

SUMÁRIO

Capítulo 1

Fundamentos da Indústria Petroquímica.....	1
1.1 Interface Refino-Petroquímica	3
1.2 Matérias-Primas Petroquímicas	4
1.3 Disponibilidade de Matérias-Primas no Brasil	6
1.3.1 Nafta e Condensados	6
1.3.2 Gás Natural	8
1.3.3 Gás de Refinaria	11
1.4 Alternativas Não Convencionais	13
1.4.1 Frações Pesadas	13
1.4.2 Matérias-Primas Renováveis	15
1.5 A Cadeia Industrial Petroquímica	16
1.6 Conceito de Complexos Petroquímicos	18
1.7 Descentralização da Indústria Petroquímica	18
1.8 As Maiores Empresas Químicas/Petroquímicas Mundiais	19
1.9 A Petroquímica Brasileira	20
1.10 Processo de Aglutinação da Petroquímica Nacional	24
Referências	27

Capítulo 2

A Produção e Separação das Olefinas.....	29
2.1 O Craqueamento a Vapor	31
2.1.1 Química do Processo	32
2.1.2 Matérias-Primas	36
2.1.3 Produtos e Coprodutos Resultantes da Pirólise	40
2.2 Variáveis de Processo nos Fornos de Pirólise	42
2.2.1 Pressão Parcial dos Hidrocarbonetos e a Razão de Diluição dos Hidrocarbonetos com Vapor d'Água	43
2.2.2 Tempo de Residência	44
2.2.3 Perfil de Temperatura da Serpentina do Forno de Pirólise	46
2.2.4 Severidade e Seletividade	46
2.3 Licenciadores de Tecnologia	50
2.4 Descrição das Unidades de <i>Cracking</i>	51
2.4.1 Os Fornos de Pirólise	51
2.4.2 Área de <i>Quench</i>	59
2.4.3 Área de Compressão e Recuperação	63
2.4.4 Compressão do Gás de Carga	65

2.4.5	Seção de Recuperação: Trem Frio, Desmetanizadora e Caixa Fria	68
2.4.6	Desmetanizadora, Conversor de Acetileno e Fracionadora de Eteno	70
2.4.7	Despropanizadora, Conversor de MAPD e Fracionadora de Propeno	72
2.4.8	Desbutanizadora	73
2.4.9	Sistemas Refrigerantes	73
2.4.10	Utilidades: Distribuição de Vapor	75
2.5	Investimentos em uma Unidade de Craqueamento a Vapor	76
2.6	Corte C_4	77
2.7	Unidade de Extração de Butadieno	80
2.7.1	Descrição do Processo de Extração de Butadieno BASF	83
2.8	Separação de Buteno-1	85
2.8.1	Descrição do Processo de Hidrogenação e Fracionamento de Buteno-1	86
2.9	Recuperação de Isopreno	87
2.9.1	Fluxograma e Descrição do Processo de Obtenção do Isopreno	90
2.10	Hidrogenação de Gasolina de Pirólise	92
2.10.1	Descrição do Processo de Hidrogenação de Gasolina de Pirólise	94
2.11	Centrais de Matérias-Primas Petroquímicas no Brasil	95
2.11.1	Plantas de Extração de Butadieno, Buteno-1 e Purificação de Isopreno	96
	Referências	97

Capítulo 3

	Produção e Separação dos Aromáticos	99
3.1	Complexo de Produção de Aromáticos	101
3.1.1	Introdução	101
3.1.2	Configuração de um Complexo Aromático	102
3.2	Matéria-Prima	103
3.2.1	A Seleção da Nafta a Processar	103
3.2.2	Tratamento da Nafta	108
3.3	Reforma Catalítica	109
3.3.1	Reações de Reforma	109
3.3.2	Os Catalisadores de Reforma	110
3.3.3	Influência da Composição da Carga	111
3.3.4	Variáveis do Processo	111
3.3.5	Fluxogramas de Processo de Reforma	111
3.4	Licenciadores de Unidades de Reforma Catalítica	114
3.5	Unidades de Reforma no Brasil	114
3.6	Processos de Extração dos Aromáticos	114
3.7	Separação de BTX	116
3.8	Transformação de Tolueno	117
3.9	Separação do p-Xileno de seus Isômeros	120
3.10	Isomerização de Xilenos	122
3.11	Balanco Material de um Complexo de Aromáticos	124
3.12	Complexos Aromáticos Brasileiros	125
	Referências	125

Capítulo 4

A Produção e a Utilização do Gás de Síntese	127
4.1. Gás de Síntese.....	129
4.1.1 Utilização.....	129
4.1.2 Processos de Produção de Gases de Síntese	131
4.1.3 A Produção de Gás de Síntese para Produção de Metanol	144
4.1.4 Gaseificação de Hidrocarbonetos Pesados ou Combustíveis Sólidos.....	146
4.2 Amônia.....	149
4.2.1 Caracterização	149
4.2.2 Utilização.....	149
4.2.3 Plantas na América do Sul	151
4.2.4 Processos de Produção.....	152
4.3 Metanol	154
4.3.1 Caracterização	154
4.3.2 Utilização.....	154
4.3.3 Plantas na América do Sul	157
4.3.4 Processos de Produção.....	159
Referências	164

Capítulo 5

A Produção de Intermediários Petroquímicos	167
5.1 Etilbenzeno.....	169
5.1.1 Caracterização	169
5.1.2 Utilização.....	169
5.1.3 Plantas na América do Sul	169
5.1.4 Processos de Produção.....	170
5.2 Estireno	175
5.2.1 Caracterização	175
5.2.2 Utilização.....	176
5.2.3 Plantas na América do Sul	177
5.2.4 Processos de Produção.....	178
5.3 Cumeno	183
5.3.1 Caracterização	183
5.3.2 Utilização.....	183
5.3.3 Plantas na América do Sul	184
5.3.4 Processos de Produção.....	184
5.4 Fenol	187
5.4.1 Caracterização	187
5.4.2 Utilização.....	188
5.4.3 Plantas na América do Sul	190

5.4.4	Processos de Produção	190
5.5	Ácido Tereftálico	196
5.5.1	Caracterização	196
5.5.2	Utilização	196
5.5.3	TPA x DMT	197
5.5.4	Plantas na América do Sul	198
5.5.5	Processos de Produção	198
5.5.6	MTA	202
5.6	Óxido de Eteno e Monoetilenoglicol	203
5.6.1	A Cadeia Produtiva	203
5.6.2	Monoetilenoglicol	208
5.7	Intermediários para Fibras Sintéticas	211
5.7.1	As Fibras Têxteis – Definição e Classificação	211
5.7.2	Matérias-Primas para Nylon 6.6	212
5.7.3	Matéria-Prima para Nylon 6	216
5.7.4	Matérias-Primas para Produção de Fibras e Resinas de Poliéster	218
5.7.5	Matérias-Primas para Fibras Acrílicas	218
	Referências	219

Capítulo 6

	Produção de Polímeros Sintéticos	223
6.1	Polímeros	225
6.1.1	Conceitos Básicos de Polimerização e Polímeros	225
6.1.2	Nomenclatura de Polímeros	228
6.1.3	Classificação	231
6.1.4	Forma de Obtenção	233
6.1.5	Arquitetura Molecular	236
6.1.6	Comportamento Mecânico e Aplicações	237
6.1.7	Fusibilidade da Cadeia	238
6.1.8	Taticidade da Cadeia	239
6.1.9	Propriedades	240
6.1.10	Reações de Polimerização	241
6.1.11	Mecanismo de Reação e seus Promotores	246
6.1.12	Reatores Empregados em Polimerização	257
6.1.13	Principais Resinas Comercializadas	258
6.1.14	Aditivação, Armazenagem e Transformação	258
6.1.15	Processamento de Polímeros	259
6.2	Polietileno	262
6.2.1	Histórico	262
6.2.2	Tipos de Polietilenos	263
6.2.3	Propriedades Físico-Químicas	265
6.2.4	Aditivos	271

6.2.5	Catalisadores.....	272
6.2.6	Principais Técnicas de Produção de Polietileno	274
6.2.7	Principais Tecnologias e Licenciadores.....	276
6.2.8	Fluxogramas de Processo	280
6.2.9	Aplicações do Polietileno.....	280
6.2.10	Principais Produtores	283
6.2.11	Matéria-Prima Renovável.....	284
Anexo 1 – Fluxogramas de Processo Polietileno		286
6.3	Polipropileno	289
6.3.1	Histórico.....	289
6.3.2	Tipos de Polipropileno.....	290
6.3.3	Propriedades Físico-Químicas	291
6.3.4	Aditivos.....	292
6.3.5	Principais Técnicas de Produção de Polipropileno.....	293
6.3.6	Principais Tecnologias e Licenciadores.....	294
6.3.7	Fluxogramas de Processo	295
6.3.8	Aplicações do Polipropileno	295
6.3.9	Mercado Mundial do Polipropileno	296
Anexo 2 – Fluxogramas de Processo Polipropileno		298
6.4	Cadeia Produtiva dos Polímeros Vinílicos	299
6.4.1	Histórico.....	300
6.4.2	A Produção das Matérias-Primas	301
6.4.3	A Cadeia Vinílica	304
6.4.4	Cloro de Sódio e Eteno: As Matérias-Primas Básicas	304
6.4.5	Produção de Cloro e Soda: Tipos de Células Eletrolíticas	306
6.4.6	A Produção de Soda Cáustica	312
6.4.7	A Produção de Cloro e Hidrogênio	312
6.4.8	Informações sobre a Indústria de Cloro/Soda no Mundo	315
6.4.9	Informações sobre a Indústria de Cloro/Soda no Brasil	315
6.4.10	Produção de Dicloroetano Via Cloração Direta e Oxidação	316
6.4.11	Produção de Cloro de Vinila - Rota Acetileno e Rota Eteno.....	319
6.4.12	Craqueamento do Dicloroetano para Produção de Cloro de Vinila	320
6.4.13	Polimerização e Tipos de Resinas	321
6.4.14	Processos Comerciais de Polimerização	324
6.4.15	Aplicações do PVC e da Soda Cáustica	326
6.4.16	Mercado Mundial do PVC	332
6.4.17	Plantas Produtoras no Brasil e suas Capacidades Instaladas	333
6.4.18	Reciclagem dos Plásticos	334
Anexo 3 – Fluxogramas dos Processos da Cadeia Vinílica		335
6.5	Poliestireno	339
6.5.1	Tipos.....	339
6.5.2	Utilização.....	340
6.5.3	Plantas na América do Sul	343

6.5.4	Processos de Produção	344
6.6	Poli(tereftalato de etileno) ou poli(tereftalato de eteno)	351
6.6.1	Caracterização	351
6.6.2	Cadeia Produtiva de PET e seus Derivados	352
6.6.3	Viscosidade Intrínseca	352
6.6.4	Processos Produtivos	353
6.6.5	Produtos	356
6.6.6	O Mercado Mundial de PET	356
6.6.7	O Mercado Brasileiro	357
6.6.8	A Reciclagem de PET	358
6.7	Poliâmidas	360
6.7.1	Histórico do Desenvolvimento das Poliâmidas	360
6.7.2	Caracterização das Poliâmidas	360
6.7.3	Classificação das Poliâmidas	361
6.7.4	Características e Aplicações de Poliâmidas	362
6.7.5	Sínteses de PA 6 e PA 6.6	362
6.7.6	Acabamento	365
6.8	Poliuretanos e seus Insumos	367
6.8.1	Introdução	367
6.8.2	O Poliuretano no Mundo	368
6.8.3	A Química do Poliuretano	369
6.8.4	Polióis	371
6.8.5	Isocianatos	377
6.9	Elastômeros	382
6.9.1	Caracterização de Elastômeros	382
6.9.2	Elastômeros Sintéticos	385
6.9.3	Plantas na América do Sul	397
6.9.4	Mercados para Elastômeros SBR	397
6.9.5	Vulcanização	399
6.9.6	Ensaio de Elastômeros	400
	Referências	403