

Sumário

Capítulo 1

Introdução	1
-------------------------	----------

Capítulo 2

Os Processos de Refino	9
O Refino do Petróleo	9
As Refinarias	9
Esquemas de Refino	10
Objetivos do Refino	11
Processos de Refino	11
Dessalinização	12
Destilação à Pressão Atmosférica	13
Destilação a Vácuo	14
Desasfaltação a Propano	16
Desaromatização a Furfural	18
Desparafinação	20
Desoleificação de Parafinas	21
Processos de Conversão	22
Craqueamento Térmico	24
Visco-Redução	25
Coqueamento	26
Craqueamento Catalítico	27
Hidrocraqueamento	31
Alquilação	32
Reforma Catalítica	34

Hidrotratamento/Hidroprocessamento	35
Isomerização	37
Polimerização	37
Processos de Tratamento de Derivados	38
Tratamento Bender	38
Lavagem Cáustica	40
Tratamento Merox	41
Tratamento com DEA	42
Operações de Suporte	43
Tratamento de Efluentes	44
Tratamento de Gás e Recuperação de Enxofre	46
Produção de Aditivos	48
Limpeza dos Trocadores de Calor	49
<i>Blowdown</i>	49
Composição	50
Tanques de Estocagem	50
Torres de Resfriamento	51
Entrada de Matérias-primas e Saída de Poluentes na Linha de Produção de uma Refinaria	51
Emissões Atmosféricas	52
Efluentes Líquidos	53
Resíduos Sólidos	54

Capítulo 3

As Emissões Atmosféricas	59
Os Efeitos Gerais da Poluição Atmosférica	59
Impacto dos Poluentes sobre a Saúde	60
Irritação nos Olhos	60
Efeitos sobre o Sistema Cardiovascular	60
Efeitos sobre o Sistema Respiratório	60
Impactos sobre os Materiais	64
Efeitos sobre a Visibilidade	64
Odores	65
Efeitos Globais Decorrentes da Poluição Atmosférica	65
Perda de Bem-Estar	66
Os Principais Poluentes Emitidos pelas Refinarias de Petróleo – sua Origem e Seus Efeitos sobre o Meio Ambiente	66
SO _x	67
Origem	67

Efeitos sobre a Saúde Humana	68
Exposição Crônica	69
Sobre o Meio Ambiente	70
Óxidos de Nitrogênio (NO _x).	73
Origem	73
Efeitos sobre a Saúde Humana	73
Exposição Aguda.	73
Exposição Crônica.	74
Efeitos sobre o Meio Ambiente.	75
Monóxido de Carbono (CO)	76
Origem	76
Efeitos sobre a Saúde Humana	76
Exposição Aguda.	76
Exposição Crônica.	77
Efeitos sobre o Meio Ambiente	78
Gás Sulfídrico.	78
Origem	78
Efeitos sobre a Saúde Humana	78
Exposição Aguda.	78
Exposição Crônica.	79
Efeitos sobre o Meio Ambiente	79
Benzeno, Tolueno e Xileno (BTX)	79
Origem	79
Efeitos sobre a Saúde Humana	79
Exposição Aguda.	79
Exposição Crônica.	80
Efeitos sobre o Meio Ambiente	81
Material Particulado	82
Origem	82
Efeitos sobre a Saúde Humana	82
Efeitos sobre o Meio Ambiente	83
Acetileno, Butano, Etano, Eteno, GLP, Metano, Propano e Propeno (VOC's)	84
Origem	84
Efeitos sobre a Saúde Humana	85
Exposição Aguda.	85
Efeitos sobre o Meio Ambiente	86
Amônia	86
Origem	86

Efeitos sobre a Saúde Humana	86
Exposição Aguda.	86
Exposição Crônica.	87
Efeitos sobre o Meio Ambiente	87
Medidas de Controle das Emissões Atmosféricas.	87
Controle de Emissões de Poluentes Gasosos	88
Controle por Diluição na Atmosfera Através de	
Dispersão	88
Absorção de Gases	89
Adsorção de Gases	89
Combustão.	89
Controle de Emissões de Material Particulado	90
Ciclones	90
Filtros	90
Coletores Úmidos.	90
Precipitadores Eletrostáticos	91
Medidas de Minimização das Emissões Atmosféricas.	91

Capítulo 4

Os Efluentes Hídricos.	93
O Uso da Água pelas Refinarias	93
Os Efluentes Hídricos Gerados no Processo de	
Refino de Petróleo	94
Armazenamento do Óleo Cru e dos Derivados	102
Dessalinização do Óleo Cru	102
Fracionamento.	103
Craqueamento Térmico.	103
Craqueamento Catalítico	103
Hidrocraqueamento	104
Reforma Catalítica	104
Coqueamento	104
Polimerização	104
Alquilação	104
Isomerização	104
Extração por Solvente	104
Desparafinação	104
Hidrotratamento	105
Desasfaltação	105
Processos de Adoçamento	105

Hidroacabamento de Óleos Lubrificantes	105
Embalagem e Mistura	105
Geração de Hidrogênio	105
Os Efluentes Hídricos das Refinarias e o Meio Ambiente	105
Sólidos	106
Metais Pesados	107
Alterações no pH	107
Compostos Tóxicos	107
Substâncias Tensoativas	108
Matéria Consumidora de Oxigênio	109
Eutrofização	109
Elevação da Temperatura	109
Sais	110
Petróleo Cru e seus Derivados	110
O Tratamento dos Efluentes	111
Separadores Gravitacionais	112
Floculação Química	112
Flotação a Ar	113
Quebra de Emulsão	114
Métodos Biológicos de Tratamento	114
Lagoas de Oxidação	115
Lodos Ativados	115
Filtração Biológica	116
Oxidação Química	117
Remoção de Cianetos	117
Remoção de Metais	118
Redução da Quantidade de Efluentes Gerados	118

Capítulo 5

Os Resíduos Sólidos	121
A Geração de Resíduos Sólidos nas Refinarias de Petróleo	121
Descrição dos Resíduos das Refinarias	122
Sedimento dos Tanques de Armazenamento do Petróleo Cru	122
Origem e Caracterização	122
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	123
Sedimento dos Tanques de Armazenamento de Gasolina	124

Origem e Caracterização	124
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	124
Sedimento do Tanque de Armazenamento de	
Óleo Residual	124
Origem e Caracterização	124
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	125
Sedimento CSO e/ou Sólidos de Filtração	125
Origem e Caracterização	125
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	125
Lama de Dessalinização	126
Origem e caracterização	126
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	127
Catalisador do Craqueamento Catalítico	127
Origem e Caracterização	127
Medidas de Minimização da Geração	
do Resíduo	127
Catalisadores de Hidrotratamento, Hidrorrefino	
e Hidrocraqueamento	128
Origem e Caracterização	128
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	128
Catalisador da Reforma Catalítica	128
Origem e Caracterização	128
Medidas de Minimização da Geração	
do Resíduo	129
Catalisadores da Isomerização	130
Origem e Caracterização	130
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	130
Argila de Tratamento da Isomerização/Extração	130
Origem e Caracterização	130
Medidas de Minimização da Geração	
do Resíduo	131
Lama e Catalisador da Unidade de	
Alquilação (H ₂ SO ₄)	131
Origem e Caracterização	131
Medidas de Minimização da Geração	
do Resíduo	132
Lama da Unidade de Alquilação (HF)	133
Origem e Caracterização	133

Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	133
Óleo Solúvel Ácido da Alquilação com HF	134
Origem e Caracterização	134
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	134
Argila de Tratamento da Alquilação	135
Origem e Caracterização	135
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	135
Catalisador da Polimerização	135
Origem e Caracterização	135
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	135
Resíduo das Unidades de Coqueamento Retardado	136
Enxofre Fora de Especificação, Lama de Enxofre, Amina Gasta e Catalisador dos Processos de Remoção do Enxofre	137
Origem e Caracterização	137
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	137
Finos do Processamento Térmico e Produtos Fora de Especificação	138
Origem e Caracterização	138
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	138
Argila de Filtração do Óleo Lubrificante	139
Origem e Caracterização	139
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	139
Produtos Fora de Especificação e Lamas de Processos de Melhoria da Qualidade dos Produtos de Fundo	139
Origem e Caracterização	139
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	140
Soda Exausta	140
Origem e Caracterização	140
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	140

Argilas de Tratamento	140
Origem e Caracterização	140
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	141
Lama das Estações de Tratamento de Efluentes	141
Origem e Caracterização	141
Medidas de Minimização da Geração do Resíduo	141
Os Resíduos Perigosos das Refinarias	142
Efeitos sobre o Meio Ambiente	144
Destinação	146
Aterros Industriais	146
Aterros impermeabilizados ou totalmente drenados	146
Aterros em que se admite a infiltração do percolado	146
Tratamento e Disposição dos Resíduos	147

Capítulo 6

A Poluição Sonora e os Riscos Ambientais das Refinarias	155
A Poluição Sonora	155
Origem	155
Medidas de Minimização	155
Efeitos sobre o Meio Ambiente	156
Riscos Ambientais Associados ao Refino de Petróleo	157
Conceito de Risco	157
Avaliação de Risco	157
Acidentes em Refinarias	158
Percepção do Risco	161
O Contexto Brasileiro	161

Capítulo 7

Conclusões e Recomendações	163
Benefícios Primários	165
Benefícios Secundários	165
Benefícios Intangíveis	165

Anexo I

O Parque de Refino Brasileiro	167
As Refinarias	167
Refinaria Duque de Caxias	168
Refinaria Presidente Bernardes – RPBC	174

Refinaria de Manaus	177
Refinaria Presidente Getúlio Vargas	179
Refinaria de Paulínia	182
Refinaria Henrique Lage	185
Refinaria Landulpho Alves	187
Refinaria Gabriel Passos	191
Refinaria de Capuava	194
Lubrificantes do Nordeste	196
Refinaria Alberto Pasqualini	198
Refinaria de Manguinhos	202
Refinaria Ipiranga	204
O Futuro do Setor de Refino	206
As Refinarias e o Meio Ambiente	208

Anexo II

A Legislação Ambiental e a Atividade do Refino de Petróleo . .	211
A Legislação Ambiental Brasileira	212
A Legislação Ambiental Federal	213
A Legislação Ambiental do Estado do Rio de Janeiro	216
A Legislação Ambiental Norte-Americana	223