

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

**DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E
LÍQUIDOS GERADOS NA REFINARIA ALBERTO
PASQUALINI REFAP S.A.**

Aluno: Gabriel Veronese

Professor Orientador: Profa. Dra. Liliana Amaral Feris

Dezembro de 2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

Gabriel Veronese

Diagnóstico dos resíduos sólidos e líquidos gerados na
Refinaria Alberto Pasqualini REFAP S.A.

Monografia apresentada como Trabalho
de Conclusão de Curso, como requisito
parcial para obtenção de Graduação no
Curso de Engenharia Química da
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul

Professor Orientador:
Profa. Dra. Liliana Amaral Feris

Dezembro de 2010

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar meu caminho e fazer-me acreditar sempre em meus objetivos.

Aos meus pais Avelino Veronese, Marlene Maria Braciak e minha irmã Liana Veronese pelo grande apoio nesta longa caminhada percorrida dentro da UFRGS.

Agradeço em especial a minha namorada Camila, que nestes anos sempre esteve ao meu lado nos momentos difíceis com sua enorme compreensão e companheirismo.

À UFRGS pela oportunidade de estudo e conhecimento adquirido desde meu 2º grau na Escola Técnica, e, agora, na Escola de Engenharia.

Aos colegas e amigos da REFAP pela contribuição na minha formação profissional e possibilitarem meus estudos através de trocas de horários no trabalho.

À professora Liliana Amaral Feris pela orientação e atenção dedicada para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	OBJETIVOS.....	2
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1.	O REFINO DO PETRÓLEO.....	3
2.2.	ETAPAS DO REFINO DE PETRÓLEO	4
2.2.1.	Processos de Separação.....	4
2.2.2.	Processos de Conversão	8
2.2.3.	Processos de Tratamento.....	10
2.2.4.	Processos Auxiliares	11
2.3.	CARACTERIZAÇÃO E TOXICIDADE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS.....	13
2.4.	GESTÃO DE RESÍDUOS PERIGOSOS	16
3.	METODOLOGIA	19
4.	ESTUDO DE CASO.....	20
4.1.	DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE PROCESSOS NA REFAP.....	21
4.2.	GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS NA REFAP	26
5.	CONCLUSÃO.....	28
6.	CONSIDERAÇÕES.....	31
7.	BIBLIOGRAFIA.....	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma do Processo de Refino do Petróleo.....	04
Figura 2: Pré-aquecimento e Dessalgação do Petróleo.....	05
Figura 3: Torre de Destilação Atmosférica.....	07
Figura 4: Torre de Destilação a Vácuo.....	08
Figura 5: Fluxograma simplificado do Coqueamento Retardado.....	09
Figura 6: Unidade de Craqueamento Catalítico.....	10
Figura 7: Fluxograma do Processo de Tratamento MEROX do GLP.....	11
Figura 8: Fluxograma de gerenciamento de resíduos.....	17
Figura 9: Fluxograma do Refino e seus principais resíduos na REFAP.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resíduos perigosos na etapa de dessalinização do petróleo.....	13
Tabela 2: Resíduos perigosos nas etapas de Destilação Atmosférica e a Vácuo.....	13
Tabela 3: Resíduos perigosos na etapa de Coqueamento Retardado.....	14
Tabela 4: Resíduos perigosos na etapa de Craqueamento Catalítico.....	14
Tabela 5: Resíduos perigosos na etapa de Tratamento Bender.....	14
Tabela 6: Resíduos perigosos na etapa de Tratamento Merox.....	15
Tabela 7: Resíduos perigosos na etapa de Tratamento de Efluentes.....	15
Tabela 8: Resíduos perigosos na etapa de Recuperação de Enxofre.....	15
Tabela 9: Resíduos perigosos na etapa de Armazenamento em tanques	16
Tabela 10: Resíduos da dessalinização na REFAP.....	21
Tabela 11: Resíduos da destilação atmosférica e a vácuo na REFAP.....	21
Tabela 12: Resíduos do craqueamento catalítico na REFAP.....	22
Tabela 13: Resíduos do coqueamento retardado na REFAP.....	23
Tabela 14: Resíduos do tratamento Bender na REFAP.....	23
Tabela 15: Resíduos do tratamento Merox na REFAP.....	24
Tabela 16: Resíduos da estação de tratamento de efluentes na REFAP.....	25
Tabela 17: Resíduos da recuperação de enxofre na REFAP.....	25
Tabela 18: Resíduos do armazenamento na REFAP.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A.R. – água de resfriamento

Bpd – barril por dia

COMPERJ - Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro

ETDI - estação de tratamento de despejos industriais

FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental

GC – gás Combustível

GLP – gás Liquefeito de Petróleo

GLV – gasóleo leve de vácuo

GOC – gasóleo de circulação

GOL - gasóleo leve

GOP - gasóleo pesado

GOR- gasóleo residual

GORT - gasóleo residual de topo

GPV- gasóleo pesado de vácuo

H₂S – Sulfeto de hidrogênio

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IGER – Índice de Geração de Resíduos

IR – Índice de Resíduos

Merox – Mercaptans Oxidation

Na₂S –Sulfeto de Sódio

NL – nafta leve

NP – nafta petroquímica

PGR – Plano de Gerenciamento de Resíduos

PPI - Parallel Plate Interceptor

QAV – querosene de aviação

REFAP – Refinaria Alberto Pasqualini

RNEST – Refinaria do Nordeste

RSH - mercaptans

RSSR - dissulfeto

RV – resíduo de vácuo

S – enxofre elementar

SAO – Separador água/óleo

SO₂ – dióxido de enxofre

URE – Unidade de Recuperação de Enxofre

V.A - vapor

RESUMO

O petróleo é a principal fonte de energia da economia mundial, sendo necessárias diferentes etapas e métodos de separação e conversão com o consumo de grandes quantidades de energia e água nas etapas do refino, a fim de se conseguir produtos finais dentro das especificações do mercado. Os resíduos sólidos e líquidos no refino apresentam características perigosas que podem vir a agredir o meio ambiente e a saúde humana. Neste trabalho, realizou-se uma revisão bibliográfica das diferentes etapas do refino do petróleo e seus mais variados resíduos sólidos, líquidos e considerações para um bom gerenciamento deste passivo ambiental.

O estudo de caso foi realizado na REFAP, Refinaria Alberto Pasqualini, que está localizada na cidade de Canoas/RS com dados coletados *in situ* a respeito do fluxograma de processamento do petróleo, principais resíduos sólidos e líquidos gerados durante o processamento do petróleo e seus derivados e, também, os critérios básicos de gestão destes resíduos perigosos adotados ao longo da cadeia de refino.

Constatou-se através deste estudo na REFAP a importância de um bom gerenciamento dos resíduos sólidos e líquidos, desde o recebimento e acondicionamento da matéria-prima, o petróleo, o seu processamento e de seus derivados, até a disposição final dos produtos. O reprocessamento dentro da cadeia do refino de óleos residuais do processo, o envio de borras e lamas para coprocessamento em cimenteiras e o reaproveitamento destes resíduos por empresas de outro ramo ou natureza tornam-se essenciais para um desenvolvimento sustentável, nesta atividade industrial de grande impacto econômico e ao meio ambiente.

1. INTRODUÇÃO

O petróleo e seus derivados impulsionam a indústria, o desenvolvimento de novos mercados no mundo, o desenvolvimento urbano e econômico. A exploração e o refino do petróleo, apesar de demandar custos altos, demonstram-se lucrativos para os países que possuem esta riqueza.

No entanto, as atividades de refino apresentam um forte impacto no meio ambiente devido à grande demanda por água e energia, produzindo quantidades consideráveis de efluentes e resíduos perigosos para nosso meio ambiente, caso não sejam gerenciados de forma adequada (MARIANO, 2001). Neste aspecto, as refinarias têm desenvolvido sistemas de tratamento para os efluentes gerados, dentro de um plano de gestão de resíduos.

Os resíduos líquidos são enviados à estação de tratamento de efluentes e tratados por meio de processos físico-químicos e biológicos. Os resíduos sólidos são classificados e identificados para serem descartados de forma correta ou encaminhados para empresas terceiras para disposição ou armazenamento adequado.

O resíduo oleoso do processo de refino pode ser encaminhado para tanques de armazenamento de petróleo e ser novamente aproveitado no processo ou serem degradados pela ação natural de microorganismos. Outros resíduos sólidos são enclausurados em aterros industriais constantemente controlados e monitorados (BRASIL, 2010).

Em 2010, o Brasil passa por um momento especial, com muitas descobertas de reservas de petróleo e gás natural. A camada pré-sal tornou-se uma das maiores descobertas de reservas petrolíferas do mundo dos últimos tempos, impulsionando a indústria e a economia nacional. As descobertas desta região, contendo óleo leve, podem mudar o perfil de reservas da Petrobras, que em sua maioria eram de petróleo pesado.

O parque de refino da Petrobras em 2010 consta com uma capacidade de processamento de 2.000 mil bpd e deverá ser ampliado nos próximos anos em função desses gigantescos volumes encontrados de óleo. A Petrobras apresenta 11 refinarias em operação. Ainda há uma refinaria sendo construída em Pernambuco – RNEST - e uma petroquímica – COMPERJ - no estado do Rio de Janeiro, ambas com capacidade de processamento de 200 mil bpd. A legislação ambiental também tem forte papel nesta expansão e adequação das refinarias brasileiras, exigindo uma menor quantidade de enxofre em combustíveis oriundos do refino do petróleo, além da crescente demanda por diesel, querosene de aviação e nafta, estes sendo combustíveis mais nobres.

Também existem refinarias Premium, em fase de projeto, a serem construídas no estado do Maranhão - Premium I - e Ceará - Premium II - com capacidade de processamento de 600 mil bpd juntas, podendo chegar a 900 mil bpd no ano de 2015 (PETROBRAS, 2010).

Verifica-se, junto ao avanço tecnológico, associado ao rápido crescimento econômico, a existência de diversos problemas ambientais, entre eles a degradação e contaminação de áreas, uso muitas vezes inadequado de recursos naturais, energéticos e de alimentos (SHIBATA, 2007).

1.1 Objetivos

O presente trabalho visa apresentar um estudo sobre as etapas do processo de refino do petróleo, identificando os principais resíduos sólidos e líquidos gerados na Refinaria Alberto Pasqualini REFAP S.A, bem como as ações de gestão implementadas na empresa.

Os objetivos específicos consistem em:

- Estudo do fluxograma do processo de refino do petróleo na REFAP;
- Mapeamento dos principais resíduos sólidos e líquidos gerados em cada etapa do processo;
- Identificação dos resíduos e destino;
- Avaliação das ações de gestão da empresa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Foi realizada uma revisão bibliográfica, de forma sucinta, do fluxograma de processo do refino do petróleo, destacando os principais produtos de cada unidade de processamento, bem como certas variáveis operacionais importantes para especificação do produto final. O fluxograma de processo foi dividido nas seguintes etapas: processos de separação, de conversão, de tratamentos e processos auxiliares. Em cada etapa foram mapeados os principais resíduos sólidos e líquidos, sendo feita a caracterização e descrição dos resíduos perigosos. Os efluentes das unidades de processamento são encaminhados para a estação de tratamento de efluentes da refinaria para serem tratados e posteriormente descartados num corpo receptor, de acordo com as normas ambientais. Os resíduos sólidos e líquidos são administrados de forma a possuírem um correto tratamento e destinação final sem, necessariamente, serem processados na estação de tratamento de efluentes da unidade de refino.

2.1 O Refino de petróleo

O petróleo, no estado em que é extraído do solo, tem pouquíssimas aplicações. O petróleo consiste numa complexa mistura de compostos orgânicos e inorgânicos, em que predominam os hidrocarbonetos, além de algumas impurezas. Para que ocorra o aproveitamento energético adequado do petróleo, deve-se submetê-lo a processos de separação, conversão e tratamento. É importante que seja realizado seu desmembramento em cortes, com padrões preestabelecidos para determinados objetivos, que denominamos frações.

O petróleo deve ser processado e transformado de maneira conveniente, com o propósito de obter-se a maior quantidade possível de produtos de maior qualidade e valor comercial, conforme observa-se na Figura 1, juntamente com as frações volumétricas. Atingir este objetivo com o menor custo operacional é a diretriz básica do refino (ABADIE, 2002).

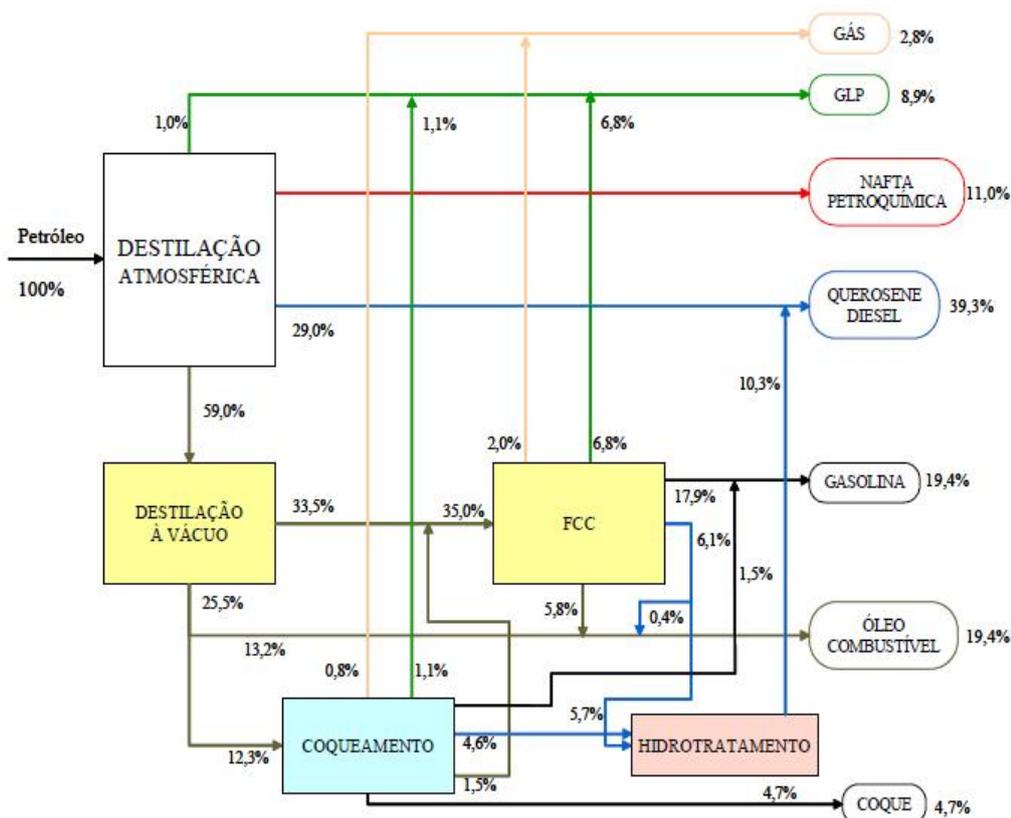


Figura1: Fluxograma do Processo de Refino do Petróleo.

Adaptado de PASSOS et al., 2002.

2.2 Etapas do refino de petróleo

As refinarias possuem seus processos inseridos dentro da seguinte classificação: processos de separação, conversão, tratamento e auxiliares, sendo essas as etapas fundamentais do refino. Os itens 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3 e 2.2.4 apresentam as mesmas em detalhe.

2.2.1 Processos de separação

Os processos de separação têm por finalidade separar o petróleo em diversas frações, ou processar frações que tenham sido anteriormente geradas e que seriam descartadas como resíduo, sendo de natureza física. Modificações de temperatura e/ou pressão alteram a composição dos produtos resultantes (MARIANO, 2001).

A principal operação de separação encontrada numa refinaria é a destilação atmosférica e a destilação a vácuo. A dessalinização, devido a seu grande potencial de geração de resíduos, também deve ser considerada.

A primeira etapa consiste na dessalgação ou dessalinização, processo que promove a remoção dos sais dissolvidos no petróleo, os quais são importantes contribuintes nos processos de corrosão e incrustação nos equipamentos de uma refinaria. Nessa operação, injeta-se água e alguns aditivos na corrente de petróleo submetendo-os a um elevado campo elétrico que ajuda a coalescer as gotas de água acelerando e facilitando a separação das fases água e óleo, conforme Figura 2. Os sais são separados do petróleo e saem junto com a água residual para a estação de tratamento de efluentes da refinaria (FRANUS et al., 2006).

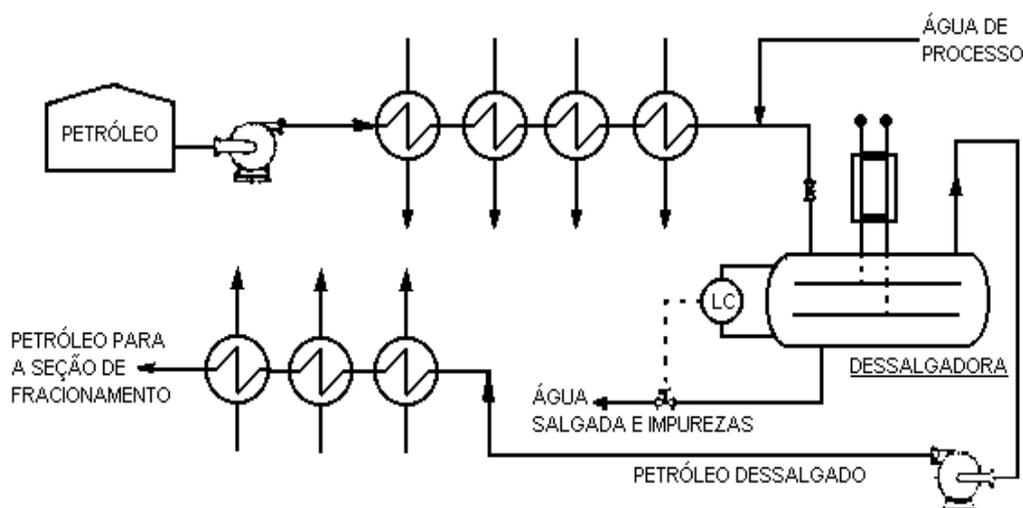


Figura 2: Pré-aquecimento e dessalgação do Petróleo.

Adaptado de GOMES e FERNANDES, 2002.

Após a dessalgação, o petróleo dessalgado é processado em colunas de destilação. A torre de destilação atmosférica é a primeira unidade de uma refinaria de petróleo, na qual o petróleo é separado em frações de acordo com seu ponto de ebulição. A capacidade de uma refinaria é medida pela capacidade de processamento de uma planta de destilação (ABADIE, 2002).

As torres de destilação que trabalham a pressão próxima da atmosférica utilizam calor para separar correntes em diversas frações, de acordo com a diferença do ponto de ebulição. No topo da coluna, ocorre saída dos componentes mais leves, com menor ponto de

ebulição, e no fundo, os de maior ponto de ebulição. Pode-se resumir da seguinte forma os produtos da destilação atmosférica do petróleo:

- a) Produto de topo: nafta leve, GLP, gás combustível (GC) e água;
- b) Retiradas laterais: nafta pesada, querosene de aviação (QAV), diesel, gasóleo leve (GOL) e gasóleo pesado (GOP);
- c) produto de fundo: resíduo atmosférico.

Os produtos mais leves, ou seja, de ponto de ebulição mais baixo e menor massa molar, saem pelo topo no estado gasoso. Logo após, são resfriados, e a exceção do gás combustível, são condensados. No tambor de topo ocorre a separação de três correntes: a fase não condensada (GC), a fase oleosa (nafta leve e GLP) e a fase aquosa (água ácida). A água presente no topo da torre provém da própria carga e do vapor de retificação utilizado para arrastar os leves no fundo da torre e nas suas retiradas laterais.

As retiradas laterais consistem em correntes que podem ser destinadas para a etapa de tratamento e posterior armazenamento, como o querosene, a nafta e o diesel, ou correntes que podem ser destinadas para craqueamento catalítico ou incorporados no diesel, dependendo da qualidade do petróleo.

A corrente de fundo é chamada de resíduo atmosférico e consiste nos compostos mais pesados e que não podem ser vaporizados na temperatura de aquecimento do forno. Temperaturas maiores não são utilizadas porque promovem a degradação térmica do petróleo, gerando coque e outros compostos indesejáveis. Dessa forma, compostos que vaporizam acima de 380°C à pressão atmosférica não podem ser fracionados nesta torre, saindo pelo fundo sendo processada na torre de destilação a vácuo ou na unidade de craqueamento catalítico, conforme a Figura 3 (FRANUS et al., 2006).

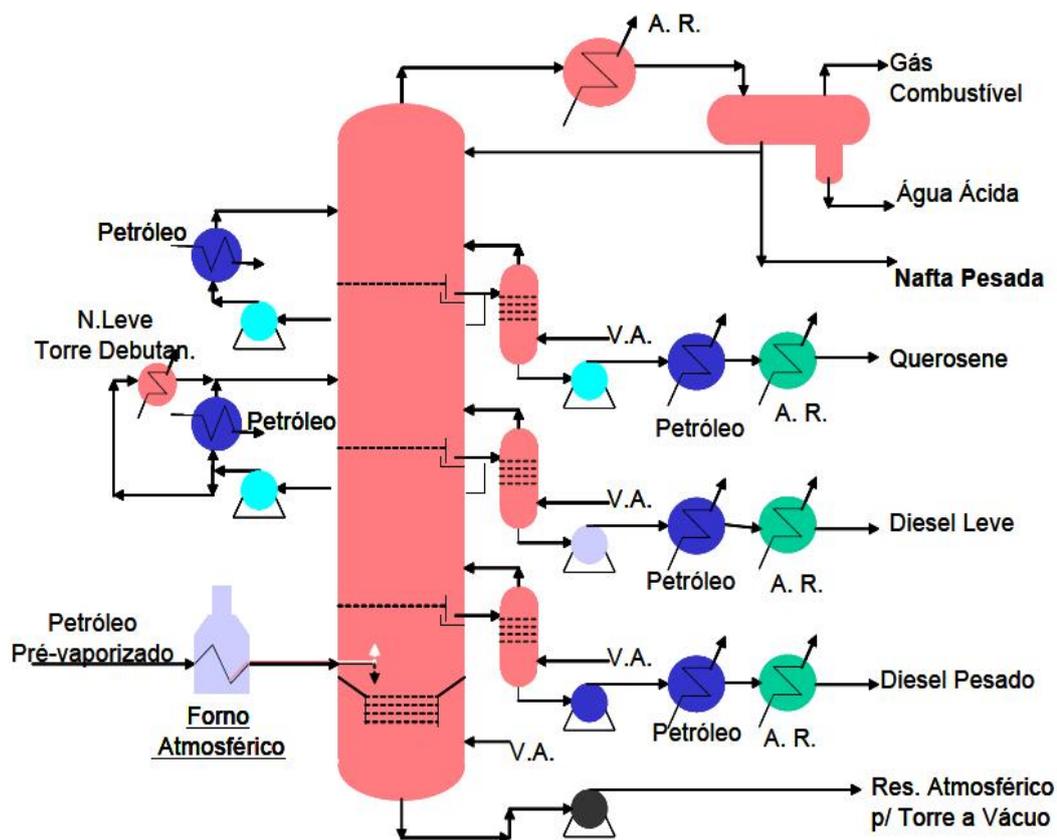


Figura 3: Torre de Destilação Atmosférica.

Adaptado de PASSOS et al., 2002.

O resíduo do fundo da torre de destilação atmosférica pode ser encaminhado para torre de destilação a vácuo ou para a unidade de craqueamento catalítico, dependendo dos produtos que o mercado exigir, objetivando promover a separação destas frações. Na destilação a vácuo é necessário diminuir a pressão da torre de destilação de forma a permitir a vaporização em temperaturas mais brandas. Neste processo de separação, os produtos da destilação são:

- a) Produto de topo: gasóleo residual de topo (GORT) e água;
- b) Produto lateral: gasóleo leve (GOL) e o gasóleo pesado (GOP);
- c) Produto de fundo: Resíduo de Vácuo (RV);

A corrente de GOL, dependendo da sua qualidade, pode ser incorporada à corrente de diesel. A corrente de GOP e RV pode ser enviada às unidades de Craqueamento Catalítico ou Coqueamento Retardado, como observado na Figura 4 (FRANUS et al., 2006).

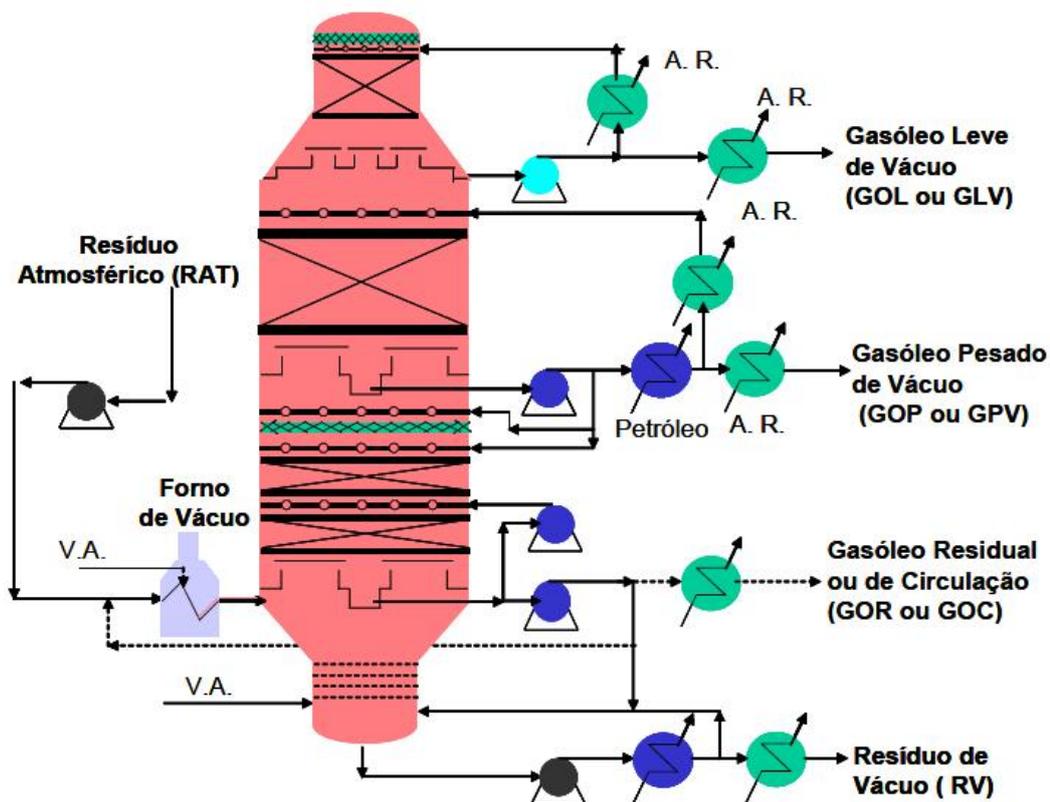


Figura 4: Torre de Destilação a Vácuo.

Adaptado de PASSOS et al., 2002.

2.2.2 Processos de conversão

Os processos de conversão visam agregar valor econômico a frações do petróleo pouco interessantes comercialmente, geralmente de alto peso molecular. Estes processos são baseados em reações químicas de quebra das estruturas de alto peso molecular podendo ser usados catalisadores para acelerar e direcionar o processo para certos produtos (FRANUS et al., 2006). Estas operações incluem o coqueamento retardado e o craqueamento catalítico. O coqueamento retardado é o processo de craqueamento térmico que usa como carga resíduos da torre de destilação a vácuo, que serviriam como óleo combustível, gerando frações leves e intermediárias (GLP, nafta e diesel) além do próprio coque que pode ser comercializado.

Na operação do processo de coqueamento retardado a corrente de alimentação da unidade é primeiramente introduzida na torre de fracionamento onde os compostos mais leves são removidos e os mais pesados condensados. Os compostos com maior peso molecular são

aquecidos a temperaturas entre 480°C e 540°C alimentando os reatores de coqueamento, conforme observamos na Figura 5 (MARIANO, 2001).

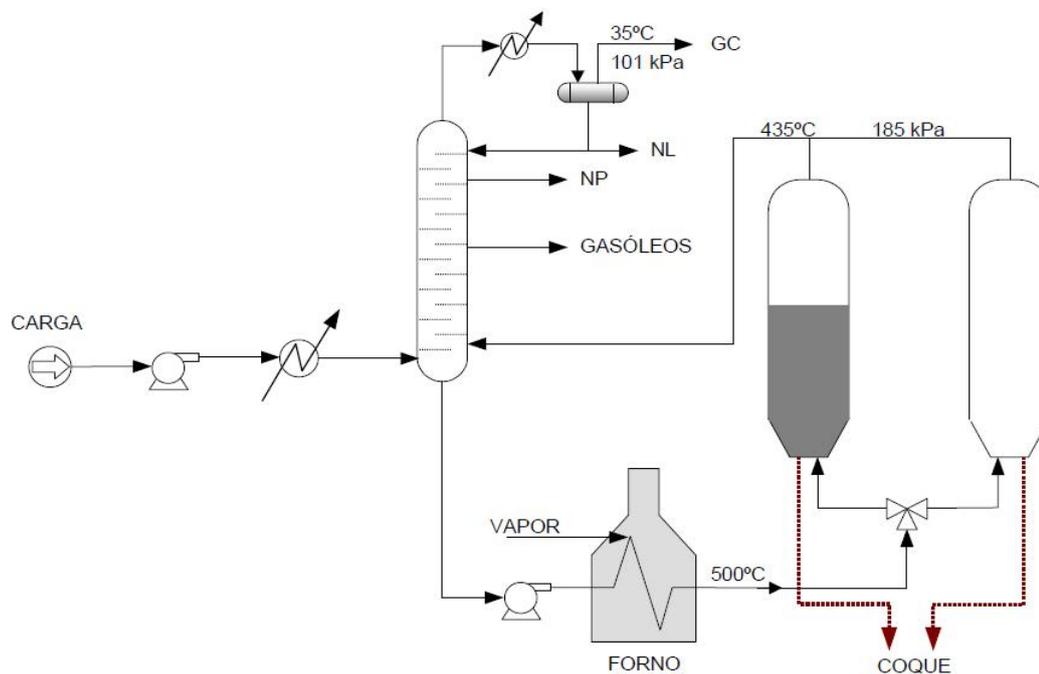


Figura 5: Fluxograma simplificado do coqueamento retardado.

Adaptado de PASSOS et al., 2002.

O craqueamento catalítico, por sua vez, tem como objetivo a quebra de hidrocarbonetos com grande peso molecular em moléculas mais leves e com maior valor econômico através do aquecimento, da pressão e da ação de um catalisador. Em geral, os catalisadores utilizados são compostos por aluminossilicato, alumina, argila e um ligante (CUNHA, 2009). Os gases craqueados são encaminhados para uma fracionadora, e o catalisador, no qual ocorre a formação de coque sobre a sua superfície alterando sua propriedade, é regenerado através de combustão completa ou incompleta no regenerador. Como se pode observar na Figura 6, o ciclo do catalisador é fechado, sendo que uma etapa de reação ocorre no *riser* e a outra, de regeneração da superfície catalítica, ocorrendo no regenerador.

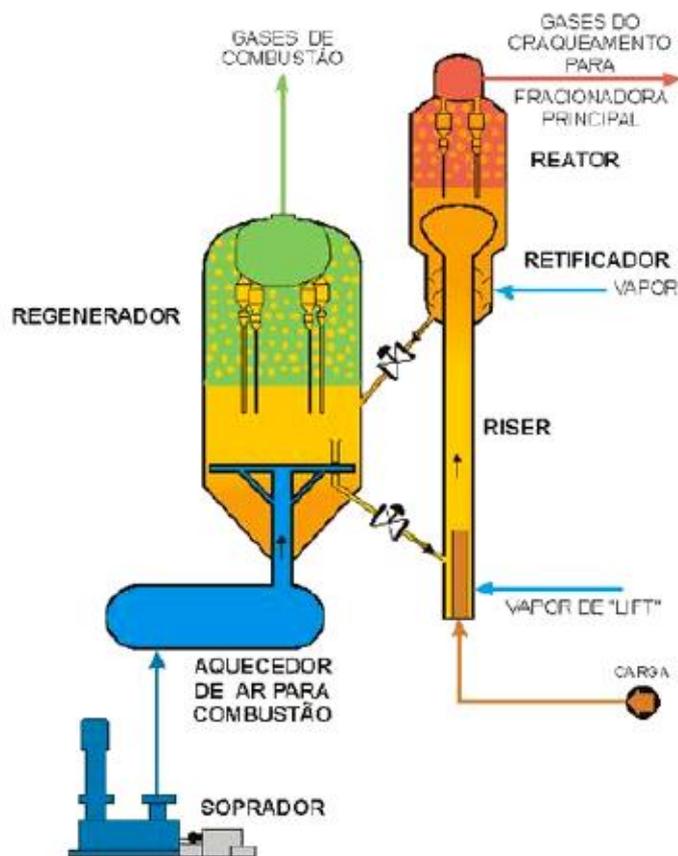


Figura 6: Unidade de Craqueamento Catalítico.

Adaptado de PASSOS et al., 2002.

2.2.3 Processos de Tratamento

Os produtos do refino do petróleo nem sempre estão enquadrados nas especificações requeridas, principalmente quanto ao teor de enxofre.

A finalidade das diversas formas e etapas de tratamentos é eliminar os efeitos indesejáveis destes compostos que estão presentes em todos os produtos do refino. (ABADIE, 2002). Podem ser citados os seguintes tratamentos:

- a) Processos de adoçamento: transformam compostos de enxofre (S, H₂S, RSH) em outros menos prejudiciais (RSSR – dissulfetos) sem retirá-lo do produto. O teor de enxofre total permanece constante.
- b) Processos de dessulfurização: no qual os compostos de enxofre são retirados quase que na sua totalidade.

c) Tratamento Bender: É um processo caracterizado como um de “adoçamento”, o qual consiste na oxidação catalítica dos mercaptans a dissulfetos em meio alcalino com a utilização de catalisadores à base de óxido de chumbo. Este tratamento é utilizado para frações intermediárias do petróleo tais como nafta, querosene e óleo diesel (CUNHA, 2009).

d) Tratamento Merox: O processo cáustico regenerativo baseia-se na extração cáustica dos mercaptans (R-SH) presentes nos derivados na torre de extração. Os compostos de enxofre extraídos são posteriormente oxidados a dissulfeto na presença de um catalisador organo – metálico (ftalocianina de cobalto) e a soda é então regenerada, conforme a Figura 7 (CUNHA, 2009). O processo pode ser aplicado a frações leves como o GLP e nafta ou frações médias como o querosene e diesel. A diferença reside no fato de o catalisador estar na própria solução de soda no primeiro caso e, no segundo, ela permanece em leito fixo (FRANUS et al., 2006).

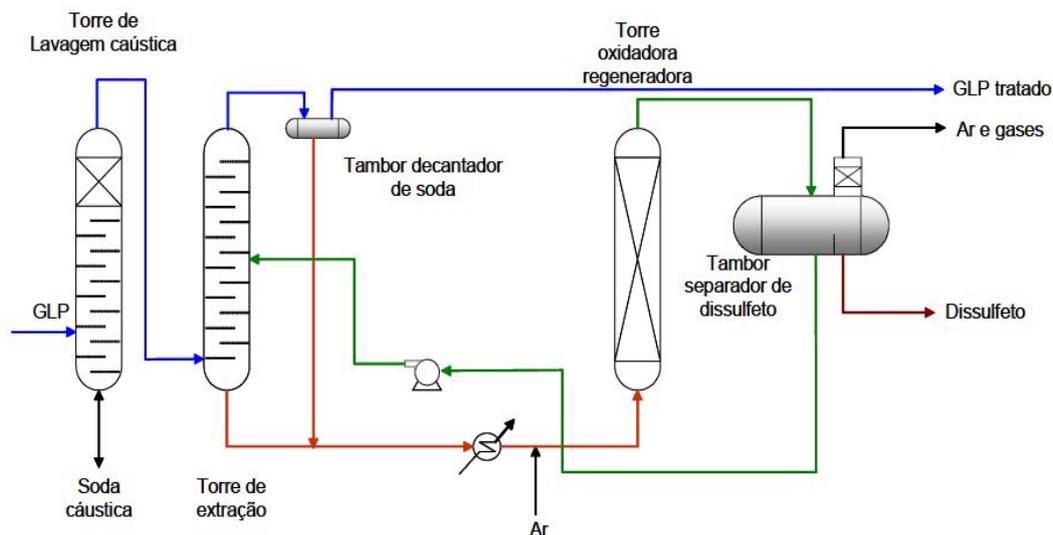


Figura 7: Fluxograma do Processo de tratamento MEROX do GLP.

Adaptado de PASSOS et al., 2002.

2.2.4 Processos auxiliares

Os processos auxiliares estão diretamente ligados à produção dos derivados de petróleo numa refinaria, auxiliando e fornecendo o suporte às unidades de processamento. A seguir, as operações serão descritas resumidamente:

a) Tratamento de Efluentes: A ETDI (estação de tratamento de despejos industriais) numa refinaria de petróleo apresenta grande importância devido à legislação ambiental cada vez mais restrita a concentração final de poluentes. Os efluentes que são descartados para a ETDI são os seguintes:

- Esgoto contaminado: proveniente de águas contaminadas e esgoto pluvial coletado a céu aberto que não tiveram, necessariamente, contato com o petróleo e seus derivados;

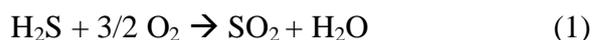
- Esgoto Oleoso: esta corrente aquosa teve contato com o petróleo ou com algum de seus derivados.

- Esgoto cloacal: Esgoto proveniente de efluentes sanitários.

O tratamento do efluente da indústria do petróleo consiste no tratamento primário e secundário. No tratamento primário são aplicados métodos físico-químicos para separação do óleo da fase aquosa basicamente. No secundário, teremos a biodegradação da fase oleosa por microorganismos.

b) Recuperação de Enxofre: A Unidade de recuperação de enxofre (URE) tem por finalidade a oxidação parcial do H_2S , através do processo Claus, contido no gás ácido proveniente das unidades de processo tendo como produto final o enxofre elementar.

Conforme ABADIE (2002), no Processo Claus temos a queima de 1/3 do H_2S presente, e o restante reage com o SO_2 formado, de acordo com as equações 1 e 2 a seguir:



A corrente ainda não convertida nesta etapa é encaminhada a uma seção catalítica composta por três reatores em série. Nesta etapa teremos a conversão do SO_x ainda não convertido na primeira fase, em enxofre elementar pela reação com catalisadores de bauxita.

c) Armazenamento em tanques: As refinarias possuem grandes volumes de estoques de petróleo cru aguardando para serem processados, bem como os derivados que estão armazenados para manter estoque e posterior venda a seus clientes.

Os tanques além de armazenarem matéria-prima e derivados, têm a função de reduzir a temperatura dos produtos que serão utilizados na próxima etapa do refino (CUNHA, 2009).

2.3 Caracterização e toxicidade dos resíduos sólidos e líquidos

O refino do petróleo apresenta um enorme potencial de impacto ao meio ambiente, e por isso necessita de um constante acompanhamento de suas atividades e monitoramento das inúmeras variáveis operacionais. O processamento do petróleo, desde o seu transporte para o parque de refino até a saída de seus produtos finais para estocagem e venda, atravessa inúmeras etapas em que a geração de resíduos ocorre em grandes quantidades.

O presente item aborda as etapas de separação, conversão, tratamento e processos auxiliares com os principais resíduos gerados e seu potencial poluidor para o meio ambiente.

a) Etapa do Processo: Dessalinização

Tabela 1: Resíduos perigosos na etapa de dessalinização do petróleo. Adaptado de CUNHA, 2009 e MARIANO, 2001.

EFLUENTE	RESÍDUO	CARACTERIZAÇÃO	PERICULOSIDADE
Óleo, H ₂ S, NH ₃ , sólidos em suspensão, e fenol	Lama do dessalinizador	Areia, ferrugem, água, metais e óleo emulsificado	Presença de benzeno e hidrocarbonetos polinucleados

b) Etapa do Processo: Destilação Atmosférica e a Vácuo

Tabela 2: Resíduos perigosos nas etapas de Destilação Atmosférica e a Vácuo. Adaptado de CUNHA, 2009 e MARIANO, 2001.

EFLUENTE	RESÍDUO	CARACTERIZAÇÃO	PERICULOSIDADE
Óleo, H ₂ S, NH ₃ , sólidos em suspensão, cloretos, mercaptans e fenol.	Limpeza de equipamentos	Óleo de drenagem de equipamentos	Presença de benzeno e compostos tóxicos à saúde humana e meio ambiente

c) Etapa do Processo: Coqueamento Retardado

Tabela 3: Resíduos perigosos na etapa de Coqueamento Retardado. Adaptado de CUNHA, 2009 e MARIANO, 2001.

EFLUENTE	RESÍDUO	CARACTERIZAÇÃO	PERICULOSIDADE
Óleo, H ₂ S, NH ₃ , sólidos em suspensão, e fenol	Resíduo de Coque	Partículas de carbono e hidrocarboneto	Hidrocarbonetos de elevado peso molecular em sua estrutura química

d) Etapa do Processo: Craqueamento Catalítico

Tabela 4: Resíduos perigosos na etapa de Craqueamento Catalítico. Adaptado de CUNHA, 2009 e MARIANO, 2001.

EFLUENTE	RESÍDUO	CARACTERIZAÇÃO	PERICULOSIDADE
Óleo, H ₂ S, NH ₃ , sólidos em suspensão, cianetos e fenol	Catalisador Exausto	Partículas de silicato de alumínio	Metais pesados do óleo cru

e) Etapa do Processo: Tratamento Bender

Tabela 5: Resíduos perigosos na etapa de Tratamento Bender. Adaptado de CUNHA, 2009 e MARIANO, 2001.

EFLUENTE	RESÍDUO	CARACTERIZAÇÃO	PERICULOSIDADE
Soda Cáustica exausta, fenol, compostos sulfurosos	Soda Cáustica exausta, fenol, compostos sulfurosos	Solução cáustica exausta	Metais pesados, fenol, compostos sulfurosos.

f) Etapa do Processo: Tratamento Merox

Tabela 6: Resíduos perigosos na etapa de Tratamento Merox. Adaptado de CUNHA, 2009 e MARIANO, 2001.

EFLUENTE	RESÍDUO	CARACTERIZAÇÃO	PERICULOSIDADE
Soda Cáustica exausta, fenol, compostos sulfurosos	Soda Cáustica exausta, fenol, compostos sulfurosos	Solução cáustica exausta	Metais pesados, fenol, compostos sulfurosos.

g) Etapa do Processo: Tratamento de Efluentes

Tabela 7: Resíduos perigosos na etapa de Tratamento de Efluentes: Adaptado de CUNHA, 2009 e MARIANO, 2001.

EFLUENTE	RESÍDUO	CARACTERIZAÇÃO	PERICULOSIDADE
-	Lamas, sobrenadantes dos flotores	Lama do separador API, da precipitação química, lamas biológicas	Fenóis, sais, metais, óleo e coagulantes

h) Etapa do Processo: Recuperação de Enxofre

Tabela 8: Resíduos perigosos na etapa de Recuperação de Enxofre: Adaptado de CUNHA, 2009 e MARIANO, 2001.

EFLUENTE	RESÍDUO	CARACTERIZAÇÃO	PERICULOSIDADE
H ₂ S, NH ₃ ,	Resíduos de Enxofre	Partículas de enxofre elementar	Compostos sulfurosos

i) Etapa do Processo: Armazenamento em tanques

Tabela 9: Resíduos perigosos na etapa de Armazenamento em tanques: Adaptado de CUNHA, 2009 e MARIANO, 2001.

EFLUENTE	RESÍDUO	CARACTERIZAÇÃO	PERICULOSIDADE
Água drenada dos tanques com o conteúdo do tanque	Lamas do fundo do tanque	Ferrugem, argilas, areias, água, cera, óleo emulsionado e metais.	Presença de benzeno, hidrocarbonetos polinucleados e metais pesados.

2.4 Gestões de Resíduos Perigosos

Conforme MAROUN (2006), o desenvolvimento e a implantação de um plano de gerenciamento de resíduos (PGR) são fundamentais para a redução de custos e riscos associados à gestão de resíduos perigosos. O PGR deve assegurar que todos os resíduos serão gerenciados de forma correta e segura, desde a sua geração até a destinação final, de acordo com as seguintes etapas:

- Geração
- Caracterização (classificação, quantificação)
- Manuseio
- Acondicionamento
- Armazenamento
- Coleta
- Transporte
- Reuso/reciclagem
- Tratamento
- Destinação Final

A Figura 8 apresenta o fluxograma de gerenciamento de resíduos que geralmente é praticado no refino do petróleo.

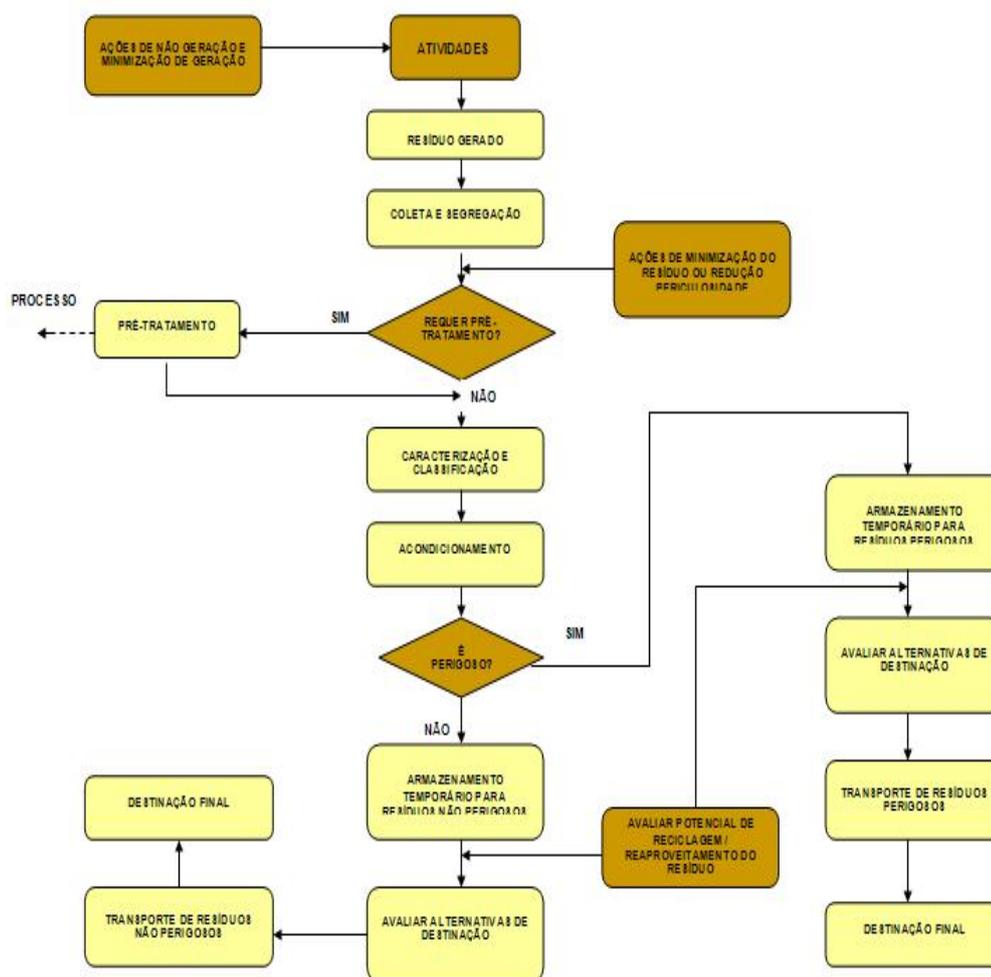


Figura 8: Fluxograma de gerenciamento de resíduos.

Adaptado de MAROUN, 2006.

Com a legislação ambiental cada vez mais restritiva, é fundamental efetuar a reutilização e/ou reciclagem de resíduos perigosos. Certos resíduos, gerados como subprodutos em determinadas etapas de um processo industrial, podem ser usados como matéria-prima em outros processos industriais. No entanto, a disposição desta forma nem sempre é possível, por razões técnicas ou econômicas. Esses resíduos devem ser dispostos de maneira adequada de modo a não causarem danos ao meio ambiente. Algumas medidas sobre gestão de resíduos perigosos proposta pelo Comitê preparatório da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida no Rio de Janeiro em 1992 (BRAGA et al., 2005) podem ser citadas:

- Promover a prevenção ou a minimização da produção de resíduos por meio de métodos de produção mais ‘limpos’, evitando o emprego de substâncias

perigosas; sempre que for possível substituí-la por outras ou pela reciclagem, reutilização, recuperação ou usos alternativos dessas substâncias;

- Aprimorar o conhecimento e a informação sobre os aspectos econômicos envolvidos na gestão desses resíduos e sobre os efeitos produzidos por essas substâncias sobre a saúde dos organismos e sobre o meio ambiente;
- Promover e fortalecer a capacitação institucional para prevenir e/ou minimizar danos para gerir o problema;
- Promover e fortalecer a cooperação internacional relativa à gestão de deslocamentos transfronteiriços de resíduos perigosos, incluindo monitoramento e controle, de modo consistente com os instrumentos legais regionais e internacionais.

Conforme FORMOSINHO et al., (2000), a destruição térmica dos resíduos perigosos tem apresentado destaque frente aos métodos convencionais de destinação final de resíduos. Entre as técnicas convencionais, cita-se o tratamento biológico, tratamento físico, tratamento químico que podem vir a gerar efluentes não desejáveis e o aterro de resíduos industriais, cada vez mais restrito pelos órgãos ambientais. A possibilidade de utilização de resíduos industriais, como fonte alternativa secundária de matéria-prima e combustível na fabricação de cimento, vem tornando o custo da fabricação deste produto mais baixo (CARPIO, 2005) apud (SALOMON, 2002).

Os resíduos utilizados nos fornos de cimento devem ter características orgânicas que substituam o uso de combustíveis não renováveis e respeitam a classificação da Norma Brasileira.

3. METODOLOGIA

O conteúdo da revisão bibliográfica do presente estudo foi obtido através de pesquisa em teses, artigos científicos, trabalhos apresentados e sites da internet.

Os dados coletados relativos ao estudo de caso na empresa estudada foram obtidos através de consulta a documentos internos da empresa e acompanhamento *in situ* do descarte dos resíduos das unidades de processamento, do gerenciamento e destinação final dos resíduos sólidos e líquidos na refinaria.

4. ESTUDO DE CASO

Neste capítulo será apresentado o fluxograma simplificado de refino do processo na REFAP que está apresentado na Figura 9, com seus produtos juntamente com seus principais resíduos sólidos e líquidos gerados. Os efluentes das unidades de processamento da REFAP são encaminhados para a estação de tratamento de efluentes da refinaria para serem tratados e posteriormente descartados num corpo receptor, de acordo com as normas ambientais. Os resíduos sólidos e líquidos são gerenciados de forma a possuírem um correto tratamento e destinação final sem, necessariamente, serem processados na estação de tratamento de efluentes da refinaria.

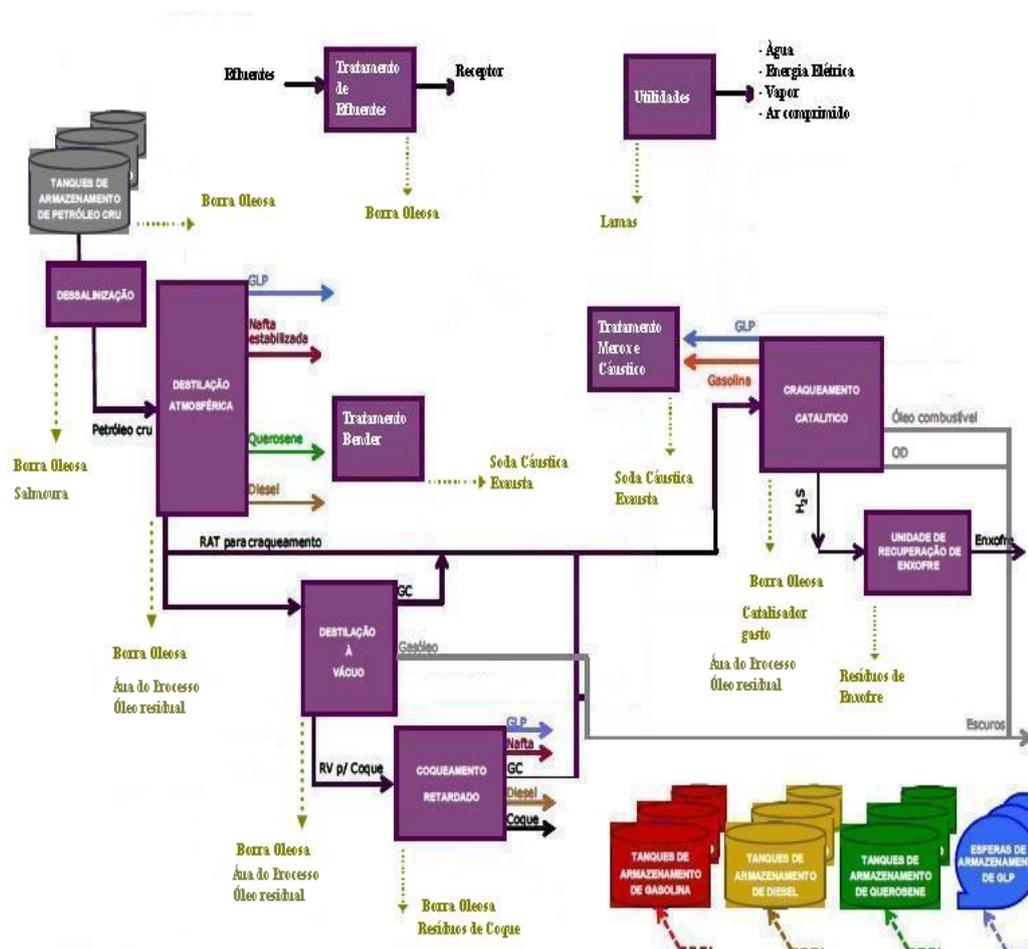


Figura 9: Fluxograma do Refino e seus principais resíduos na REFAP.

Adaptado de CUNHA, 2009.

4.1 Destinação dos resíduos de processos na REFAP

A etapa inicial do processo consiste na dessalinização do petróleo, quando o mesmo é lavado com água parcialmente tratada proveniente de outras etapas do refino com a finalidade de extração dos minerais solúveis e sólidos em suspensão. Após a separação das fases água/óleo, a salmoura resultante é encaminhada para a ETDI para tratamento e remoção de algum tipo de óleo arrastado. A areia que vem junto com o petróleo e a borra oleosa que se formam são encaminhadas para coprocessamento em cimenteiras, conforme a Tabela 10.

Tabela 10: Resíduos da dessalinização na REFAP

EFLUENTE	RESÍDUO	DESTINO FINAL
Salmoura, Óleo, H ₂ S, NH ₃ , sólidos em suspensão e fenol.	Lama do dessalinizador	Salmoura encaminhada para ETDI e borra oleosa para coprocessamento

Na unidade de destilação atmosférica e destilação a vácuo, a geração dos principais resíduos líquidos, são provenientes da limpeza e drenagens de equipamentos em contato com o petróleo e seus derivados. Busca-se coletar este material com caminhão aspirador e descartá-lo para um tanque de armazenamento de resíduos, no qual são injetados em pequenos volumes na carga de petróleo cru para o processo. A borra oleosa é encaminhada para coprocessamento em cimenteiras, de acordo com a Tabela 11.

Tabela 11: Resíduos da destilação atmosférica e a vácuo na REFAP

EFLUENTE	RESÍDUO	DESTINO FINAL
Água do processo, Óleo, H ₂ S, NH ₃ , sólidos em suspensão e cloretos.	Borra oleosa da limpeza de equipamentos	Óleo encaminhado para reprocessamento; Borra oleosa encaminhada para coprocessamento; Água do processo encaminhada para ETDI, após pré-tratamento.

Na Unidade de Craqueamento Catalítico, os principais resíduos líquidos são provenientes da limpeza e drenagens de equipamentos em contato com os derivados do petróleo. Busca-se coletar este material com caminhão aspirador e descartá-lo para um tanque de armazenamento de resíduos, no qual são reinjetados em pequenos volumes na carga de petróleo cru para o processo. A borra oleosa é encaminhada para coprocessamento em cimenteiras, conforme a Tabela 12.

O catalisador exausto de craqueamento é encaminhado para coprocessamento em cimenteiras, apresentando um papel importante na composição do cimento Portland.

Conforme PAYÁ et al., (2004), o uso de materiais pozolânicos tornou-se importante para se conseguir um concreto de alto desempenho. O catalisador exausto de craqueamento do petróleo demonstrou possuir uma alta atividade pozolânica de acordo com estudos realizados.

Tabela 12: Resíduos do craqueamento catalítico na REFAP

EFLUENTE	RESÍDUO	DESTINO FINAL
Água do processo, Óleo, H ₂ S, NH ₃ , sólidos em suspensão e fenol	Borra oleosa da limpeza de equipamentos e catalisador exausto do processo	Óleo encaminhado para reprocessamento; Borra oleosa e catalisador exausto encaminhados para coprocessamento; Água do processo encaminhada para ETDI, após pré-tratamento.

O Coque proveniente da Unidade de Coqueamento Retardado de petróleo, subproduto do refino do petróleo, vem apresentando uma grande demanda nos últimos anos devido ao seu considerável poder calorífico 14.000 BTUs/libra em comparação com o carvão 8.000 a 13.500 BTUs/libra e seu reduzido teor de cinzas (OXBOW, 2010). A principal utilização deste subproduto da Refap é o encaminhamento para indústrias siderúrgicas. Os resíduos de coque podem ser reincorporados junto ao produto final desta unidade de processamento.

Os resíduos líquidos normalmente são provenientes da limpeza e drenagens de equipamentos em contato com o petróleo e seus derivados, de acordo com a Tabela 13.

Busca-se coletar este material com caminhão aspirador e descartá-lo para um tanque de armazenamento de resíduos, no qual são reinjetados em pequenos volumes na carga de petróleo cru para o processo.

Tabela 13: Resíduos do coqueamento retardado na REFAP

EFLUENTE	RESÍDUO	DESTINO FINAL
Água do processo, Óleo, H ₂ S, NH ₃ , sólidos em suspensão e fenol	Borra oleosa da limpeza de equipamentos e resíduos de Coque	Óleo encaminhado para reprocessamento; Borra oleosa e Coque encaminhados para coprocessamento; Água do processo encaminhada para ETDI, após pré-tratamento.

O Tratamento Bender posterior tem como principal resíduo a soda cáustica usada para lavagem da corrente de querosene com a finalidade de remoção dos ácidos naftênicos, gás sulfídrico e transformar os mercaptanas (R-SH) em dissulfetos (R-SS-R). Esta soda pode ser encaminhada para a ETDI na refinaria, através do caminhão aspirador, no entanto este destino pode causar alterações no processo de tratamento do efluente, conforme a Tabela 14. A incineração deste resíduo líquido é uma das alternativas, mas o envio para indústria de celulose tem-se apresentado a melhor alternativa custo/benefício, porém apresenta pouca atratividade devido à reduzida concentração de compostos sulfurados.

Tabela 14: Resíduos do tratamento Bender na REFAP

EFLUENTE	RESÍDUO	DESTINO FINAL
Soda Cáustica exausta, fenol, compostos sulfurados	Soda Cáustica exausta, fenol, compostos sulfurados	Soda cáustica exausta encaminhada para ETDI ou incineração

No que se refere ao tratamento Merox, este é semelhante ao Tratamento Bender, no entanto a soda cáustica é regenerada. Neste tratamento observamos uma maior

concentração dos contaminantes em relação à soda do tratamento Bender, tais como: metais, fenol, Na_2S . O encaminhamento deste resíduo cáustico para o ETDI sempre foi problemático devido aos distúrbios que causam no processo de tratamento e ao mau cheiro emanado durante o processo de aeração (BAMPI, 2008).

A incineração deste resíduo segue sendo uma das alternativas. O envio da soda do tratamento Merox para a indústria de celulose é uma alternativa que agrada também a indústria receptora devido à maior concentração de compostos sulfurosos, de acordo com a Tabela 15. O envio deste resíduo para reaproveitamento em curtumes está sendo avaliado.

Tabela 15: Resíduos do tratamento Merox na REFAP

EFLUENTE	RESÍDUO	DESTINO FINAL
Soda Cáustica exausta, fenol, compostos sulfurosos	Soda Cáustica exausta, fenol, compostos sulfurosos	Soda cáustica exausta encaminhada para EDTI incineração ou indústria de celulose.

Os efluentes gerados do refino do petróleo são direcionados à estação de tratamento de despejos industriais (ETDI) da REFAP, na qual os principais resíduos são a lama oriunda do tratamento secundário vinda dos filtros biológicos e lagoa de aeração. Estes resíduos possuem como principal destino o coprocessamento em cimenteiras, conforme a Tabela 16.

O resíduo líquido oleoso capturado pelos separadores água/óleo (SAO) e PPI (Parallel Plate Interceptor) é reinjetado em pequenos volumes na carga de petróleo cru para o reprocessamento ou na carga de entrada da unidade de Coqueamento Retardado. Nesta etapa de separação água/óleo, ocorre a maior contribuição, em quantidade, de borra oleosa da refinaria.

Tabela 16: Resíduos da estação de tratamento de efluentes na REFAP

EFLUENTE	RESÍDUO	DESTINO FINAL
-	Lamas, óleo sobrenadantes	Óleo encaminhado para reprocessamento; Borra oleosa encaminhada para coprocessamento;

Na unidade de recuperação de enxofre, o principal resíduo sólido é o enxofre na sua forma elementar. Esta unidade vem ganhando importância nos últimos anos devido ao crescente processamento de petróleo nacional que apresenta uma maior concentração de compostos sulfurosos e amoniacais, bem como uma legislação ambiental cada vez mais restritiva.

Os compostos sulfurosos das correntes do petróleo no qual podemos considerá-los como resíduo, neste caso são vendidos como produto enxofre na sua forma elementar após sua conversão na Unidade de Recuperação de Enxofre (URE), de acordo com a Tabela 17. A empresa BR distribuidora fica responsável pela venda e distribuição do produto, sendo as empresas de celulose uma das maiores consumidoras do enxofre elementar.

Tabela 17: Resíduos da recuperação de enxofre na REFAP

EFLUENTE	RESÍDUO	DESTINO FINAL
Água do processo, H ₂ S, NH ₃	Resíduos de Enxofre	Encaminhado para empresa BR Distribuidora Água do processo encaminhada para ETDI, após pré-tratamento.

Os armazenamentos dos produtos e da matéria-prima, o petróleo, podem vir a conter inúmeros contaminantes dependendo do tipo de corrente armazenada. O resíduo em grande parte é proveniente da deposição de borra no fundo destes tanques que devem ser periodicamente esvaziados para manutenção, conforme a Tabela 18.

Tabela 18: Resíduos do armazenamento na REFAP

EFLUENTE	RESÍDUO	DESTINO FINAL
Óleo, Água de drenagem dos tanques	Borra oleosa	Óleo encaminhado para reprocessamento; Borra oleosa encaminhada para coprocessamento; Água de drenagem encaminhada para ETDI, após pré-tratamento.

4.2 Gestão de Resíduos Sólidos e Líquidos na REFAP

O presente trabalho estudou, também, os critérios de gestão de resíduos sólidos e líquidos perigosos do refino do petróleo na REFAP, abordando a caracterização, segregação, manuseio, acondicionamento e disposição final visando sempre a proteção ao meio ambiente e a saúde.

Um dos princípios da gestão dos resíduos na REFAP é a redução de resíduos na fonte e assegurar que eles serão tratados de forma segura e correta desde a sua geração até seu destino final. Constantemente são reforçadas ações de conscientização quanto à redução da geração e exposição, junto aos trabalhadores que atuam na área operacional e estão diretamente ligados à geração e manuseio dos resíduos perigosos.

Nas etapas de caracterização e acondicionamento a REFAP segue as normas NBR 10.004 (Classificação dos Resíduos Sólidos) e NBR 12.235 (Armazenamento de Resíduos Perigosos) os resíduos sólidos perigosos descartados em recipientes devem ser identificados com a cor laranja para posterior disposição final, evitando, assim, o contato com outros de natureza diferente e que podem vir a gerar reações desconhecidas. O aumento de volume do resíduo e a sua qualidade final também podem impactar na parte econômica do tratamento deste resíduo. O acondicionamento de resíduos perigosos em locais apropriados dentro da refinaria, somente é permitido caso ele esteja devidamente identificado conforme padrões internos de segurança.

O planejamento e acompanhamento do gerenciamento de resíduos perigosos na REFAP são feitos com reuniões periódicas juntamente com representantes dos setores

envolvidos na geração e gestão. Indicadores foram criados para um melhor monitoramento da evolução e controle da geração dos resíduos na refinaria.

Podemos citar o IR (Índice de Resíduos) na Equação 3, e o IGER Flotador (Indicador de Geração de Resíduos) na Equação 4:

$$IR = 100 * [\text{resíduos destinados no período} / (\text{Resíduos estocados} + \text{Resíduos gerados no período})] \quad (3)$$

$$IGER = \text{massa de borra oleosa no flotador por volume de carga processada} \quad (4)$$

A REFAP deve emitir um relatório trimestral para a FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental) com informações sobre todos os resíduos destinados no período. A empresa deve emitir um relatório com as mesmas características para o IBAMA, este com regime anual.

O tratamento final do resíduo é escolhido levando em consideração o custo, o menor impacto sócio-ambiental e aprovação do órgão ambiental. Todos os funcionários da refinaria são treinados para serem suficientemente esclarecidos da importância de um bom gerenciamento de resíduos, adotando-se procedimentos de operação e descarte acessíveis a todos os envolvidos.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo apresentou uma revisão bibliográfica sobre o refino de petróleo. Foi realizado um estudo de caso na refinaria Alberto Pasqualini, através do qual se pôde conhecer o fluxograma de processamento de uma refinaria com seus principais produtos, resíduos sólidos e líquidos perigosos gerados durante seu processamento, bem como as ações de gestão praticadas pela empresa. Com isso podemos concluir que:

- a) O modo operacional destas unidades de processamento visa seguir padrões de qualidade, segurança, meio ambiente e saúde. A matriz energética atual do Brasil faz com que se busque a maximização de cortes leves e médios, pois são produtos de maior valor agregado (GLP, nafta e diesel). Produtos do fundo de torres de fracionamento são encaminhados para processos de conversão para, então, serem convertidos em produtos de maior valor de venda.
- b) O setor industrial da REFAP é o maior gerador de resíduos sólidos e líquidos perigosos e foi estudado através das etapas de separação (dessalinização, destilação atmosférica e destilação a vácuo), conversão (coqueamento retardado e craqueamento catalítico) e tratamentos Bender e Merox. Ainda, processos auxiliares, nos quais estão incluídos a estação de tratamento de efluentes, recuperação de enxofre e armazenamento.
- c) O petróleo sendo uma mistura complexa dos mais variados tipos de hidrocarbonetos apresenta, também, inúmeros contaminantes. A legislação ambiental e a especificação dos produtos finais quanto ao teor desses compostos, fazem com que a REFAP busque maximizar o reprocessamento de óleos residuais das suas unidades de processamento, a fim de diminuir o impacto ambiental e o custo com o tratamento deste passivo.
- d) Os resíduos oriundos do processamento na REFAP foram caracterizados e identificados conforme a sua fonte geradora. Nos processos de separação, constatou-se a presença da salmoura, óleo residual emulsificado e borra oleosa vinda da dessalinização. Na unidade de destilação atmosférica e a vácuo temos a presença de óleo e água residual do processo como principais resíduos. Observou-se a presença do

benzeno, compostos sulfurosos, amoniacais e fenóis como sendo os principais contaminantes.

- e) Os Processos de Conversão caracterizam-se pela presença de resíduos sólidos. Na unidade de coqueamento retardado os finos de coque residual são incorporados ao produto final, visto a baixa especificação de venda do produto coque na REFAP. Na unidade de craqueamento catalítico, o catalisador exausto é um dos principais resíduos sólidos da refinaria devido a grandes quantidades descartadas diariamente, a fim de manter a atividade catalítica no processo, gerando, conseqüentemente, produtos de maior valor agregado. Há, também, os resíduos oleosos que são encaminhados à ETDI, bem como o resíduo aquoso após ter sofrido um pré-tratamento. Nesses resíduos predominam a presença de compostos sulfurosos, amoniacais, fenóis e metais pesados como sendo os principais contaminantes.
- f) Nos processos de tratamentos, o principal resíduo é a soda exausta que é descartada após perder sua reatividade em contato com compostos sulfurosos do querosene, GLP e nafta. Nesta soda observou-se a presença de compostos sulfurosos, metais e fenol.
- g) No armazenamento de matéria-prima e produtos finais, tem-se como principal resíduo a borra oleosa formada na parte inferior dos tanques e a água de drenagem, sendo sua caracterização de acordo com o tipo de produto armazenado.
- h) A unidade de recuperação de enxofre apresenta as emissões gasosas e o enxofre sólido não especificado como principal resíduo. O enxofre, por si só, mesmo sendo vendido como produto pode ser considerado um contaminante do petróleo devido ao grande impacto que gera ao meio ambiente e a saúde humana em altas concentrações, sendo esta unidade de processamento economicamente muito pouco rentável e com principal função de enquadrar a refinaria na legislação ambiental de emissões gasosas de compostos sulfurosos.

- i) A destinação final dos resíduos sólidos e líquidos gerados pelo refino varia conforme sua fonte geradora. As correntes oleosas residuais que são coletadas das unidades de processamento são preferencialmente encaminhadas para carga da unidade de coqueamento retardado ou misturadas em tanques com o petróleo cru para posterior envio e reprocessamento nas unidades de destilação atmosférica. A água utilizada no processo do refino do petróleo, antes de serem descartadas para a estação de tratamento de efluentes, sofrem um pré-tratamento, a fim de diminuir sua concentração de contaminantes, como amônia e H_2S , que são prejudiciais para uma adequada operação e especificação do efluente líquido final.

- j) A soda cáustica exausta dos processos de tratamentos possui concentrações variadas de compostos sulfurosos, o que diferencia sua destinação final. O resíduo cáustico residual do Tratamento Bender possui como destino final a incineração ou envio ao ETDI. A soda cáustica exausta do tratamento Merox, devido sua concentração maior de compostos sulfurosos, possui maior atratividade técnica, sendo encaminhada para indústria de celulose. Um possível uso em curtumes está em estudo. Esta boa prática de descarte da soda exausta do tratamento Merox, com reaproveitamento pela indústria de celulose, diminui o impacto ambiental deste resíduo perigoso, na estação de tratamento de efluentes da REFAP, com redução de custos no tratamento pela refinaria.

- k) A borra oleosa gerada nos processos de refino do petróleo na REFAP é atrativa às indústrias de cimento que usam como fonte energética alternativa. O uso da técnica de coprocessamento é economicamente e ambientalmente mais atrativa que o descarte para aterro industrial de resíduos perigosos.

- l) As ações de gestão de resíduos da REFAP são fundamentais para um desenvolvimento sustentável da prática do refino do petróleo, buscando sempre a minimização da sua geração na fonte. A correta identificação e acondicionamento dos resíduos sólidos e líquidos são necessárias para termos sucesso no tratamento e destinação final seguindo padrões de qualidade, segurança e meio ambiente.

6. CONSIDERAÇÕES

A partir do trabalho desenvolvido, cabe considerar que:

- O fluxograma de processamento numa refinaria de petróleo é complexo devido ao alto valor que a matéria-prima, o petróleo, possui, e a grande demanda por energia que o refino necessita, fazendo com que o máximo reaproveitamento energético e de resíduos do processo seja buscado.

- Para que o acompanhamento operacional das unidades de processamento, quanto à quantidade e qualidade de seus produtos finais, seja feita de forma adequada e segura, é necessária uma instrumentação instalada funcional e operante. Uma manutenção não adequada em certos instrumentos pode vir a prejudicar a especificação final de produtos e o controle sobre a geração de resíduos sólidos e líquidos.

- O refino do petróleo é considerado um grande poluidor devido a sua grande demanda por energia e água. Os novos projetos devem contemplar ao máximo o reaproveitamento mássico e energético, a fim de diminuir o impacto ao meio ambiente e tornar-se uma prática ambientalmente sustentável.

- O projeto de equipamentos do refino do petróleo com opção de drenagem para sistemas fechados de coleta de resíduo, deve ser priorizado, a fim de diminuir a exposição dos trabalhadores a estes contaminantes perigosos e ao melhor índice de reaproveitamento de frações oleosas, podendo estas serem novamente introduzidas no processo.

- A criação de índices de acompanhamento da quantidade de resíduos gerados é necessária para um melhor gerenciamento e uma possível associação com a quantidade e qualidade de resíduos de acordo com o tipo de petróleo processado

- O treinamento dos funcionários é fundamental para o sucesso de um bom gerenciamento de resíduos. A disciplina operacional com acompanhamento de recomendações procedimentadas e de fácil acesso é necessária e requer mão-de-obra especializada no tema.

7. BIBLIOGRAFIA

- ABADIE, E. (2002). *Processos de Refino - Curso de Formação de Operadores de Refinaria*. adaptado do material de Elie Abadie. Material de uso interno da Petrobras. Curitiba.
- BAMPI, M. J. (2008). *Gestão do destino da soda gasta na REFAP S.A* In: Seminário de boas práticas em gestão e controle de efluentes na fonte.
- BRAGA, B., HESPANHOL, I., CONEJO, J.G.L., MIERZWA, J.C., BARROS, M.T.L., SPENCER, M., PORTO, M., NUCCI, N., JULIANO, N., EIGER, S. (2005) *Introdução à engenharia ambiental. 2ª edição*, São Paulo: Ed. Pearson, 2005.
- BRASIL, A. (2010). "Resíduos e Meio Ambiente." *Site Ambiente Brasil*. Retirado de http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/petroleo/residuos_e_meio_ambiente.html, em 05/11/2010.
- CUNHA, C. E. S. C. P. D. (2009). *Gestão de resíduos perigosos em refinarias de petróleo*. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente. Rio de Janeiro, RJ, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- FORMOSINHO, S. J., CASIMIRO, A.P., BARROS, J.H., CAVALHEIRO, J.R. (2000). "Parecer relativo ao tratamento de resíduos industriais perigosos." Retirado de <http://paginas.fe.up.pt/~jotace/Relatorio/Rcom.pdf>, em 23/11/2010.
- FRANUS, A., KONO F.G., CARLI, F., SOARES, P.S. (2006). *Emissões atmosféricas no processamento de petróleo e identificação de técnicas de abatimento e controle*. (Monografia) Instituto de Química. Rio de Janeiro, UERJ.
- GOMES, J. R. P., FERNANDES B.L. (2002). *Asfalto: origem e aplicação em pavimentação*. Projeções, v. 19/20, p. 71-75, Jan./Dez. 2001/2002.
- MARIANO, J. B. (2001). *Impactos ambientais do refino do petróleo*. (Dissertação de Mestrado) COPPE. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- MAROUN, C. A. (2006). *Manual de gerenciamento de resíduos: Guia de procedimento passo a passo*. Rio de Janeiro, Sistema FIRJAN (Federação das indústrias do Estado do Rio de Janeiro). Retirado de: <http://www.firjan.org.br/data/pages/2C908CE9215B0DC4012164980A2B5B2B.htm>, em 20/11/2010.
- OXBOW, C. (2010). "Coque de Petróleo." Retirado de <http://www.oxbow.com>, em 06/11/2010.
- PASSOS, C.N., ARAÚJO, M.A., BRASIL, N.I., CAMARGO, P.R.C. (2002). *Processos de Refino*. Material de uso interno da Petrobras.

- PAYA, J., MONZO J., VELASQUEZ, S., SORIANO, L., SERNA, P., RIGUEIRA, J. (2004). *Reusing of spent FCC catalyst as a very reactive pozzolanic materials: formulation of high performance concretes*. In: Use of recycled materials in building and structures. Barcelona, Espanha.
- PETROBRAS. (2010). "Site Corporativo." Retirado de <http://www.petrobras.com.br>, em 05/11/2010.
- SALOMON, V. G. (2002). *Avaliação dos efeitos da presença de metais pesados nos resíduos co-processados quando utilizados como combustíveis alternativos e matéria-prima na indústria cimenteira*. (Tese de Doutorado) Itajubá/MG, Universidade Federal de Itajubá.
- SHIBATA, C. T. (2007). *Estudo da absorção de gases ácidos em solução aquosa de fenolato de sódio em processo semicontínuo*. (Dissertação de Mestrado) Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica. São Paulo, USP.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.