

## SUMÁRIO

### 1

<b>CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS SOBRE A CIÊNCIA LIMNOLOGIA . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1 Pesquisas em Ambientes Aquáticos Continentais Anteriores a Limnologia. . . . .	1
1.2 Gênese e Definição de Limnologia . . . . .	5
1.3 Consolidação da Limnologia como Ciência. . . . .	6
1.4 Fase Moderna da Limnologia. . . . .	17

### 2

<b>HISTÓRIA DA LIMNOLOGIA BRASILEIRA E SEUS DESAFIOS NAS PRIMEIRAS DÉCADAS DO SÉCULO XX. . . . .</b>	<b>25</b>
2.1 Considerações Gerais. . . . .	25
2.2 Expedições de Naturalistas: Primeiras Fontes de Informações Sobre os Corpos D'água Continentais Brasileiros . . . . .	25
2.3 Região Nordeste: O Berço da Limnologia Brasileira . . . . .	29
2.4 A Amazônia Passa a Ser o Palco das Pesquisas Limnológicas no Brasil	37
2.5 Outras Contribuições à Limnologia Brasileira na Segunda Metade do Século XX. . . . .	40
2.6 Com a Criação dos Cursos de Pós-Graduação surge uma Nova Limnologia no Brasil . . . . .	44
2.7 Criação da Sociedade Brasileira de Limnologia: Importante Iniciativa para o Desenvolvimento da Limnologia Brasileira . . . . .	47
2.7.1 Cenário Político e Científico da Década de 1980 . . . . .	47
2.7.2 A Gênese da Sociedade Brasileira de Limnologia . . . . .	47
2.7.3 A Estruturação Administrativa e Científica da SBL . . . . .	49
2.7.4 A Sociedade Brasileira de Limnologia se Adéqua à Nova Legislação Brasileira e é Refundada . . . . .	52

2.8	A Limnologia Brasileira Alcança a Maturidade . . . . .	52
2.9	A Limnologia Brasileira Atinge a Maturidade ao Mesmo Tempo em que Ocorre a Maior Degradação dos Ecossistemas Aquáticos Continentais de Todos os Tempos . . . . .	53
2.10	Alguns dos Desafios da Limnologia Brasileira nas Primeiras Décadas do Século XXI . . . . .	54
2.10.1	Inclusão da Bacia Hidrográfica na Abordagem Limnológica: O Primeiro Desafio . . . . .	54
2.10.2	Aplicar os Resultados das Pesquisas Limnológicas na Solução dos Problemas: O Segundo Desafio . . . . .	55
2.10.3	Educação em Limnologia: O Terceiro Desafio . . . . .	56
2.11	Enfrentando os Desafios Através da Integração de Saberes . . . . .	58
2.12	Limnólogo com Novo Perfil Profissional: Uma Necessidade para Enfrentar os Desafios da Limnologia nas Primeiras Décadas do Século XXI . . . . .	59
2.13	Novo Perfil Profissional: Aberturas de Novos Mercados de Trabalho para o Limnólogo Brasileiro . . . . .	61

### 3

<b>PAPEL DA ÁGUA E DA LIMNOLOGIA NA SOCIEDADE MODERNA . . . . .</b>	<b>63</b>	
3.1	A Água no Dia a Dia do Homem Moderno . . . . .	63
3.2	Escassez de Água Doce: Uma Ameaça Real à Humanidade . . . . .	65
3.3	Construção de Hidrelétricas Ecologicamente mais Sustentáveis: Um Exemplo da Contribuição da Limnologia à Sociedade Brasileira . . . . .	68
3.3.1	Etapa de Estudos de Inventário Hidrelétrico . . . . .	70
3.3.2	Etapa de Estudos de Viabilidade . . . . .	71
3.3.3	Etapa de Projeto Básico . . . . .	71
3.3.4	Etapa de Construção . . . . .	71
3.3.5	Etapa de Operação da Usina e de Gerenciamento Limnológico do Reservatório . . . . .	72

### 4

<b>CICLO DA ÁGUA NA BIOSFERA . . . . .</b>	<b>73</b>	
4.1	Água: Uma Antiga Preocupação da Humanidade . . . . .	73
4.2	Origem da Água na Terra . . . . .	74
4.3	Ciclo Hidrológico na Biosfera . . . . .	75
4.4	Alterações no Ciclo Hidrológico . . . . .	77
4.4.1	Mudanças Globais e o Ciclo Hidrológico . . . . .	79

**5**

<b>GÊNESE DOS ECOSISTEMAS LACUSTRES</b> . . . . .	<b>83</b>
5.1 Considerações Gerais . . . . .	83
5.2 Sistemas Lacustres Brasileiros . . . . .	85
5.3 Gênese dos Lagos . . . . .	87
5.3.1 Lagos Formados por Movimentos Diferenciais da Crosta Terrestre . . . . .	87
5.3.2 Lagos de Origem Vulcânica . . . . .	89
5.3.3 Lagos Glaciares. . . . .	90
5.3.4 Lagos Formados pela Dissolução de Rochas (Lagos de Dissolução ou Erosão) . . . . .	93
5.3.5 Lagos Formados pela Atividade de Castores . . . . .	94
5.3.6 Lagos Formados pelo Impacto de Meteoritos . . . . .	94
5.3.7 Lagos Formados pela Atividade de Rios . . . . .	94
5.3.8 Lagos Formados pela Atividade do Vento (Lagos de Barragem Eólica) . . . . .	102
5.3.9 Lagos Associados à Linha Costeira . . . . .	103
5.3.10 Represas e Açudes . . . . .	107

**6**

<b>ÁGUAS CONTINENTAIS: CARACTERÍSTICAS DO MEIO, COMPARTIMENTOS E SUAS COMUNIDADES</b> . . . . .	<b>113</b>
6.1 Características do Meio Aquático . . . . .	113
6.2 Os Principais Compartimentos e Suas Comunidades . . . . .	114
6.2.1 Região Litorânea . . . . .	114
6.2.2 Região Limnética ou Pelágica . . . . .	116
6.2.3 Região Bentônica . . . . .	117
6.2.4 Interface Água-Ar . . . . .	117
6.3 Importância do Acoplamento entre Compartimentos Aquáticos . . . . .	118

**7**

<b>ETAPAS DO METABOLISMO AQUÁTICO</b> . . . . .	<b>119</b>
7.1 Produção . . . . .	119
7.2 Consumo . . . . .	121
7.3 Decomposição . . . . .	123

## 8

**PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA E SUA IMPORTÂNCIA**

<b>LIMNOLÓGICA</b> . . . . .	<b>125</b>
8.1 A Molécula da Água . . . . .	125
8.2 Calor Específico e Calor de Vaporização da Água . . . . .	128
8.3 Tensão Superficial da Água . . . . .	128
8.4 Viscosidade da Água . . . . .	129
8.5 Densidade da Água . . . . .	133

## 9

**A RADIAÇÃO SOLAR E SEUS EFEITOS EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS**

<b>CONTINENTAIS</b> . . . . .	<b>137</b>
9.1 Caracterização da Radiação Solar . . . . .	137
9.2 A Radiação na Superfície dos Corpos D'água . . . . .	139
9.3 A Radiação no Meio Aquático . . . . .	140
9.3.1 Absorção da Radiação . . . . .	141
9.3.2 Dispersão da Radiação . . . . .	145
9.3.3 Atenuação da Radiação . . . . .	146
9.4 Zona Eufótica e Transparência da Água . . . . .	150
9.5 Avaliação da Dispersão, da Atenuação da Radiação e da Transparência da Água . . . . .	151
9.5.1 Avaliação da Dispersão da Radiação . . . . .	151
9.5.2 Avaliação da Atenuação da Radiação . . . . .	152
9.5.3 Avaliação da Transparência da Água . . . . .	152
9.6 Efeitos Térmicos da Radiação sobre os Corpos D'água . . . . .	156
9.6.1 A Instabilidade e Estabilidade Térmica dos Corpos D'água .	156
9.6.2 Estratificação Térmica dos Ecossistemas Aquáticos Continentais . . . . .	159
9.6.3 Classificação dos Lagos quanto ao Número e Tipo de Circulação . . . . .	165

## 10

<b>OXIGÊNIO DISSOLVIDO</b> . . . . .	<b>167</b>
10.1 Considerações Gerais . . . . .	167
10.2 Difusão e Distribuição de Oxigênio Dentro do Ecossistema Aquático Continental . . . . .	169
10.3 Dinâmica do Oxigênio Dissolvido em Lagos de Regiões de Clima Temperado . . . . .	170

10.4	Dinâmica do Oxigênio Dissolvido em Lagos Tropicais . . . . .	172
10.4.1	A Alta Temperatura como Fator Controlador Direto da Concentração de Oxigênio . . . . .	172
10.4.2	Fatores Controladores Indiretos da Concentração de Oxigênio. . . . .	175
10.5	Concentração de Oxigênio em Represas Construídas sobre Florestas Tropicais . . . . .	178
10.6	Variação Diária da Concentração de Oxigênio . . . . .	180
10.7	Oxigênio no Sedimento. . . . .	182
10.8	Adaptações de Peixes às Baixas Concentrações de Oxigênio em Lagos Tropicais . . . . .	184
10.9	Dinâmica do Oxigênio Dissolvido em Lagos Meromíticos . . . . .	189
10.10	Anomalias do Perfil Clinogrado . . . . .	190
<b>11</b>		
	<b>CARBONO ORGÂNICO . . . . .</b>	<b>193</b>
11.1	Conceitos Básicos . . . . .	193
11.2	Fontes e Remoção de Carbono Orgânico dos Ecossistemas Aquáticos Continentais . . . . .	195
11.3	As Transformações do Carbono nos Ecossistemas Aquáticos Continentais . . . . .	196
11.3.1	Fotossíntese . . . . .	198
11.3.2	Respiração . . . . .	198
11.3.3	Produção, Consumo e Emissão de Metano (CH <sub>4</sub> ) em Ecossistemas Aquáticos . . . . .	202
11.3.4	Fotodegradação do Carbono Orgânico . . . . .	206
11.4	Ciclo do Carbono em Contexto Nacional e Global . . . . .	207
<b>12</b>		
	<b>CARBONO INORGÂNICO . . . . .</b>	<b>209</b>
12.1	Carbono Inorgânico e suas Formas nos Ecossistemas Aquáticos . . .	209
12.1.1	Dureza da Água . . . . .	212
12.2	Princípios Físico-Químicos do pH e seus Valores em Águas Continentais . . . . .	213
12.2.1	Sistema Tampão nos Ecossistemas Aquáticos . . . . .	214
12.2.2	Valores de pH nos Ecossistemas Aquáticos Continentais . .	216
12.3	Relações entre pH e pE (Potencial Redox): Distribuição Espacial e Temporal de CO <sub>2</sub> e O <sub>2</sub> na Coluna D'água . . . . .	218

12.3.1	Variação da Concentração de Carbono Inorgânico na Coluna D'água . . . . .	219
12.3.2	Processos na Interface Sedimento-Água . . . . .	221
12.4	Alcalinidade e Metabolismo dos Ecossistemas Aquáticos . . . . .	223
12.4.1	Avaliação Metabólica dos Ecossistemas Aquáticos Continentais . . . . .	224
12.5	Inter-Relações entre pH e Alcalinidade e as Comunidades . . . . .	226
12.6	Fontes de Carbono Inorgânico para os Vegetais Aquáticos: Consequências para Razão Isotópica . . . . .	228
12.6.1	Variações da $\delta^{13}\text{C}$ na Composição dos Produtores Primários Influenciada pelos Processos de Absorção do Carbono Inorgânico . . . . .	230
12.7	Fluxos de $\text{CO}_2$ na Interface Água-Ar: Questão do Balanço de Carbono e Mudanças Globais . . . . .	232
12.7.1	Metodologias para Determinação dos Fluxos de $\text{CO}_2$ em Ecossistemas Aquáticos . . . . .	232
12.7.2	Fluxo de $\text{CO}_2$ em Ecossistemas Aquáticos Naturais . . . . .	236
12.7.3	Fluxo de $\text{CO}_2$ em Reservatórios de Hidrelétricas Brasileiras . . . . .	237

## 13

<b>NITROGÊNIO</b> . . . . .	<b>239</b>	
13.1	Fontes, Formas e Importância do Nitrogênio . . . . .	239
13.2	Fixação Biológica de Nitrogênio em Ecossistemas Aquáticos Continentais . . . . .	242
13.2.1	Princípio Fisiológico da Fixação de Nitrogênio . . . . .	243
13.2.2	Microrganismos Autotróficos Fixadores de Nitrogênio . . . . .	244
13.2.3	Microrganismos Heterotróficos Fixadores de Nitrogênio . . . . .	245
13.2.4	Importância dos Processos de Simbiose para a Fixação de Nitrogênio . . . . .	246
13.3	Transformações do Nitrogênio e Processos de Ciclagem . . . . .	249
13.3.1	Amonificação . . . . .	249
13.3.2	Nitrificação . . . . .	250
13.3.3	Processos Dissimilatórios Anaeróbicos: Redução do Nitrato, Desnitrificação, Amonificação do Nitrito e Anammox . . . . .	251
13.4	Distribuição de Nitrogênio Amoniacal, Nitrito e Nitrato ao Longo da Coluna D'água de Lagos . . . . .	255

**14**

<b>FÓSFORO</b> .....	<b>259</b>
14.1 Importância e Formas Presentes .....	259
14.2 Fontes de Fósforo para os Ecossistemas Aquáticos Continentais ...	262
14.3 Principais Etapas do Ciclo do Fósforo .....	264
14.3.1 Absorção e Excreção do Fósforo por Produtores Primários na Região Pelágica .....	265
14.3.2 Mineralização do Fósforo Orgânico .....	268
14.3.3 Ciclagem do Fósforo Mediada por Organismos Consumidores .	269
14.3.4 Ciclagem do Fósforo Mediado pelas Macrófitas Aquáticas .	271
14.3.5 A Precipitação do Fósforo e suas Interações com o Sedimento .....	274
14.4 Concentração de Fosfato como Indicador do Estado Trófico de Lagos .	279

**15**

<b>ENXOFRE</b> .....	<b>283</b>
15.1 Formas, Fontes e Transformações de Enxofre .....	283
15.2 Papel dos Microrganismos na Formação de Gás Sulfídrico (H <sub>2</sub> S) ...	285
15.2.1 Competição por Substratos entre Redutores de Sulfato e Metanogênicos .....	286
15.3 Papel dos Microrganismos na Oxidação do Gás Sulfídrico .....	287
15.4 Concentração de Sulfato em Ecossistemas Aquáticos Continentais ..	288
15.5 Distribuição Vertical de Sulfato e Gás Sulfídrico .....	290
15.6 Efeito das Atividades Humanas sobre o Ciclo do Enxofre .....	291

**16**

<b>SÍLICA NOS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS CONTINENTAIS</b> .....	<b>293</b>
16.1 Dinâmica da Sílica nos Ecossistemas Aquáticos Continentais .....	293
16.2 Valores da Sílica em Lagos Temperados e Tropicais .....	295

**17**

<b>PRINCIPAIS CÁTIONS E ÂNIONS</b> .....	<b>299</b>
17.1 Considerações Gerais .....	299
17.2 Condutividade Elétrica da Água .....	299
17.2.1 Relação entre Condutividade Elétrica e Concentração Iônica .....	299
17.2.2 A Condutividade Elétrica das Águas Interiores .....	301

17.3	Salinidade .....	303
17.3.1	Origem da Salinidade .....	303
17.3.2	Classificação dos Corpos D'água quanto à Salinidade ....	305
17.3.3	Variação Espacial da Salinidade e suas Implicações na Distribuição dos Organismos .....	306
17.4	Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio e Cloreto .....	310
17.4.1	Principais Funções .....	310
17.4.2	Concentração nas Águas Interiores .....	310
17.4.3	Distribuição Vertical .....	316
17.5	Ferro e Manganês .....	317
17.5.1	Funções e Formas Presentes na Água .....	317
17.5.2	Papel das Bactérias no Ciclo do Fe e Mn .....	317
17.5.3	Distribuição Vertical de Ferro e Manganês na Coluna D'água .	319
<b>18</b>		
	<b>ELEMENTOS-TRAÇO .....</b>	<b>323</b>
18.1	Principais Fontes para os Ecossistemas Aquáticos Continentais ...	324
18.2	Elementos-Traço em Rios e Lagos .....	326
18.3	Elementos-Traço e o Fitoplâncton .....	330
18.4	Reciclagem .....	331
18.5	Contaminação de Ambientes Aquáticos por Elementos-Traço ....	334
<b>19</b>		
	<b>SEDIMENTOS LÍMNICOS .....</b>	<b>339</b>
19.1	Importância e Considerações Históricas .....	339
19.2	Classificação do Sedimento Lacustre .....	340
19.2.1	Sedimento Orgânico .....	340
19.2.2	Sedimento Mineral .....	341
19.3	Camadas dos Sedimentos Límnicos .....	341
19.4	Sedimento Lacustre como Objeto da Paleolimnologia .....	342
19.5	Sedimento como Indicador de Estado Trófico de Ambientes Lênticos .	345
19.6	Sedimento como Indicador do Nível de Poluição do Ecossistema ..	347
19.7	Importância do Sedimento na Dinâmica de Nutrientes .....	349
<b>20</b>		
	<b>BACTERIOPLÂNCTON .....</b>	<b>355</b>
20.1	Bacterioplâncton: Breve Caracterização .....	355
20.2	Histórico dos Estudos e a Importância do Bacterioplâncton nos Ecossistemas Aquáticos Continentais .....	357



20.3	Parâmetros Bacterianos e Principais Métodos de Análise . . . . .	361
20.3.1	Densidade e Biomassa Bacteriana . . . . .	361
20.3.2	Produção ou Produtividade Secundária Bacteriana . . . . .	363
20.3.3	Respiração Aeróbica Bacteriana . . . . .	363
20.3.4	A Eficiência de Crescimento Bacteriana (ECB) . . . . .	365
20.3.5	A Composição da Comunidade Bacteriana . . . . .	365
20.4	Panorama Geral dos Estudos sobre o Bacterioplâncton . . . . .	367
20.5	Algumas Generalizações e Perspectivas para os Estudos sobre o Bacterioplâncton . . . . .	369

## 21

### **COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA . . . . . 375**

21.1	Considerações Gerais . . . . .	375
21.2	Principais Componentes do Fitoplâncton . . . . .	377
21.3	Adaptações do Fitoplâncton a Flutuações . . . . .	383
21.4	Flutuação Sazonal e Temporal do Fitoplâncton . . . . .	384
21.4.1	Em Lagos de Regiões Temperadas . . . . .	384
21.4.2	Em Lagos de Regiões Tropicais . . . . .	388
21.5	Distribuição Espacial do Fitoplâncton . . . . .	393
21.5.1	Distribuição Vertical . . . . .	393
21.5.2	Distribuição Horizontal . . . . .	402
21.6	Biomassa e Produtividade Primária do Fitoplâncton . . . . .	403
21.6.1	Conceitos Básicos . . . . .	403
21.6.2	Influência da Radiação Solar, Temperatura e Nutrientes sobre a Produção Primária . . . . .	404
21.7	Métodos de Avaliação da Biomassa e Produtividade Primária . . . . .	407
21.7.1	Avaliação da Biomassa . . . . .	407
21.7.2	Avaliação da Produtividade Primária . . . . .	410
21.7.3	Distribuição Vertical da Produtividade Primária . . . . .	413
21.7.4	Relação entre Biomassa e a Produtividade Primária . . . . .	417
21.7.5	Variação Diária da Produtividade Primária . . . . .	418
21.7.6	Variação Anual da Produtividade Primária . . . . .	424
21.8	Comparação entre a Produtividade Primária do Fitoplâncton de Lagos Tropicais e Temperados . . . . .	436
21.9	A Alta Temperatura dos Lagos Tropicais e suas Implicações na Produtividade do Fitoplâncton . . . . .	442
21.10	Considerações sobre a Tipologia de Lagos Tropicais . . . . .	442
21.11	Lagos Eutróficos e Oligotróficos em Função da Latitude . . . . .	443

**22**

<b>COMUNIDADE PERIFÍTICA . . . . .</b>	<b>447</b>
22.1 Considerações Gerais . . . . .	447
22.2 Terminologia: Histórico e Conceito . . . . .	447
22.3 <i>Habitat</i> e Componentes da Comunidade Perifítica . . . . .	450
22.4 Importância da Comunidade Perifítica nos Ecossistemas Aquáticos Continentais . . . . .	450
22.5 Considerações Metodológicas . . . . .	452
22.5.1 Tipos de Substratos . . . . .	452
22.5.2 Estudos Qualitativos e Quantitativos da Comunidade . . . . .	453
22.5.3 Estrutura da Comunidade . . . . .	454
22.5.4 Dinâmica da Comunidade . . . . .	456
22.6 Perifíton e Estado Trófico do Sistema . . . . .	458

**23**

<b>COMUNIDADE DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS . . . . .</b>	<b>461</b>
23.1 Considerações sobre a Terminologia . . . . .	461
23.2 Tipos Biológicos . . . . .	463
23.3 Taxonomia, Distribuição Geográfica e Biodiversidade . . . . .	465
23.4 Evolução e as Principais Adaptações Anatômicas e Fisiológicas das Macrófitas Aquáticas . . . . .	467
23.5 Macrófitas Aquáticas em Populações, Comunidades e Ecossistemas . . . . .	469
23.5.1 Macrófitas Aquáticas em Populações . . . . .	469
23.5.2 Macrófitas Aquáticas em Comunidades . . . . .	485
23.5.3 As Macrófitas Aquáticas e os Ecossistemas . . . . .	496
23.6 Introduções de Espécies de Macrófitas Aquáticas . . . . .	507
23.6.1 O processo de Introdução de Espécies . . . . .	508
23.6.2 Efeitos das Introduções de Macrófitas Aquáticas . . . . .	514
23.7 Utilização de Macrófitas Aquáticas pelo Homem . . . . .	518

**24**

<b>COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA . . . . .</b>	<b>523</b>
24.1 Considerações Gerais . . . . .	523
24.2 Protozoários . . . . .	525
24.2.1 Caracterização Geral . . . . .	525
24.2.2 Hábito Alimentar . . . . .	527
24.2.3 Aspectos Ecológicos . . . . .	527

24.3	Rotíferos . . . . .	530
24.3.1	Caracterização Geral . . . . .	530
24.3.2	Reprodução . . . . .	531
24.3.3	Hábito Alimentar . . . . .	533
24.3.4	Aspectos Ecológicos . . . . .	533
24.4	Cladóceros . . . . .	536
24.4.1	Caracterização Geral . . . . .	536
24.4.2	Reprodução . . . . .	537
24.4.3	Hábito Alimentar . . . . .	539
24.4.4	Aspectos Ecológicos . . . . .	542
24.5	Copépodos . . . . .	544
24.5.1	Caracterização Geral . . . . .	544
24.5.2	Reprodução . . . . .	545
24.5.3	Hábito Alimentar . . . . .	546
24.5.4	Aspectos Ecológicos . . . . .	547
24.6	Migração Vertical . . . . .	552
24.7	Ciclomorfose . . . . .	559
24.8	Considerações sobre a Larva de Chaoboridae (Diptera) . . . . .	562
24.9	Predação sobre a Comunidade Zooplanctônica . . . . .	563
24.9.1	Considerações Gerais . . . . .	563
24.9.2	Predação de Invertebrados Aquáticos sobre Zooplâncton . . . . .	563
24.9.3	Predação de Peixes sobre Zooplâncton . . . . .	567
24.10	Controle Ascendente e Descendente do Zooplâncton . . . . .	575
24.11	O Controle da População Zooplanctônica por Peixes: Um Exemplo de Biomanipulação . . . . .	577
<b>25</b>		
	<b>COMUNIDADE BENTÔNICA . . . . .</b>	<b>581</b>
25.1	Considerações Gerais . . . . .	581
25.2	Amostrar a Comunidade Bentônica: Antigo Desafio para os Limnólogos . . . . .	582
25.3	Classificação da Comunidade Zoobentônica quanto ao seu Tamanho . . . . .	583
25.4	Composição e Diversidade dos Organismos Bentônicos . . . . .	584
25.5	Distribuição do Zoobentos . . . . .	595
25.6	Importância da Comunidade Zoobentônica na Dinâmica de Nutrientes e no Fluxo de Energia . . . . .	602
25.7	Processo de Bioturbação e Ciclagem de Nutrientes . . . . .	603

## 26

<b>COMUNIDADE DE PEIXES</b> . . . . .	<b>609</b>
26.1 Diversidade: Peixes Representam 50% de Todas as Espécies de Vertebrados . . . . .	609
26.2 Quase Metade do Número de Espécies de Peixes está em Apenas 0,01% de toda Água do Planeta . . . . .	609
26.3 A Região Neotropical: Metade das Espécies de Peixes de Água Doce do Planeta . . . . .	610
26.4 Estratégias de Vida dos Peixes das Águas Continentais Neotropicais. .	613
26.5 Reprodução: Cuidar da Prole, Reproduzir em Condições Favoráveis aos Filhotes, ou Migrar por Longas Distâncias? . . . . .	613
26.6 Alimentação da Ictiofauna nos Ecossistemas Aquáticos Continentais. .	615
26.7 As Comunidades de Peixes nas Águas Continentais Brasileiras . . . .	617
26.7.1 Ambientes Lóticos: Rios e Riachos formam Extensas Redes de Drenagem . . . . .	617
26.7.2 Ambientes Lênticos: Lagoas e Brejos nas Planícies . . . . .	618
26.7.3 Reservatórios Artificiais: Híbridos entre Ambientes Lóticos e Lênticos . . . . .	620
26.8 Poluição, Barramentos de Rios e Introdução de Espécies não Nativas: Algumas das Ameaças à Ictiofauna das Águas Continentais . . . . .	623

## 27

<b>EUTROFIZAÇÃO ARTIFICIAL</b> . . . . .	<b>625</b>
27.1 Definições e Tipos de Eutrofização . . . . .	625
27.2 Fontes de Eutrofização Artificial . . . . .	626
27.2.1 Esgotos Domésticos como Fonte de Nutrientes . . . . .	628
27.2.2 Efluentes Industriais como Fonte de Nutrientes . . . . .	629
27.2.3 Efluentes Agropastoris como Fonte de Nutrientes . . . . .	630
27.2.4 As Chuvas como Fonte de Nutrientes . . . . .	630
27.3 Consequências da Eutrofização Artificial . . . . .	631
27.3.1 Consequências sobre a Concentração de Nutrientes . . . . .	631
27.3.2 Consequências sobre a Comunidade Fitoplanctônica . . . . .	634
27.3.3 Consequências sobre as Comunidades de Macrófitas Aquáticas . . . . .	636
27.3.4 Consequências sobre o Zooplâncton, Bentos e Peixes . . . . .	638
27.3.5 Consequências Principais sobre o Hipólímnio . . . . .	638
27.4 Organismos Indicadores do Estado Trófico de Ecossistemas Aquáticos. .	639
27.4.1 O Problema dos “Indicadores” . . . . .	639

27.4.2	Os Organismos Fitoplanctônicos .....	639
27.4.3	Organismos Zooplanctônicos .....	641
27.4.4	Organismos Bentônicos .....	642
27.5	Sedimento como Testemunho da Eutrofização Artificial .....	642
27.6	Prejuízos Sociais e Econômicos Decorrentes da Eutrofização Artificial .....	644
27.6.1	Principais Prejuízos Sociais .....	644
27.6.2	Principais Prejuízos Econômicos .....	646
27.7	Ecosistemas Eutrofizados pelo Lançamento de Esgotos: Importante Objeto de Estudo do Limnólogo Brasileiro na Atualidade .....	647
27.8	Como Evitar a Eutrofização Artificial .....	647
27.8.1	Tratamento de Efluentes (ETE) .....	647
27.8.2	Estação de Tratamento de Efluentes Verdes (ETE-Verdes) .	649
27.8.3	Existem ETE-Verdes por Todo o Brasil e não Sabemos ....	651
27.8.4	Algumas das ETE-Verdes (Área Alagadas Construídas) e em Funcionamento no Brasil .....	654
27.9	Baixos Índices de Tratamento de Esgoto no Brasil e Elevada Degradação dos Ecosistemas Aquáticos: Falta de Prioridade dos Administradores Públicos .....	655

## 28

<b>RESTAURAÇÃO DE ECOSISTEMAS LACUSTRES .....</b>	<b>657</b>	
28.1	Considerações Gerais .....	657
28.2	Métodos Físicos .....	659
28.2.1	Retirada Seletiva de Massas D'água .....	659
28.2.2	Aeração .....	660
28.2.3	Retirada de Macrófitas Aquáticas .....	667
28.2.4	Retirada de Biomassa Planctônica .....	668
28.2.5	Sombreamento .....	668
28.2.6	Redução do Tempo de Residência da Água .....	668
28.3	Métodos Químicos .....	671
28.3.1	Oxidação Química do Sedimento .....	671
28.3.2	Emprego de Herbicidas .....	672
28.3.3	Floculação .....	673
28.3.4	Inativação de Nutrientes por Precipitação .....	673
28.3.5	Cobertura do Sedimento .....	675
28.4	Métodos Biológicos .....	675
28.5	Algumas Experiências Brasileiras Bem-Sucedidas de Restauração de Lagos .....	677

28.5.1	Lago de Várzea (Igapó): Lago Batata . . . . .	677
28.5.2	Represa no Distrito Federal: Lago Paranoá . . . . .	694
28.5.3	Lagoa Costeira, Rio de Janeiro: Lagoa Rodrigo de Freitas. .	696
28.6	Experiências em Restauração de Lagos Temperados <i>Versus</i> Lagos Tropicais. . . . .	698
<b>REFERÊNCIAS. . . . .</b>		<b>701</b>
<b>ÍNDICE ALFABÉTICO REMISSIVO . . . . .</b>		<b>771</b>