

III-365 - ANÁLISE DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA REFINARIA DE PETRÓLEO

Ana Carolina Kopke Santos⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC – Campinas).

Juliana Barbosa Palhares Vivaldi

Mestre em Engenharia Civil, Área de Recursos Hídricos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
Docente da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas) e Veris Faculdades.

Endereço⁽¹⁾: Rod. Dom Pedro I, Km 136 – Parque das Universidades – Campinas – São Paulo – CEP: 13086-900 – Brasil – Tel: +55 (19) 3343-7653 – site: <http://www.puc-campinas.edu.br> - e-mail: palhares_ju@hotmail.com.

RESUMO

Neste trabalho são descritas as etapas do processo de refino de petróleo e a geração de resíduos relacionados as etapas do processo. Por meio de estudo de caso, procurou-se analisar os resíduos gerados numa refinaria para, em seguida, analisar o programa de gestões dos resíduos sólidos gerados, tratar sobre os subprodutos perigosos na área industrial de petróleo, tratar sobre as diretrizes para a correta segregação, o acondicionamento, o transporte, o manuseio, o tratamento e o descarte final em locais apropriados. Ressalta-se a importância de um programa de gestão de resíduos sólidos adequado em uma refinaria de petróleo pois, assim, é possível reduzir o volume dos resíduos, e, conseqüentemente, amortizar os custos de gestão, trazendo vantagens econômicas e ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Refino de Petróleo, Geração de Resíduos, Gestão de Resíduos Sólidos, Impactos Ambientais.

INTRODUÇÃO

Com o advento da Revolução Industrial (século XVIII), a utilização dos recursos naturais foi intensificada para suprir os processos produtivos industriais. A exploração não sustentável desses recursos e conseqüente aumento da geração de resíduos contribuíram para a desestabilização do equilíbrio natural e dos ecossistemas, uma vez que novas substâncias sintetizadas pelas indústrias químicas passaram a fazer parte dos ciclos bioquímicos e a interferirem nas condições naturais do solo, do ar e dos recursos hídricos (CUNHA, 2009).

A partir da utilização do petróleo como combustível no setor industrial, a industrialização foi impulsionada de forma exponencial, o que desenfreou a produção de resíduos e de novos passivos ambientais. Durante muitos anos, não houve preocupação ambiental com os resíduos gerados pela utilização deste combustível, o que acarretou diversas catástrofes ambientais.

Como forma de minimizar os impactos ambientais, é necessário conhecer os modelos de gestão dos resíduos sólidos produzidos nas diversas etapas do refino do petróleo já implantados em refinarias, uma vez que muitos destes resíduos possuem características potencialmente perigosas à saúde humana e ao meio ambiente, necessitando de um tratamento e/ou destino adequado.

Além de ser uma alternativa ambientalmente favorável, o sistema de gestão pode ser visto, também, como oportunidade de geração de novos negócios.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio da Refinaria de Paulínias - SP (REPLAN).

O PROCESSO DE REFINO DO PETRÓLEO

De acordo com Pimenta (2005), o petróleo é uma complexa mistura de compostos orgânicos e inorgânicos, em que prevalecem os hidrocarbonetos, podendo ser retirado da terra no seu estado líquido. Para que tenha seu potencial energético completamente aproveitado, bem como seu emprego como fonte de matérias-primas, é

importante que seja efetuado seu desmembramento em cortes, com padrões pré-determinados para objetivos específicos, que é designado como frações.

Segundo ANP (2010), o refino de petróleo dá-se por um conjunto de processos físicos e químicos que objetivam a modificação dessa substância em derivados. O procedimento se inicia pela destilação atmosférica, com o fracionamento do óleo cru, que está armazenado em tanques, a ser processado em toda e qualquer refinaria.

Conforme a Figura 1, o processo se inicia pela dessalinização do petróleo bruto, no qual são eliminados os sais minerais. Nesta etapa, são extraídas as principais frações que dão origem à gasolina, óleo diesel, querosene, nafta e parte do GLP. Em seguida, o resíduo da destilação primária é processado na destilação a vácuo, onde é extraída do petróleo mais uma parcela de diesel, além de gasóleos, que pode ser destinado à produção de lubrificantes ou a processos mais sofisticados, como o craqueamento catalítico. No craqueamento catalítico, o resíduo é transformado em GLP, gasolina e óleo diesel. O resíduo da destilação a vácuo, conhecido como coque, pode ser utilizado como asfalto ou destinado à produção de carvão mineral (empregado como combustível em fornos industriais). Outras unidades de processo transformam frações pesadas do petróleo em produtos mais leves, de forma a colocar os produtos nas especificações para o consumo.

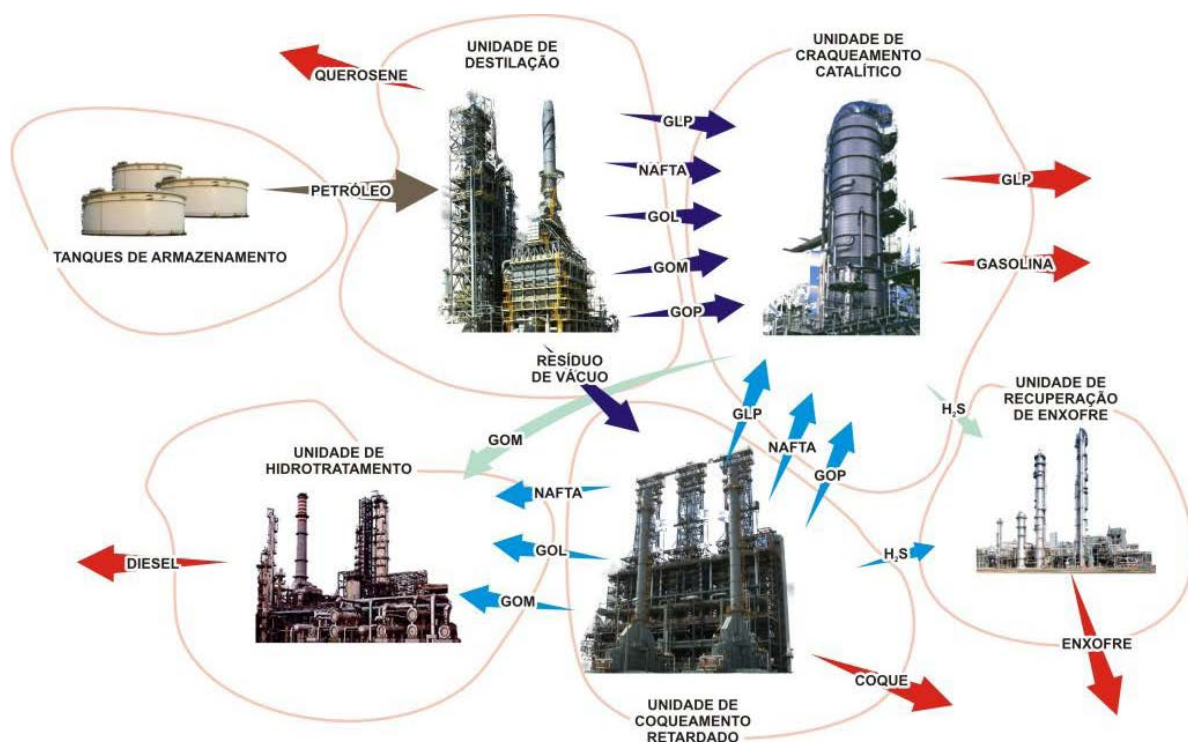


Figura 1: Esquema resumido do processo de refino do petróleo.

ESTUDO DE CASO: RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS EM UMA REFINARIA DE PETRÓLEO

As atividades de refino representam grandes potenciais poluidores, pois geram, ao longo das etapas, resíduos tóxicos que podem causar danos negativos ao meio ambiente. Os resíduos gerados incluem a lama dos separadores de água e óleo (API), a lama dos flutuadores a ar dissolvido e a ar induzido, os sedimentos do fundo dos tanques de armazenamento do petróleo cru e derivados, as borras oleosas, as argilas de tratamento, as lamas da limpeza dos trocadores de calor e das torres de refrigeração, além de sólidos emulsionados em óleo (MARIANO, 2001).

Geralmente, na refinaria os resíduos sólidos gerados são resultantes de atividades de parada de manutenção de determinadas unidades. Alguns exemplos destes resíduos são: água de lavagem e de neutralização da convecção dos fornos, borra oleosa resultante de limpeza de equipamentos, resíduos líquidos oleosos da liberação da

unidade, resíduos líquidos gerados na descontaminação química da unidade, vapores e gases, refratários e isolantes contaminados e equipamentos de proteção individuais contaminados (PETROBRAS, 2010a).

Araújo *et al.* (2003) apresenta uma tabela-resumo, conforme demonstrado na Tabela 1, sobre os resíduos sólidos gerados na refinaria de Mangueiras-RJ. A tabela-resumo separa os resíduos em industriais e administrativos, para na sequência apontar origens, classificação dos resíduos, tipo de acondicionamento, forma de transporte, tipo de destinação e a frequência com que os resíduos são gerados.

Tabela 1: Resíduos industriais gerados na Refinaria de Mangueiras. Fonte: Araújo *et al.* (2003)

RESÍDUOS INDUSTRIAIS						
RESÍDUO	ORIGEM	CLASSE	ACONDICIONAMENTO	TRANSPORTE	DESTINO	FREQUÊNCIA
Borra Oleosa	Fundo de tanque	I	Caçamba/tambor	Caçamba/Carga Seca/Vácuo	Co-processamento	10 anos
Lama de dessalgação	Dessalgadora	I	Caçamba	Vácuo	Co-processamento	Parada de Manutenção
Lodo de ETE	ETE	I	Caçamba	Vácuo	Co-processamento	5 anos
Material diverso contaminado com óleo	Area industrial	I	Diverso	Carga Seca	Co-processamento	Esporádica
Solo contaminado	Area industrial	I	Diverso	Caçamba/Carga Seca	Co-processamento	Esporádica
Esferas cerâmicas	Reforma e HDT	II	Big-Bags Tambores	Carga Seca	Co-processamento	Parada de Manutenção
Pó de catalisador	Reforma e HDT	II	Big-Bags	Carga Seca	Co-processamento	Parada de Manutenção
Catalisadores gastos	Reforma e HDT	I	Tambores Big-Bags	Carga Seca	Reaproveitamento	Parada de Manutenção
Borra salina	Torres de resfriamento	I	Tambores	Caçamba	Co-processamento	Parada de Manutenção
Anteparos	Torres de resfriamento	III	Caçambas	Vácuo	Aterro Sanitário	Parada de Manutenção
Coque	Tratamento de fracionamento e forno	I	Caçambas	Carga Seca	Aterro ou reaproveitamento	Parada de Manutenção
Filtro de areia/carvão ativado	Tratamento de derivados e ETA	I	Bombonas	Carga Seca	Co-processamento	Esporádica
Resinadas trocadores	ETA	I	Big-Bags Tambores	Carga Seca	Incineração	Esporádica
Entulho	Industrial	III	Big-Bags Caçamba	Carga Seca	Aterro Sanitário	Contínua
Produto químico	Industrial e laboratório	I	Diversos	Carga Seca	Incineração	Esporádica
Embalagens	Industrial e laboratório	I	A granel	Carga Seca	Reaproveitamento	Contínua
Sucata metálica	Manutenção	III	Caçamba	Carga Seca	Reaproveitamento	Contínua
Ascarcel	Manutenção	I	Tambores	Carga Seca	Incineração	Esporádica
Isolamento térmico	Manutenção	II	Big-Bags	Carga Seca	Aterro Industrial	Contínua
RESÍDUOS ADMINISTRATIVOS						
Papel/papelão	Administrativo	III	Container	Baú	Reciclagem	Contínua
Madeira	Carpintaria	III	Caçamba	Caçamba	Aterro Sanitário	Contínua
Ambulatoriais	Ambulatório	I			Incineração	Contínua
Restaurante	Restaurante	III	Caçamba	Caçamba	Aterro Sanitário	Contínua
Lixo Doméstico	Escritório, varrição, lixo orgânico	III	Caçamba	Caçamba	Aterro Sanitário	Contínua

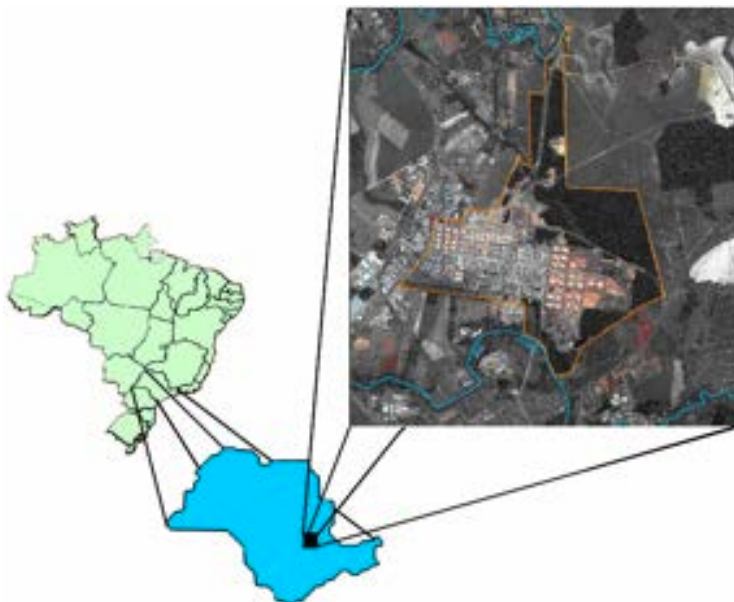


Figura 2: Localização da REPLAN em Paulínia – SP. Fonte: Lazzarini (2005)

A REPLAN

A REPLAN, começou a operar em fevereiro de 1972, é considerada a maior refinaria da PETROBRAS. Localiza-se no município de Paulínia, no Estado de São Paulo, conforme ilustra a Figura 2, atuando em um local estratégico, uma vez que se encontra próximo aos principais pólos industriais e malhas rodoviárias. É responsável pelo refino de aproximadamente 415 mil barris de petróleo por dia. A participação da REPLAN no mercado brasileiro corresponde a 23% do refino de petróleo no país (LAZZARINI, 2005).

PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA REPLAN – PGRS

De acordo com Lazzarini (2005), os resíduos gerados na REPLAN constituem-se, basicamente, em resíduos industriais gerados em decorrência de seu processo produtivo (lodo da estação de tratamento de despejos industriais e borras oleosas), em paradas de manutenção (refratários, cinzas e catalisadores) e, em menor proporção, os resíduos administrativos (escritório, refeitório, sanitários, podas de jardim e outros).

Afim de caracterizar e analisar as etapas de gestão dos resíduos sólidos gerados na referida refinaria, do acondicionamento, tratamento até a destinação final, a Figura 3 apresenta de forma resumida, quais os destinos dos resíduos sólidos gerados.

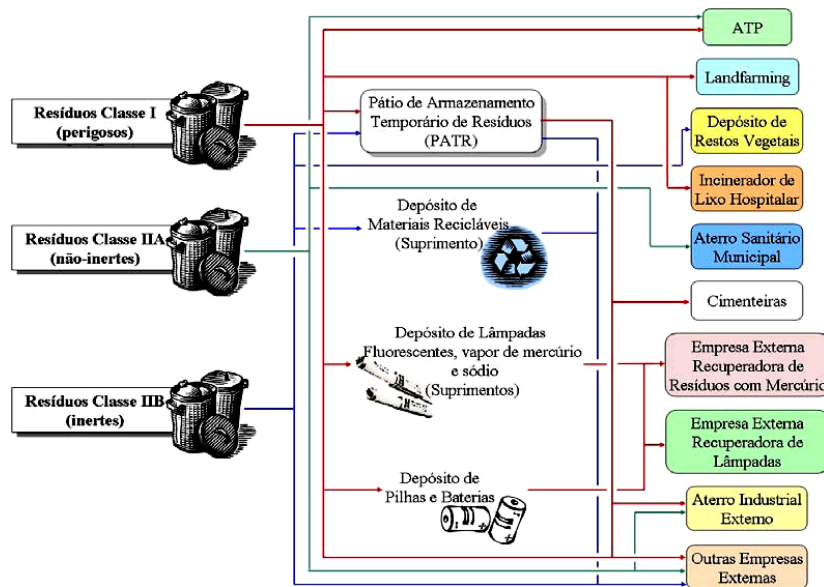


Figura 3: Fluxograma de destinação dos resíduos gerados na REPLAN em Paulínia – SP. Fonte: Lazzarini (2005).

Conforme o PGRS da REPLAN é necessário mapear e localizar todas as suas fontes geradoras de resíduos, associando aos resíduos produzidos, bem como suas características. Este mapeamento vai da segregação, coleta até o manuseio dos resíduos sólidos gerados, com o objetivo de analisar a compatibilidade existente entre os materiais, ou não, evitando assim a mistura de resíduos perigosos e não perigosos (PETROBRAS, 2010a).

As unidades devem ainda, manter um programa de coleta seletiva que contemple os resíduos industriais e administrativos, de acordo com o código de cores e tipo de identificação prescrito nas legislações e normas vigentes (PETROBRAS, 2010a).

Os resíduos sólidos devem ser armazenados de forma adequada dentro da refinaria, tais como aterro de resíduos perigosos e área para disposição de restos vegetais. Conforme PETROBRAS (2010a), quando os resíduos são armazenados em locais temporários, tais como o galpão de armazenamento temporário de resíduo industrial I e II, depósitos de resíduos recicláveis ou depósitos de resíduos de lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias; estes depósitos devem ser sinalizados corretamente, impermeabilizados, cobertos e providos com sistema de contenção adequados. Quando destinado a locais externos à refinaria, os resíduos são designados à aterro sanitários de terceiros, aterros industriais inertes e não inertes, empresas recuperadora de resíduos mercuriosos, sítios de criação de suínos, ou ainda co-processamento em cimenteiras.

Afim de reduzir a quantidade de embalagens necessárias, garantir a estanqueidade e a propagação de situações emergenciais, o acondicionamento dos resíduos deve ser conduzido de maneira adequada, facilitando o manuseio dos mesmos, conforme PETROBRAS (2010a). O PGRS menciona que, os recipientes para acondicionamento do resíduo devem estar em bom estado de conservação, como ser compostos por materiais resistentes, evitando o contato com o resíduo e às condições climáticas. Estes devem estar identificados, informando, no mínimo, a fonte geradora (origem), o tipo de resíduo, a classificação e a data de geração (PETROBRAS, 2010a).

Quanto ao transporte dos resíduos sólidos, os veículos deverão ser inspecionados, visando assim verificar a adequação do veículo e das cargas às normas de transporte quando houver transporte externo de resíduos com elevada quantidade de líquidos livres a granel, deverão ser utilizados caminhões tipo caçambas vedadas, amortizando os riscos de derramamentos e vazamentos em vias e estradas a fim de evitar danos e impactos ambientais (PETROBRAS, 2010a)

Com base nos dados dos Relatórios da PETROBRAS (2010b), foi obtido o volume de vazamento ocorridos entre 2000 a 2009, que incluem: afundamento de plataforma, rompimento de tubulação, rompimento de dutos com derrame de óleo, vazamento de catalisadores para a atmosfera, vazamentos no mar decorrentes de

acidentes com navios, e vazamentos de óleo decorrentes de acidente com caminhões. Os relatórios abrangem as refinarias de todo o Sistema PETROBRAS, que atua desde 1953 com a exploração, a produção, o refino, a comercialização e o transporte de petróleo e seus derivados no Brasil e no exterior. A PETROBRAS desenvolve distintas atividades no exterior e mantém uma sólida atividade internacional, tal como: compra e venda de petróleo, tecnologias, equipamentos, materiais e serviços; acompanhamento do desenvolvimento da economia americana e européia; operação financeira com bancos e bolsa de valores; recrutamento de pessoal especializado; afretamento de navios; apoio em eventos internacionais, entre outros. O Sistema PETROBRAS é composto por mais de cem plataformas de produção, dezesseis refinarias, trinta mil quilômetros em dutos e mais de seis mil postos de combustíveis (FBDS, 2010).

Em 2000, a quantidade de vazamentos do Sistema PETROBRAS foi muito maior quando comparado com a quantidade de 2009, e o PGRS foi implementado no Sistema em 2001. Ao analisar a Figura 4, é possível notar que em 2002, a diminuição de vazamentos do Sistema foi muito significativa, o que mostra a importância da implantação e administração adequada do PGRS em uma refinaria como um todo, que por sua vez ameniza os impactos ambientais.

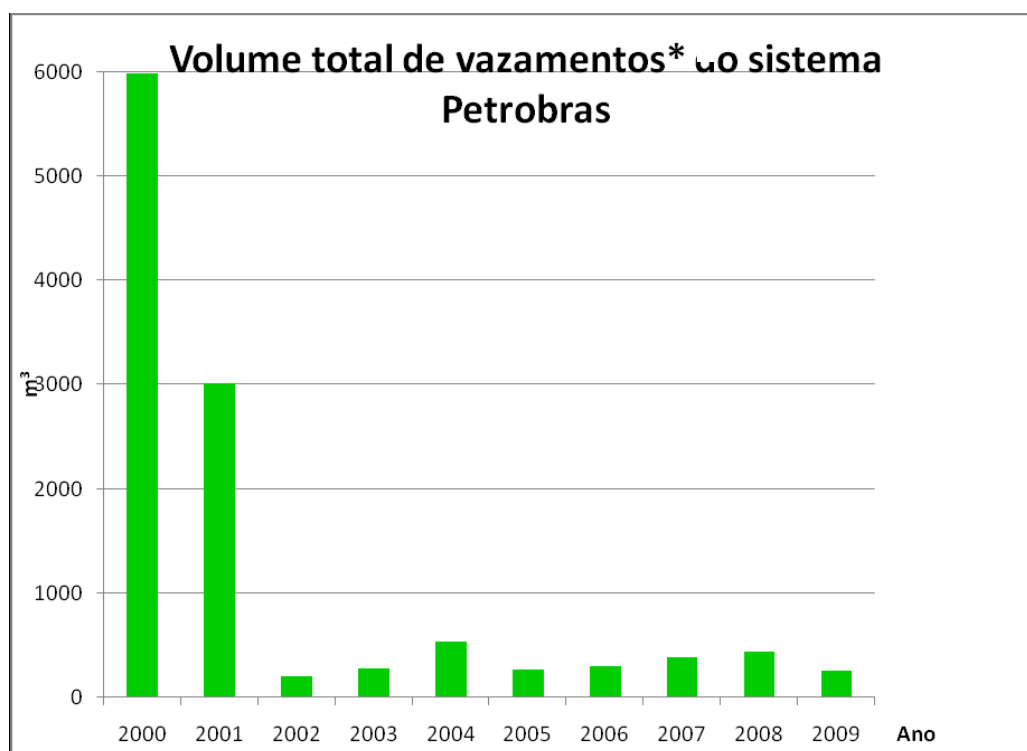


Figura 4: Volume total de vazamentos do Sistema PETROBRAS. Fonte: PETROBRAS (2010b).

TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA REPLAN

A seleção da tecnologia para o tratamento do resíduo deve objetivar o menor impacto socioambiental, os possíveis riscos e a redução do uso de recursos naturais. Desta forma, deve-se visar obrigatoriamente o atendimento às normas vigentes e manter um acompanhamento do controle das áreas de disposição final, a fim de comprovar a eficiência ou não do tratamento (PETROBRAS, 2010a).

Os métodos de tratamento de resíduos mais utilizados hoje na indústria do refino de petróleo são: a secagem e a desidratação de lodos, a incineração, a estabilização, a solidificação, o *landfarming* e, o co-processamento. (CUNHA, 2009).

- *Secagem e a desidratação de lodos*: é um tratamento bastante utilizado, tendo em vista que a desidratação do lodo diminui o seu volume e, conseqüentemente, o custo do transporte também é reduzido. Quando dispostos em aterros, é necessário que haja baixa umidade para evitar a formação de percolado. Os métodos

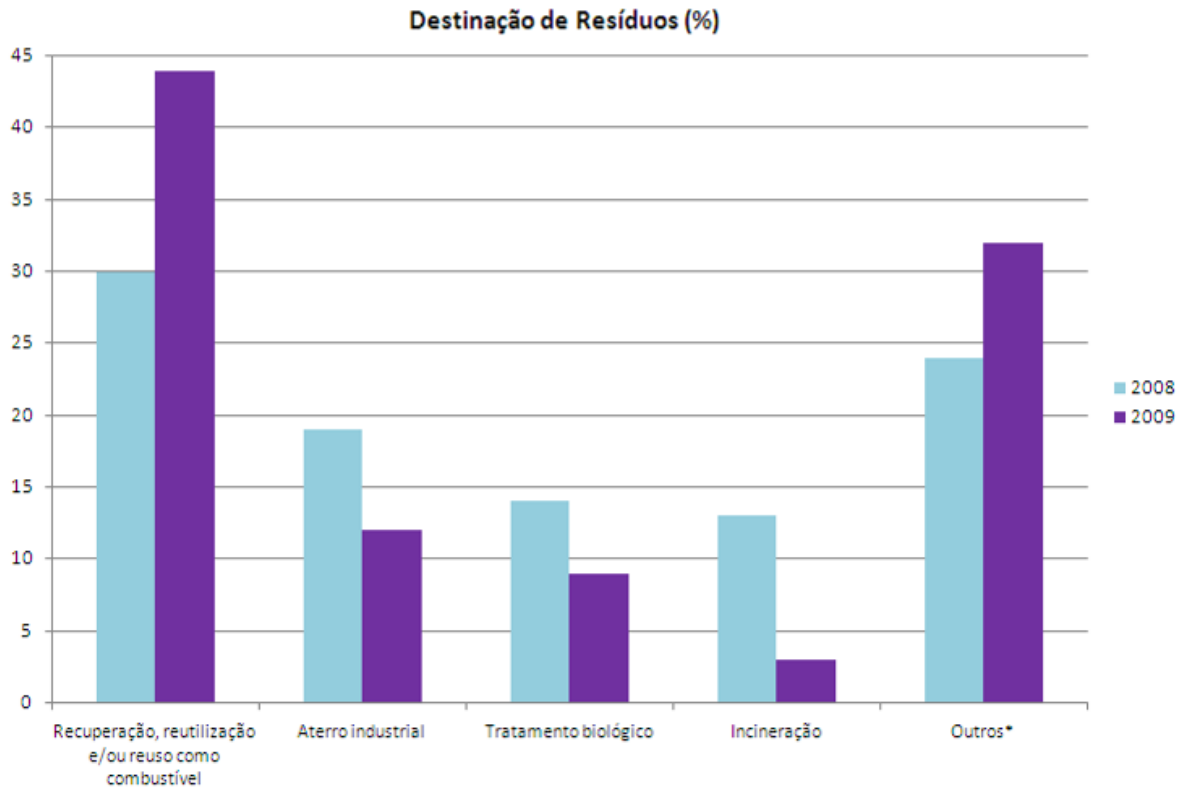
mais utilizados para secagem e desidratação são: centrifugação, filtragem em filtros-prensa, filtragem a vácuo e leitos de secagem (CUNHA, 2009).

- *Incineração*: queima dos resíduos sólidos, líquidos ou pastosos, tornando-os menos volumosos e inertizando-os;
- *Estabilização e solidificação*: de acordo com Cunha (2009), consiste em um pré-tratamento cujos principais objetivos consistem em: aprimorar as características físicas e de manuseio dos resíduos; reduzir a área superficial de contato dos resíduos, caso ocorra a migração dos poluentes; limitar a solubilidade dos elementos perigosos; retirar ou amenizar a toxicidade dos elementos perigosos;
- *Landfarming*: consiste em uma técnica na qual o resíduo oleoso é incorporado ao solo, sob condições controladas, para promover a degradação e imobilização dos contaminantes perigosos presentes (CETESB, 2010). É vantajoso uma vez que apresenta baixo custo, biodegradação completa dos poluentes orgânicos e a ótima aplicabilidade a resíduos oleosos. Entretanto, como desvantagens, há a não adaptabilidade a resíduos que possuam mercúrio e metais pesados e a necessidade de aterros industriais para dispor o sub-produto do processo (CUNHA, 2009);
- *Co-processamento*: O co-processamento pode ser interpretado como uma técnica de reaproveitamento de resíduos. Consiste basicamente em utilizar os resíduos sejam eles orgânicos ou inorgânicos como combustível na indústria de cimento ou como matéria prima na indústria de cerâmica (RITTER, 2007). De acordo com Cunha (2009), como vantagens deste processo destacam-se a eliminação de resíduos que seriam descartados no meio ambiente e a economia de recursos naturais, tais como combustíveis fósseis para aquecimento dos fornos. Outra grande vantagem do co-processamento é o reaproveitamento de resíduos contendo metais tóxicos, como o arsênio, o cromo, o cobre, o chumbo, o mercúrio etc., ou metais com potencial poluidor como o alumínio, o manganês, o magnésio, o sódio etc., visto que estes são os únicos resíduos que não podem ser alterados ou destruídos por métodos químicos ou térmicos. Como desvantagens, tem-se principalmente a necessidade de controle atmosférico e as restrições quanto à utilização de resíduos sem poder de queima, tais como os resíduos radioativos e hospitalares.

A REPLAN, pertencente ao Sistema PETROBRAS, adota a incineração, landfarming, aterro industrial, co-processamento, entre outras formas de tratamento e destinação final dos seus resíduos.

DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO SISTEMA PETROBRAS

Analisando os dados apresentados sobre a destinação dos resíduos em 2008 e 2009 no Sistema da PETROBRAS, conforme PETROBRAS (2010b), nota-se que a parcela de resíduos destinados à recuperação, reutilização e/ou reuso como combustível teve um aumento significativo de um ano para o outro, conforme a Figura 5. Entende-se que resíduos reciclados amenizam os danos ao meio ambiente. Já a parcela destinada a aterro industrial, tratamento biológico e incineração diminuíram em 2009, isso representa um fator positivo, pois estes tipos de destinação podem causar sérios danos ambientais.



*Inclui devolução ao fornecedor, lavagem de solo e secagem, entre outras destinações.

Figura 5: Tipos de destinação dos resíduos sólidos no Sistema PETROBRAS nos anos de 2008 e 2009. Fonte: PETROBRAS (2010b).

CONCLUSÃO

Após análise do PGRS da REPLAN (PETROBRAS, 2010a), bem como da revisão bibliográfica realizada no presente estudo, é necessário ressaltar a importância do mesmo no setor industrial. As etapas de um programa de gestão de resíduos sólidos visam amenizar e mitigar os impactos ambientais causados ao meio ambiente, com a implementação de procedimentos de reciclagem, reutilização, redução na fonte, acondicionamento, manuseio, tratamento, disposição final, entre outros.

Desta forma, será possível reduzir o volume dos resíduos gerados e amortizar os custos de gestão, trazendo vantagens econômicas e ao meio ambiente (premissa da gestão).

O refino de petróleo e a produção dos seus derivados são grandes fontes de poluição, porém, quando é realizado um programa de gestão dos resíduos sólidos eficaz, pode-se dizer que seu potencial poluidor passa a ser reduzido. Desta forma, um modelo eficaz de gestão de resíduos sólidos em uma refinaria, deve levar em conta diversos fatores, tais como o sistema operacional, a logística, as características dos resíduos, bem como as metodologias adequadas para a implantação do mesmo, reduzindo assim os impactos e riscos ambientais desta atividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em: 27 maio 2010.
2. ARAUJO, L. S. A; NICOLAIEWSKY, E. A; FREIRE, D. D. C. *O estudo de caso do gerenciamento de resíduos sólidos em refinarias de petróleo*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO & GÁS, 2, 2003, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: UFRJ, 2003. Disponível em: <<http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/2/6126.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2010.

3. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. *Resíduos oleosos*. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/acidentes/vazamento/acoes/residuos_tratamento.asp>. Acesso em: 10 out. 2010.
4. CUNHA, E. C. *Gestão de resíduos perigosos em refinarias de petróleo*. 2009. 148f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2009/carloseduardoSCanejodacunhaPEAMB_2009.pdf>. Acesso em: 15 maio 2010.
5. FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (FBDS). Petrobras – Petróleo Brasileiro S.A. Disponível em: <http://www.fbds.org.br/fbds/article.php3?id_article=388>. Acesso em: 23 nov. 2010.
6. LAZZARINI, W. *Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente – RIMA para modernização da REPLAN - Refinaria de Paulínia, Paulínia (SP) – Elaborado por Walter Lazzarini Consultoria Ambiental*. São Paulo, 2005. Disponível em: http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Replan-RIMA_Fase_II.pdf. Acesso em 14 set. 2010.
7. MARIANO, J. B. *Impactos ambientais do refino do petróleo*. 2001. 289f. Tese (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/jbmariano.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2010.
8. PETROBRAS. *Programa de gerenciamento de resíduos sólidos da REPLAN – PGRS*. Petrobras, 2010a.
9. PETROBRAS. *Relatórios Anuais*. Rio de Janeiro: Petrobras, 2000 à 2009. Disponível em: <http://www.br.com.br/wps/portal!ut/p/c0/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQ3cLc_2CbEdFAFuNKCY!/?PC_7_901ONKG10017902DGFA0PK10Q5_WCM_CONTEXT=/wps/wcm/connect/Portal%20de%20Conteudo/responsabilidade+social/relatorio+de+sustentabilidade/relatorio+de+sustentabilidade.>>. Acesso em: 15 nov. 2010b.
10. PIMENTA, H. L. N. *Adaptação do método de savage aos modelos dea e fuzzy-dea aplicado à evolução temporal do refino de petróleo no Brasil*. 2005. 84f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005. Disponível em: <http://www.uff.br/decisao/tese_hugo.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2010.
11. RITTER, E. *Disposição final de resíduos industriais*. Rio de Janeiro, 2007. 52p. (Apostila acadêmica e notas de aula). Disponível em: <<http://www.karlaheineck.eng.br/downloads/1272552652Prof%20Elisabeth%20RES%20CDDUOSINDUSTRIAS2003APOSTILA.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2010.
12. SANTOS, A.C.K. *Análise da gestão dos resíduos sólidos numa refinaria de petróleo. Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Engenharia Ambiental, Pontifícia Universidade Católica de Campinas*. Campinas, 2010.