se de uma mistura formulada a partir da areia. Já uma lata de alumínio, por exemplo, pode ser derretida de volta ao estado em que estava antes de ser beneficiada e ser transformada em lata, podendo novamente voltar a ser uma lata com as mesmas características.

A palavra reciclagem ganhou destaque na mídia a partir do final da década de 1980, quando foi constatado que as fontes de petróleo e de outras matérias-primas não renováveis estavam se esgotando rapidamente, e que havia falta de espaço para a disposição de resíduos e de outros dejetos na natureza. A expressão vem do inglês recycle (re = repetir, e cycle = ciclo).

Como disposto acima sobre a diferença entre os conceitos de reciclagem e reaproveitamento, em alguns casos, não é possível reciclar indefinidamente o material. Isso acontece, por exemplo, com o papel, que tem algumas de suas propriedades físicas minimizadas a cada processo de reciclagem, devido ao inevitável encurtamento das fibras e celulose.

Em outros casos, felizmente, isso não acontece. A reciclagem do alumínio, por exemplo, não acarreta em nenhuma perda de suas propriedades físicas, e esse pode, assim, ser reciclado continuamente.

A reciclagem e o reúso no processo são aplicáveis tanto para grandes indústrias quanto para as pequenas. No caso de indústrias com elevada geração de resíduos e consumo de água, ou com geração de resíduos de elevado valor agregado, os benefícios ambientais e econômicos da reciclagem e do reúso são significativos. Estas estratégias no entanto podem ter pouca aplicabilidade no caso de pequenas indústrias, com pouca geração de resíduos, pois neste caso a relação custo-benefício pode ser desfavorável, ou o material recuperado pode não ter uma aplicação no processo (EC, 2001). Materiais que podem ser reusados e reciclados incluem matérias-primas, produtos químicos bem como águas residuárias tratadas e não tratadas. Este esquema se mostra de grande valia naqueles casos, onde as estratégias de prevenção à poluição não são viáveis econômica ou tecnicamente (KIRKWOOD e LONGLEY, 1995).

Tanto a reciclagem quanto o reúso implicam na separação dos materiais em seus fluxos. Existem diferentes tecnologias de separação, que dividem-se em técnicas de separação de fluxos sólido-sólido, sólido-líquido e gás-líquido.

Para a separação de materiais na fase sólida podem ser empregadas técnicas de peneiramento e separação magnética, além da separação manual. Para remover resíduos na fase líquida podem ser empregadas técnicas de precipitação por meio de ajuste de pH, troca iônica, osmose reversa, diálise e eletrodialise, micro e ultra-filtração, desaguamento e extração. Para separar resíduos na fase gasosa, podem ser usadas técnicas de adsorção, separação por membranas, absorção e condensação.

Para aumentar a taxa de recuperação de resíduos, frequentemente é preciso separar os resíduos tóxicos ou recuperáveis do fluxo total. As técnicas aplicáveis vão desde a segregação simples até o emprego de tecnologias complexas. Um dos melhores e mais eficientes lugares para recuperar resíduos de processo é o seu ponto de geração. Neste ponto, a possibilidade de contaminação do material por outro resíduo é mínima. A segregação de resíduos, perigosos ou não, na fonte pode reduzir o volume e os custos com o manuseio (EC, 2001).

Após a recuperação dos resíduos, pode ser necessária a purificação destes materiais antes do seu reúso ou reciclagem. As técnicas de purificação podem ser físicas ou químicas e envolvem técnicas tais como filtração simples, troca iônica, evaporação, destilação, precipitação, osmose reversa, entre outras. A maioria dos processos de recuperação in site produz algum tipo de rejeito (contaminantes removidos do material recuperado), que pode ainda ser processado para reutilização posterior. Caso a reutilização não seja possível, este deve ser adequadamente disposto (EC, 2001).

O reúso e a reciclagem de água em processos industriais, além de contribuírem para a economia e a preservação dos recursos hídricos, também contribuem para a minimização dos resíduos gerados nas estações

de tratamento de efluentes. Uma vez que uma parcela menor de efluente é enviada para o tratamento, uma quantidade menor de borra é gerada. Ainda, é reduzida a quantidade de produtos químicos auxiliares usados na planta de tratamento, o que implica em uma redução do volume de embalagens destes produtos.

São inúmeros os resultados da reciclagem e do reúso, que são considerados expressivos tanto no campo ambiental, como nos campos econômico e social. No meio ambiente, a reciclagem pode reduzir a acumulação progressiva de resíduos a produção de novos materiais, como por exemplo o papel, que exigiria o corte de mais árvores; as emissões de gases como metano e gás carbônico; as agressões ao solo, ar e água; entre outros tantos fatores negativos.

No aspecto econômico a reciclagem contribui para o uso mais racional dos recursos naturais e a reposição daqueles recursos que são passíveis de re-aproveitamento. Enquanto, no âmbito social, a reciclagem não só proporciona melhor qualidade de vida para as pessoas, através das melhorias ambientais, como também tem gerado muitos postos de trabalho e rendimento para pessoas que vivem nas camadas mais pobres.

O conceito de Recuperação se refere à reintegração do produto a natureza, ou seja, transformá-lo novamente em um recurso natural. As formas mais utilizadas de reintegração são a incineração e a compostagem dos resíduos orgânicos.

Vários países como Japão, Suíça, Luxemburgo, reconhecem a incineração como uma das opções mais viáveis para a recuperação de energia e para a gestão dos grandes volumes de resíduos. As grandes indústrias desses países têm a necessidade de recorrer a este tipo de prática, visto que os territórios disponíveis para a construção de aterros industriais são muito escassos e custosos. Assim é possível notar que muito se investe em tecnologias de incineração afim de possibilitar o cumprimento dos limites impostos pelas entidades ambientais de regulamentação, e ser uma alternativa mais aceita entre a população e grupos ambientais (LIMA, 2005).

RESULTADOS – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS OBSERVADO NA INDÚSTRIA

As principais matérias-primas que vão dar origem aos compressores são: ferro fundido, representado pelo ferro gusa, constituído por uma mistura entre o nodular e o cinzento; chapas de aço e fios de cobre; óleo para o interior do compressor.

O acompanhamento do processo produtivo foi realizado na planta responsável pela usinagem, montagem e pintura dos compressores e pode ser visualizado na Figura 4.

Desta forma, o processo produtivo se inicia com a usinagem, sendo nessa etapa que dão entrada o ferro fundido, as chapas de aço e o fio de cobre, dando origem às peças moldadas que posteriormente serão encaminhadas à linha de montagem.

Paralelamente, há uma linha distinta de produção, denominada Estamparia, em que são produzidas as carcaças dos compressores que serão utilizados posteriormente na montagem. Nessa linha, as chapas de aço chegam em bobinas de 1200mm e são cortadas em blanques para dar origem as carcaças e demais peças a serem soldadas.

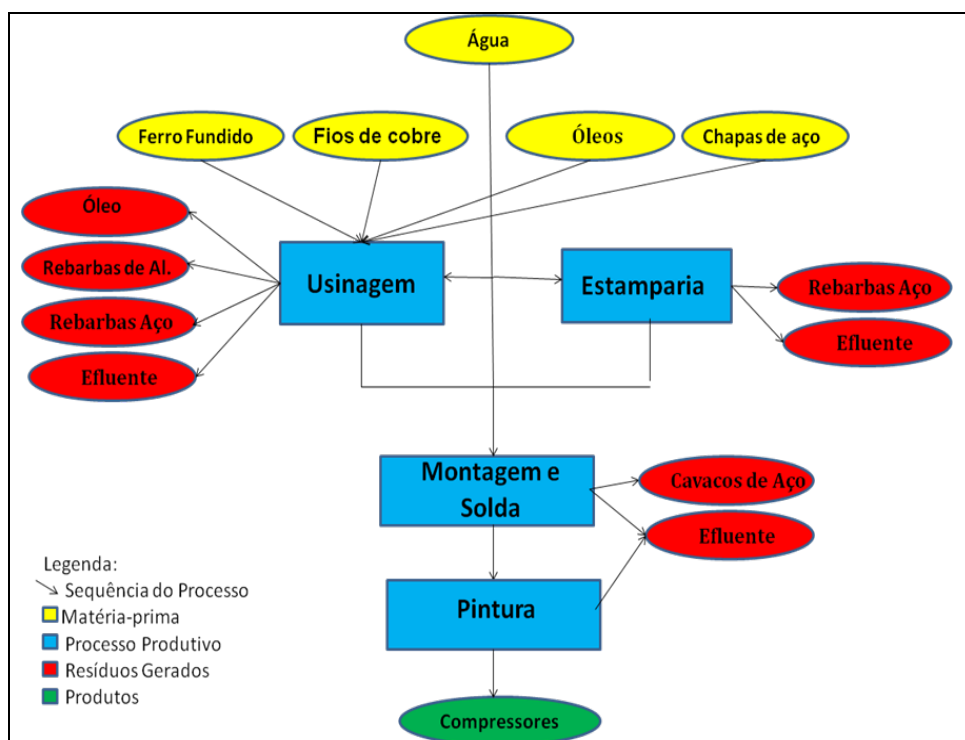


Figura 4: Processo Produtivo.

Passada as duas etapas, os compressores são encaminhados à linha de Montagem e Solda, fortemente mecanizada e por fim seguem para a pintura, cuja técnica adotada consiste em um banho de imersão em um tanque de tinta, que sofre o processo de eletrodeposição, seguida de lavagem em tanque de água para a retirada do excesso de tinta e conseqüente, secagem em estufa.

Em suma, durante o processo produtivo, os principais resíduos gerados são: a areia de fundição e a borracha que são destinados ao aterro industrial de resíduos classe II; bem como todos resíduos contaminados com óleo que são encaminhado ao coprocessamento.

Há uma estação de tratamento cujos efluentes são encaminhados por gravidade. A ETE é constituída sequencialmente por: tanque de homogeneização, coagulação, flotação, floculação, decantação, filtração, carvão ativado, osmose reversa e desinfecção.

Como rejeito do processo, obtém-se o lodo de ETE, que é desidratado em filtro prensa, totalizando uma vazão de 30 t/mês, que é encaminhado ao aterro industrial de resíduos classe II da indústria.

Durante o acompanhamento do processo produtivo foram notadas algumas políticas de Prevenção à Poluição (P2) adotadas pela empresa, como: presença de lavadores de gás para a neutralização de fumaças e gases resultantes da soldagem das peças; utilização do gás natural como combustível das máquinas (empilhadeiras) e caminhões da empresa; modificação no processo de soldagem, que utilizava o Boro (Br), pois constitui um elemento de difícil tratamento na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), passando atualmente pela eletrosoldagem; adoção de novos processos de pintura, que evitam a geração de rejeitos de tinta, bem como as poeiras de tinta, resultantes da pintura em spray.

Também puderam ser verificadas práticas da Política dos 4R na indústria, como: redução da captação de água subterrânea de poços pelo reaproveitamento da água pluvial para a irrigação de jardins; redução do consumo de água pela reutilização da água proveniente do processo de osmose reversa da ETE para o resfriamento dos trocadores de calor, dos óleos de usinagem, bem como da soldagem; redução do consumo de ferramentas de corte; redução do consumo de energia elétrica; reutilização total da água tratada na ETE nos processos produtivos da fábrica; reutilização dos retalhos das carcaças e demais peças gerados; reutilização do óleo de usinagem, que antes era descartado e atualmente, passa por processos sequenciais de refrigeração, filtração para separação dos cavacos de aço e alumínio, ajuste de pH e concentração para posteriormente ser reutilizado

na usinagem; reutilização do cavaco separado na filtração do óleo de usinagem em etapas de fundição; reutilização de resíduos de poda e capina na compostagem, cujo composto orgânico serve para a adubação dos jardins da empresa; reciclagem dos resíduos contaminados com óleo que passam pelo coprocessamento e são utilizados nas cimenteiras, em caldeiras; encaminhamento de papéis, plásticos, papelões, vidros, metais e parte da madeira para reciclagem.

CONCLUSÕES

As ferramentas de gestão ambiental como a análise de ciclo de vida, prevenção à poluição e política dos 4R são muito importantes para um correto gerenciamento de resíduos sólidos industriais, pois vão abordar quesitos e etapas de extrema relevância, quando se busca amenizar os impactos adversos gerados pelas atividades humanas.

Tais abordagens abrangem desde as quantificações de entradas de matérias-primas e saídas de produtos, processos produtivos, resíduos e impactos gerados em todas as etapas, até as medidas adotadas para se prevenir a poluição, bem como aquelas que possibilitam a redução, reutilização, reciclagem ou mesmo a recuperação dos resíduos sólidos.

No caso estudado foi possível notar que a empresa vem buscando amenizar os impactos ambientais relativos às suas atividades industriais, sendo certificada tanto pela ISO 9000 pelos seus produtos quanto pela ISO 14000 por ter implantado um Sistema de Gestão Ambiental. No entanto, quando se trata das questões ambientais, sempre é válida a constante reavaliação dos processos e medidas que reduzam ainda mais os impactos, de forma a reintegrar no processo produtivo, os resíduos que antes seriam considerados como rejeitos.

Nesse sentido, novas tecnologias poderiam ser consideradas para a areia de fundição, resíduo gerado em larga escala e destinado em forma de rejeito no aterro classe II da empresa, como a sua reutilização, aglomerada com argila para solidificação/estabilização na fabricação de matrizes de cimento Portland, que posteriormente, poderiam ser empregadas na execução de alvenarias.

Paralelamente, outra proposição seria a substituição das caixas de madeira utilizadas para embalagens dos compressores por embalagens plásticas (PET), cuja reciclagem é adotada em larga escala no mundo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14040: gestão ambiental: avaliação de ciclo de vida – princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2001.
2. BRAGA, B. Introdução à Engenharia Ambiental -2ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
3. CALIA R.C. A Difusão da Produção Mais Limpa: O Impacto do Seis Sigma no Desempenho Ambiental Sob o Recorte Analítico de Redes. Tese (Doutorado) Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Escola de Engenharia de São Carlos – USP. São Carlos, 2007.
4. CEBDS (Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável). Guia da Produção Mais Limpa: Faça Você Mesmo. Rede de Produção Mais Limpa. Disponível em: <http://www.pmaisl.com.br/publicacoes/guia-da-pmaisl.pdf>. Acesso em: 18 de junho de 2010.
5. CETESB, São Paulo. Manual para implementação de um programa de prevenção à Poluição. 4. ed. - São Paulo : CETESB, 2002. 16 p.
6. CHEHEBE, J.R. Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000/ J.R. Chehebe – Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., CNI, 1997.
7. COLTRO, L. Avaliação de ciclo de vida como instrumento de gestão. Campinas: CETEA/ITAL, 2007.
8. ENVIRONMENT CANADA – EC. (2001). Pollution Prevention Planning Handbook. Canadian Environment Protection Agency, Canada.
9. FEITOSA, M.A.M. Educação Ambiental: Uma contribuição às produções artísticas. In: XVI Semana de Humanidades, Natal, 20 a 24 de outubro de 2008.
10. FREEMAN, H. Hazardous waste minimization. McGraw-Hill, Cingapura, 1990.
11. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 14040: environmental management – life cycle assessment – principles and framework, Genève, 1997.

12. ____ISO 14041: Environmental Management – Life cycle assessment – Goal and scope definition and inventory analysis. Genève, 1998.
13. ____ISO 14042: Environmental Management – Life cycle assessment –Life cycle impact assessment. Genève, 2000.
14. ____ISO 14043: Environmental Management – Life cycle assessment –Life cycle interpretation. Genève, 2000.
15. KIRKWOOD, R. C., LONGLEY, A. J. (1995). Clean Technology and the Environment. 1st ed. Great Britain: Chapman & Hall.
16. LIMA, R.; GOMES, H.; RANGEL, N. O tratamento dos resíduos sólidos no Japão: caso particular da incineradora de Toshima. Indústria e ambiente, n. 37, jan-mar 2005
17. LIMA, V.H.M.; LIRA, J.A.M.; SILVA, R.A. Conscientização da política dos 3R's no parque metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti. In: IX Jornada de Pesquisa e extensão-JEPEX, Recife, 19 a 23 de outubro de 2009.
18. MATOS, S.V. Proposta de minimização de resíduos sólidos industriais: estudo de caso com areia de fundição. São Carlos, 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento), Universidade de São Paulo.
19. MOURA, L.A.A. Qualidade e gestão ambiental – 3ª Ed – São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2002.
20. NASCIMENTO, L.F.M. O processo de implantação da ISO 14000 em empresas brasileiras. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Curitiba. 2002.
21. SANTOS, C. Prevenção à Poluição Industrial: Identificação de oportunidades, análise dos benefícios e barreiras. Tese (Doutorado). Pós-graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento. Escola de Engenharia de São Carlos – USP. São Carlos, 2005.
22. WASTE MINIMIZATION OPPORTUNITY ASSESSMENT MANUAL.WMOAM, EPA. Ohio, USA, julho de 1988.