

Sumário

Apresentação	IX
Prefácio	XIII
Introdução	I

CAPÍTULO I

História da Oceanografia Química	7
1.1 <i>Introdução</i>	7
1.2 <i>Estado da Arte da Oceanografia no Brasil</i>	15

CAPÍTULO 2

Oceanografia Descritiva	21
2.1 <i>Descrição do Oceano Atlântico</i>	21
2.1.1 <i>Estudo de Caso (Atlântico Sul): Bacia Sedimentar de Sergipe-Alagoas</i>	23
2.2 <i>Descrição do Oceano Pacífico</i>	29
2.3 <i>Descrição do Oceano Índico</i>	30
2.4 <i>Morfologia do Fundo dos Oceanos</i>	30
2.5 <i>Temperatura e Salinidade nos Oceanos</i>	34
2.6 <i>Técnicas e Equipamentos para Dados Oceanográficos</i>	45
2.7 <i>Circulação dos Oceanos</i>	48
2.7.1 <i>Circulação Gerada pelo Vento – Circulação Superficial</i>	48
2.7.2 <i>Circulação Termohalina</i>	52

CAPÍTULO 3

Composição Química da Água do Mar	57
3.1 <i>Introdução</i>	57
3.2 <i>Componentes Químicos Maiores na Água do Mar</i>	58
3.2.1 <i>Escala Prática de Salinidade</i>	59

3.2.2	Salinidade em Águas Estuarinas.....	60
3.2.3	Variação da Salinidade – Propriedade Conservativa.....	61
3.3	Nutrientes e o Ciclo do Carbono.....	62
3.4	Processo de Adsorção.....	77
3.5	Gases Dissolvidos.....	82
3.5.1	Fluxo do Dióxido de Carbono Ar/Água.....	84
3.5.2	Medidas da Composição da Atmosfera.....	88
3.5.3	Solubilidade dos Gases.....	89

CAPÍTULO 4

Sistema Carbonato.....	93
4.1 Introdução.....	93
4.2 Breve Histórico para Entender o Presente.....	95
4.3 A Mídia Internacional e o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).....	97
4.4 Observatório Mauna Loa (OML).....	107
4.5 As Armadilhas de Michael Mann.....	108
4.6 Efeito da Biota no Ciclo do Carbono.....	110
4.7 Termodinâmica do Sistema Carbonato.....	116
4.7.1 Alcalinidade Total (AT).....	120
4.7.2 Solução Simples.....	121
4.7.3 Breve Histórico da Alcalinidade Total.....	122
4.7.4 Definição da Alcalinidade Total.....	123
4.7.5 Alcalinidade Carbonática (AC).....	127
4.7.6 Estado de Saturação do Carbonato.....	130
4.7.7 Efeito da Força Iônica no Coeficiente de Atividade.....	131
4.8 Potencial Hidrogeniônico: pH.....	132
4.8.1 Medições Potenciométricas do pH.....	139
4.8.2 Erros na Medição do pH.....	141
4.8.3 Calibração do Eletrodo de pH.....	142

CAPÍTULO 5

Traçadores Isotópicos	145
5.1 <i>Introdução</i>	145
5.2 <i>Como os Isótopos Estáveis São Medidos?</i>	147
5.2.1 <i>Abundância dos Isótopos de Oxigênio e de Hidrogênio no Oceano</i>	155
5.2.2 <i>Calcita: testemunho da temperatura no mar</i>	157

5.2.3 Razões Isotópicas de Carbono e de Nitrogênio e Estrutura de Cadeias Alimentares	159
---	-----

CAPÍTULO 6

Introdução à Físico-Química Marinha	163
6.1 Introdução	163
6.2 Grandezas, Unidades e o Sistema Internacional de Unidades	167
6.3 Unidades de Concentração	173
6.4 Temperatura	175
6.5 Lei Zero da Termodinâmica	176
6.6 Propriedades dos Gases	177
6.7 Leis da Termodinâmica	179
6.8 A Primeira Lei da Termodinâmica	180
6.9 Calor (Q)	181
6.10 Trabalho (W)	182
6.10.1 Entalpia (H)	183
6.11 Entalpia de Hidratação	185
6.12 A Segunda Lei da Termodinâmica: Entropia	186
6.12.1 Energia Livre de Gibbs (G)	188
6.12.2 Potencial Químico (μ)	192
6.13 A Terceira Lei da Termodinâmica: Entropia	193
6.14 Atividade e Coeficiente de Atividade	193
6.15 Força Iônica	199
6.16 Constantes de Equilíbrio	200
6.17 Soluções	204
6.17.1 Soluções Ideais	205
6.18 Equilíbrio Ácido-Base	209

CAPÍTULO 7

Procedimentos de Aquisição e Coleta de Amostras	213
7.1 Limpeza dos Materiais	213
7.2 Aquisição de Dados	214
7.3 Procedimentos de Coleta de Água e Acondicionamento	218
7.4 Planejamento Amostral	223
7.5 CTD: Termossalinógrafo	226

CAPÍTULO 8

Análises Químicas: Água	229
8.1 Oxigênio Dissolvido: Winkler	229
8.1.1 Principais Reações	231
8.1.2 Reagentes	231
8.1.3 Preparação de Soluções	231
8.1.4 Procedimentos	233
8.1.5 Titulação com Indicador	233
8.1.6 Determinação do Branco	233
8.1.7 Padronização da Solução de Tiosulfato	234
8.1.8 Titulação Potenciométrica: Titrando 907 (Software Tiamo)	234
8.1.9 Troca do Dosino (se necessário, abrir o programa Tiamo)	237
8.1.10 Rinsagem do Eletrodo e da Ponteira do Dispensador	237
8.1.11 Determinação do Oxigênio Dissolvido em Amostras Oceânicas e Estuarinas	238
8.1.12 Padronização do Tiosulfato de Sódio 0,01 N	238
8.1.13 Determinação do Branco	239
8.1.14 Desligar o Equipamento	239
8.1.15 Cálculo da Concentração do Oxigênio Dissolvido na Amostra de Água	239
8.2 Salinidade: Escala Prática de Salinidade (K_{15})	240
8.2.1 Especificações	240
8.2.2 Procedimentos para Utilizar o Salinômetro	241
8.2.3 Preparação das Amostras Diluídas por Peso (unidade = g)	241
8.2.4 Determinação da Condutividade no Condutivímetro 856 – Metrohm	242
8.2.5 Preparação do Padrão IAPSO (Salinidade Prática = 34 994 psu)	244
8.2.6 Calibração do Eletrodo	244
8.2.7 Determinação da Condutividade em Amostras e/ou Padrões	245
8.2.8 Desligar o Equipamento	245
8.3 Clorinidade	245
8.3.1 Reagentes	246
8.3.2 Preparação de Soluções	246
8.3.3 Procedimentos	246
8.4 Potencial Hidrogeniônico: pH	247
8.4.1 Procedimento	248
8.4.2 Preparação das Soluções: NaCl 0,7 m e HCl 0,2 M	250

8.4.3	Preparação da Solução Tampão da Água do Mar (Tris) 0,04 m – Salinidade 35	251
8.4.4	Preparação da Solução Tris 0,06 m (Água Estuarina, S = 35) ..	254
8.4.5	Verificação do Desempenho do Eletrodo e da Determinação do pH pelo Eletrodo Digital 854 iConnect da Metrohm	256
8.4.6	Determinação do pH no Titrand 907 da Metrohm	258
8.4.7	Determinação do pH por Espectrofotometria	259
8.5	Alcalinidade Total – AT	265
8.5.1	Procedimento	265
8.5.2	Determinação da Alcalinidade Total	265
8.5.3	Reagentes	267
8.5.4	Procedimento Analítico: Água Estuarina	267
8.5.5	Procedimento Analítico: Água Intersticial	267
8.5.6	Determinação da Alcalinidade Total no Titrand 907	267
8.6	Fósforo Inorgânico Dissolvido (PID)	269
8.6.1	Equipamentos e Materiais para Análises	269
8.6.2	Reagentes	269
8.6.3	Curva de Calibração	271
8.6.4	Como Preparar as Amostras, Padrões e Brancos?	272
8.6.5	Como Fazer Diluições?	272
8.7	Fósforo Total Dissolvido (PTD)	273
8.7.1	Reagente	273
8.7.2	Materiais	273
8.7.3	Análises das Amostras	273
8.8	Fósforo Orgânico Dissolvido (POD)	273
8.9	Fósforo Total (PT)	274
8.10	Nitrito – NO ₂	274
8.10.1	Equipamentos e Materiais	274
8.10.2	Reagentes	275
8.10.3	Coleta	275
8.10.4	Calibração	275
8.10.5	Turbidez	276
8.10.6	Como Calcular a Concentração?	276
8.11	Nitrato – NO ₃	276
8.11.1	Equipamentos e Materiais	277
8.11.2	Reagentes	277
8.11.3	Preparação do Cádmio Granulado	278
8.11.4	Teste de Rendimento do Cádmio	278

8.11.5	Procedimento para o Tratamento das Amostras, Padrões e Brancos na Presença do Cádmio.	279
8.11.6	Colorimetria.	279
8.11.7	Cálculo das Concentrações.	279
8.12	Amônia Total – $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$	279
8.12.1	Equipamentos e Materiais.	280
8.12.2	Soluções.	280
8.12.3	Coleta.	281
8.12.4	Calibração.	282
8.12.5	Procedimento.	282
8.13	Sílica.	282
8.13.1	Coleta.	282
8.13.2	Equipamentos e Materiais para Análises.	282
8.13.3	Reagentes.	283
8.13.4	Procedimento.	284
8.14	Ferro (II).	284
8.14.1	Coleta.	284
8.14.2	Equipamentos e Materiais para Análises.	285
8.14.3	Reagentes.	285
8.14.4	Procedimento Analítico.	286
8.15	Clorofila.	286
8.15.1	Método.	286
8.15.2	Equipamentos e Materiais.	286
8.15.3	Coleta.	287
8.15.4	Procedimento Analítico.	287
8.15.5	Procedimento de Amostragem e Estoque.	287
8.15.6	Reagentes.	287
8.15.7	Determinação.	288
8.15.8	Cálculo da Concentração de Pigmento.	288
8.16	Apresentação do Programa Análises Químicas Marinhas (AQM).	288
8.16.1	Rotinas Executadas pelo AQM.	289
8.16.2	Como Utilizar o AQM.	290

CAPÍTULO 9

Controle de Qualidade na Química Analítica.	293
9.1 Fatores que Afetam a Qualidade da Amostra.	293
9.1.1 Amostragem.	293
9.1.2 Limite de Detecção.	294

9.1.3	Precisão	295
9.1.4	Exatidão	296
9.2	Unidades de Concentração	297
9.3	Diluição	299
9.3.1	Fator de Diluição (FD)	299
9.3.2	Vamos Praticar?	300
9.4	Termos Utilizados em Química Analítica	303
9.4.1	Potencial de Junção Líquida	303
9.4.2	Força Iônica (I)	303
9.4.3	Atividade	303
9.4.4	Solução Tampão	304
9.4.5	Solução Padrão	305
9.4.6	Branco	305
9.4.7	Solução Eletrolítica	305
9.4.8	Estequiometria	305
9.4.9	Constante Termodinâmica (K^0)	305
9.4.10	Constante Estequiométrica (K^*)	305
9.4.11	Eletrodo	306
9.4.12	Solução Padrão Primário	306
9.4.13	Titulação	306
9.4.14	Titulante	306
9.4.15	Indicador	306
	Referências	307

