UNIVERSIDADE DO AMAZONAS - UA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA

UERR - Universidade Estadual de Roraima
MULTITECA CENTRAL
Boa Vista - Roraima

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ALGAS PERIFÍTICAS NO IGARAPÉ ÁGUA BOA E NO RIO CAUAMÉ, MUNICÍPIO DE BOA VISTA, ESTADO DE RORAIMA, BRASIL, AO LONGO DE UM CICLO SAZONAL

NÚBIA ABRANTES GOMES

ORIENTADOR: Prof. Dr. CARLOS EDUARDO DE MATTOS BICUDO

A UERR,
Núbia Abrantes Gomes
D574.929
G633e
ex.1

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

MANAUS - AM
2000

Gomes, Núbia Abrantes

Estrutura da comunidade de algas perifíticas no Igarapé Água Boa e no Rio Cauamé, Município de Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil, ao longo de um ciclo sazonal. - Manaus, 2000.

260p. : il.

Tese (Doutorado) – INPA/UA.

1. Algas perifíticas. 2. Ecologia. 3. Biomassa. 4. Hidrologia. 5. Climatologia.

CDD (19ª.ed.) 574.929

Sinopse:

A composição e amplitude de variação da biomassa de algas perifíticas em substrato natural, folhas, variou no espaço e no tempo, no igarapé Água Boa e no rio Cauamé, sendo a precipitação, a principal variável desencadeadora das mudanças ocorridas nos dois ambientes, durante um ciclo sazonal.

Palavras-chave: Algas perifíticas, Ecologia, Biomassa, Hidrologia, variáveis bióticas e abióticas, igarapé, rio e climatologia.

UERR - Universidade Estadual de Roraima
MULTITECA CENTRAL
Procedência doação
Data da Entrada 24/10/16
Tombo Nº 03.667

D E D I C O:

À Drª ***LAÍSE CAVALCANTI ANDRADE,*** *"1ª Mãe Científica", por ter acreditado em mim, ter-me mostrado o caminho da pesquisa, pela força e apoio dados em todos os momentos de minha carreira de Bióloga, pela dedicação à ciência e formação de pessoal.*

Ao Dr. ***CARLOS EDUARDO DE MATTOS BICUDO,*** *"Pai Científico", pelo apoio, pela amizade, pela valiosa orientação e pela dedicação à ciência com suas diversas publicações e formação de pessoal.*

O F E R E Ç O:

Aos meus pais ***LINDALVA E ROBERTO.*** *Aos meus irmãos* ***CÁRLISON ROBERTO, ROBERTO FILHO, JOÃO BOSCO, SUELY e GUIOMAR.*** *Aos meus sobrinhos* ***FILIPE, VANESSA, SAVANNA, SABRINNA, ANNA KAROLINY e REBECCA.*** *Às queridas* ***D. RAIMUNDA e TIQUINHA.***

E a meus mestres, por ordem cronológica, que me prepararam para vida, com os meus sinceros agradecimentos: ***ANETE MORAIS PORDEUS, Madre AURÉLIA MARIA GONÇALVES GRECY, Irmã LUZIA, Irmã CLEIDE, Irmã TAVARES, SÉRGIO QUINTAS, CRISTINA ZAVÁGLIA, IVA CARNEIRO LEÃO BARROS, PETRÔNIO ALVES COÊLHO, GERALDO MARIZ, ENIDE ESKINAZI LEÇA (2ª Mãe Científica), JOSÉ ZANON DE OLIVEIRA PASSAVANTE e GALBA MARIA DE CAMPOS TAKAKI.***

"O futuro pertence àqueles que acreditam na beleza de seus sonhos".

Eleanor Roosevelt

"Talvez seja importante ter, ser, saber e poder, mas importante mesmo é fazer. Só fica o que se faz... e o que se faz é de todos."

E. Hemingway

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por estar ao meu lado em todos os momentos de minha vida, dando-me força, energia e capacidade para discernir o certo do errado e sempre fazer as coisas com dedicação e amor.

Ao Dr. CARLOS EDUARDO DE MATTOS BICUDO, do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, pela eficiente orientação, pelo apoio irrestrito, pelas inestimáveis e valiosas sugestões, colaborando com a minha formação.

Ao meu Orientador Substituto, Prof. Dr. ANTÔNIO DOS SANTOS, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, pela atenção, pelo apoio e pelas valiosas sugestões, que foram de grande valia para a realização deste trabalho.

A Drª DENISE DE CAMPOS BICUDO, do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, pelo apoio, pela amizade, pelos ensinamentos em algas do perifíton e pela assessoria na utilização de testes estatísticos e sua posterior análise.

Ao Prof. Dr. GEORGE J. SHEPHERD, da Universidade de Campinas, pelas valiosas sugestões na análise estatística multivariada e ao Prof. Dr. RAUL HENRY pelas sugestões sobre o manuscrito.

Ao Prof. MS FREDERICO L. FUNARI, do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo, pela leitura e pelas sugestões referentes à climatologia.

A Drª GERLENI LOPES ESTEVES, do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, pelas informações sobre a vegetação das margens e do entorno dos ambientes estudados.

Aos pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Dr. BRUCE W. NELSON, pela cessão da foto de satélite dos ambientes analisados; e aos Dr. ADALBERTO LUÍS VAL e Dr. BRUCE FORSBERG, pelas valiosas sugestões na fase de planejamento desta pesquisa e ao Sr. LUIZ MANGIONI - INCRA- RR pela cessão da foto de satélite do rio Cauamé.

Aos pesquisadores da Seção de Ficologia do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Drª CÉLIA LEITE SANT'ANNA, Drª DICLÁ PUPO, Drª LAINE SORMUS DE CASTRO PINTO, Drª LUCIANA RETZ DE CARVALHO, Drª MARIA TERESA DE PAIVA AZEVEDO, Drª MIRIAM BORGES XAVIER, Drª MUTUÊ TOYOTA FUJII e Drª SÍLVIA MARIA PITA DE BEAUCLAIR GUIMARÃES, pelas valiosas sugestões em partes desta pesquisa, por permitirem a utilização irrestrita de seus acervos bibliográficos particulares e pelo carinho que sempre me dedicaram.

Ao Serviço de Proteção ao Vôo de Manaus, Relatório Climatológico Diário, Divisão de Operações de Meteorologia, em nome dos Sargentos BERNARDO DE CLARAVAL L. NÉRI, JOSÉ AROLDO DE C. QUEIROZ e JOÃO B. COUTO, pela cessão de todos os dados climatológicos desta pesquisa.

A amiga ELIZABETE GUSMÃO, do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, pelo apoio, pelas sugestões e pela amizade, principalmente, em alguns momentos difíceis, quando tive problemas de saúde em Manaus; à DOMITILA PASCOALOTO, pós-graduanda no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, pelo inestimável apoio, pela amizade e pelas proveitosas discussões relacionadas aos dados coletados durante esta pesquisa; aos amigos TIERRI e ANDRÉIA VIVIANA WAICHMAN, pelo apoio constante durante a realização desta pesquisa; e aos colegas MARISTELA, FERNANDO, AURISTELA, RICARDO, ROSA, SUZANA, INÊS, VANDICK, NINO, MARTA e JORGE PORTO, pelo convívio agradável no Curso e BETE – DEMA, pelo auxílio na revisão da bibliografia.

Aos colegas de trabalho da Universidade Federal de Roraima, MÁRCIO SENA TEIXEIRA e FRANCISCO VILSON DO NASCIMENTO PERES, pelo contínuo interesse e pela preciosa ajuda nas coletas de campo, o que tornou possível a realização deste trabalho, como também a Profª. MARIA LÚCIA TAVEIRA, por ter permitido o uso dos equipamentos do laboratório de Química e aos Prof. MARCOS SALGADO VITAL e FRANCISCO ISIDRO PEREIRA, pelo apoio e amizade.

Aos técnicos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, ANTÔNIA G. NETA PINTO, TÂNIA MARIA DE L. SHAVIER, LUIZ VILMAR S. DA SILVA, WALTER JORGE DO NASCIMENTO e MARIA CARMENDES DE O. CONRADO, pelo inestimável e eficiente auxílio nas análises das amostras, à Secretária do CBAPI, MARIA DO CARMO DE A. LÓPEZ e a todos os funcionários da Secretaria da Pós-graduação, especialmente o PEDRINHO e a BIA, pelo ótimo atendimento.

Ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em nome do Chefe da Divisão de Pesquisa de Roraima, Sr. VICENTE DE P. JOAQUIM, pelo apoio; e ao Técnico de Pesquisa Sr. MURILO CIDADE JÚNIOR, pelo auxílio na escolha dos locais de coletas.

À Drª OLGA YANO, do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, pela amizade e pelo incentivo no decorrer de todo o curso.

Aos amigos MARIA TEREZA C. DA SILVEIRA, irmã de coração, ANTÔNIO V. DA SILVA e GABRIEL e FELLIPE S. VIEIRA, sobrinho de coração, por me hospedarem durante as coletas e pelo inestimável apoio no transporte do material de coleta.

Ao Dr. ASSAD JOSÉ DARWICH e ao Dr. PEDRO AUGUSTO SUÁREZ MERA, ambos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, pelo apoio; ao segundo, também pela utilização de sua sala no INPA.

À Universidade Federal de Roraima, nas pessoas dos Magníficos Reitores Prof. Dr. JOSÉ HAMILTON GONDIM e Prof. Dr. SEBASTIÃO ALCÂNTARA FILHO, por autorizarem meu afastamento para cursar o programa de doutorado.

Ao Curso de Pós-graduação em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia da Fundação Universidade do Amazonas, nas pessoas, respectivamente, do Coordenador Geral Curso de Pós-graduação Dr. ELOY GUILLERMO C. BERMÚDEZ e do Coordenador do Curso Dr. CARLOS A.R.M. LIMA, pelo apoio continuado durante todo transcorrer de meu programa de doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, através do Programa Institucional de Capacitação de Docentes, pela concessão da bolsa de doutorado, a qual me possibilitou realizar as coletas em Roraima e desenvolver este trabalho, como também à Pro-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UFRR, pelo apoio.

À Coordenadoria de Pesquisas em Geociências do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, na pessoa de seu Chefe ARI MARQUES, pelo apoio sempre constante e amizade; ao Dr. JORGE SALOMÃO BOABAID RIBEIRO, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, pelas sugestões e por ter-me permitido a utilização irrestrita

de equipamentos e reagentes do Laboratório de Limnologia; e à responsável pelo referido laboratório, MARIA DO SOCORRO ROCHA DA SILVA, pelo apoio e pela amizade.

À direção do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, na pessoa do Dr. ADAUTO IVO MILANEZ, por me franquear a permanência na referida Instituição e permitir o uso de todas suas facilidades.

Aos amigos da Seção de Ficologia do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, ANA PAULA ZÍRPOLI GARCIA, ANDREA TUCCI DO NASCIMENTO MOURA, ARIADNE DO NASCIMENTO MOURA, ARIANE CRISTINA ROSA, BARTOLOMEU TAVARES, CARLA FERRAGUT, CARLOS WALLACE DO NASCIMENTO MOURA, CLÓVIS FERREIRA DO CARMO, EDUARDO MARQUES BARCELOS, ILKA SCHICARIOL VERCELINO, IRENE FRANCISCA LUCATTO, JOSÉ MARCOS DE CASTRO NUNES, LÍLIAN CRISPINO, LILIANA RODRIGUES, LUCIANE LOPES MORANDI, MARIA DO CARMO BITTENCOURT-OLIVEIRA, MARIA LUIZA, MARIA ROSÉLIA MARQUES LOPES, NORMA CATARINA BUENO, PRISCILA RAZEIRA PIRES, REGINA , RICARDO HONDA, SAMANTHA PARK, SANDRA MARIA ALVES-DA-SILVA, SUSANA PETERSEN SCHETTY e VERA REGINA WERNER, por tornarem minha estada em São Paulo sempre agradável, pelo apoio, pelas trocas de conhecimentos e de bibliografia e pelo constante companheirismo.

Aos amigos MARIA ISABEL KLAUTAU GUIMARÃES e RENNÉ PEREIRA DA SILVA, pelo apoio e pela ajuda nas incansáveis noites em que foram me pegar no aeroporto retornando das coletas.

Aos funcionários da Seção de Ficologia do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, DORA, JOSÉ DOMINGOS, ELIZETE, ROSA e MANOEL, pelo apoio e amizade.

Aos amigos SÁLVIO BOTELHO, MARCELO BOTELHO, LAURA SANTOS, MARIEDE PIMENTEL e AUGUSTO, LUIZ POSSEIBOM e LEONILZA POSSEIBOM, pelo apoio, pela amizade e pelo incentivo e ao Sr. BARRONCA pela permissão em utilizar seu lote como ponto de coleta, como também os outros donos dos lotes no Igarapé Água Boa.

À VARIG - agências de Manaus e Boa Vista - em nome do Sub-gerente Sr. MARCOS BAGLIOLI e da Secretária ROZILDA PEREIRA e do Gerente Sr. VANDERLEI GRECO, das Promotoras de Vendas HILDA C.L. RICARTE, MÔNICA DE F.G. MAGGI e PHYLLIS B. GOMES, pela liberação de parte do excesso de bagagem permitindo, dessa maneira, que parte do orçamento de minha bolsa de pós-graduação pudesse ser gasto na aquisição de bibliografia.

A todos que, de uma ou outra forma, porém, sempre munidos do espírito de colaborar auxiliaram na materialização deste trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS
LISTA DE FIGURAS
LISTA DE TABELAS
1- INTRODUÇÃO 01
1.1. Levantamentos florísticos 02
1.2. Estudos de algas na Amazônia Legal Brasileira 05
1.3. Variáveis físicas e químicas 26
1.4. Estrutura da comunidade 27
1.5. Hipóteses, objetivo geral e objetivos específicos 28
1.5.1. Hipóteses 28
1.5.2. Objetivo geral 28
1.5.3. Objetivos específicos 28
2- OS AMBIENTES ESTUDADOS 29
2.1. Localização e clima 29
2.1.1. Temperatura média compensada do ar (°C) 30
2.1.2. Precipitação (mm) 32
2.1.3. Umidade relativa (%) 33
2.1.4. Velocidade do vento ($m.seg^{-1}$) 35
2.1.5. Ventos predominantes (°) -1ª e 2ª direções 37
2.2.Vegetação 37
2.3. Solo 38
2.4. Ecossistemas aquáticos 39
2.4.1. Igarapés 39
2.4.2. Estações de coleta 41
3- MATERIAL E MÉTODOS 57
3.1. Coleta de amostras 57
3.2. Variáveis climáticas 58
3.3. Variáveis ambientais físicas e químicas 58
3.3.1. Temperatura da água e do ar 58
3.3.2. Turbidez 58
3.3.3. Condutividade elétrica 58

3.3.4. Potencial hidrogeniônico (pH) e alcalinidade 58
3.3.5. Concentração de oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e porcentagem de saturação de oxigênio 58
3.3.6. Demanda química de oxigênio (DQO) 59
3.3.7. Sólidos em suspensão (totais) 59
3.3.8. Nutrientes inorgânicos 59
3.3.9. Ânions $(Cl)^-$ e $(HCO_3)^-$ 60
3.3.10. Cátions (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+ e K^+) 60
3.3.11. Fe total e Fe dissolvido 60
3.4. **Variáveis hidrodinâmicas** 60
3.4.1. Largura e profundidade 60
3.5. Variáveis biológicas 61
3.5.1. Análises quantitativas 61
3.5.1.1. Contagem de indivíduos por área 61
3.5.1.2. Clorofila *a*, feofitina e pigmentos totais 62
3.5.3. Tratamento estatístico dos dados 62
4- RESULTADOS 63
4.1. Variáveis climáticas 63
4.1.1. Temperatura média compensada do ar (°C) 63
4.1.2. Precipitação (mm) 64
4.1.3. Umidade relativa (%) 66
4.1.4. Velocidade do vento ($m.seg^{-1}$) 67
4.1.5. Ventos predominantes - 1ª e 2ª direção (°) 67
4.2. Variáveis físicas e químicas do Igarapé Água Boa 68
4.2.1. Temperatura do ar e da água (°C) 68
4.2.2. Turbidez (UNT) 70
4.2.3. Condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$) 71
4.2.4. Potencial hidrogeniônico (pH) e alcalinidade 72
4.2.5. Concentração de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) e porcentagem de saturação de oxigênio (%) 74
4.2.6. Demanda bioquímica de oxigênio - DBO ($mg.L^{-1}$) 76
4.2.7. Demanda química de oxigênio - DQO ($mg.L^{-1}$) 77
4.2.8. Sólidos totais em suspensão 78
4.2.9. Nutrientes inorgânicos [amônio - NH_4^+; nitrato - NO_3^-; nitrito - NO_2^-; ortofosfato - PO_4^{3-}; e ortossilicato - $Si(OH)^4$] 79
4.2.10. Micronutrientes (ferro dissolvido e ferro total) 84
4.2.11. Macronutrientes (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+ e Cl^-) e dureza 86
4.3. Variáveis físicas e químicas do Rio Cauamé 92
4.3.1. Temperatura do ar e da água (°C) 92
4.3.2. Turbidez (UNT) 94
4.3.3. Condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$) 95
4.3.4. Potencial hidrogeniônico (pH) e alcalinidade 96
4.3.5. Concentração de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) e porcentagem de saturação de oxigênio (%) 98
4.3.6. Demanda bioquímica de oxigênio - DBO ($mg.L^{-1}$) 100
4.3.7. Demanda química de oxigênio - DQO ($mg.L^{-1}$) 101
4.3.8. Sólidos totais em suspensão 102

4.3.9. Nutrientes inorgânicos [amônio - NH_4^+; nitrato - NO_3^-; nitrito - NO_2^-; ortofosfato - PO_4^{3-}; e ortossilicato - $Si(OH)^4$] 103
4.3.10. Micronutrientes (ferro dissolvido e ferro total) 108
4.3.11. Macronutrientes (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+ e Cl^-) e dureza 110
4.4. Variáveis hidrodinâmicas 116
4.4.1. Profundidade e largura 116
4.5. Pigmentos totais (PT) 122
4.5.1. Igarapé Água Boa 122
4.5.2. Rio Cauamé 122
4.6. Variáveis biológicas 126
4.6.1. Análise quantitativa - igarapé Água Boa 126
4.6.2. Análise quantitativa - rio Cauamé 131
4.6.3. Análise quantitativa - igarapé Água Boa e rio Cauamé 136
4.7. Análise dos componentes principais (ACP) 138
4.7.1. Variáveis abióticas - igarapé Água Boa 138
4.7.2. Variáveis abióticas - rio Cauamé 142
4.7.3. Variáveis abióticas - igarapé Água Boa e rio Cauamé 146
4.7.4. Variáveis bióticas - igarapé Água Boa 152
4.7.5. Variáveis bióticas - rio Cauamé 159
4.7.6. Variáveis bióticas - igarapé Água Boa e rio Cauamé 163
4.7.7. Variáveis bióticas e abióticas – análise de agrupamentos ('cluster') - igarapé Água Boa e rio Cauamé 166
5. DISCUSSÃO 173
5.1. Caracterização dos dois ambientes estudados: fatores abióticos 174
5.1.1. Temperatura do ar e da água e umidade relativa 174
5.1.2. Precipitação atmosférica 176
5.1.3. Correnteza e turbidez 177
5.1.4. pH e condutividade 178
5.1.5. Íons dissolvido 180
5.1.6. Sílica 182
5.1.7. Oxigênio dissolvido e porcentagem de saturação do oxigênio 183
5.1.8. Nitrito, nitrato e amônio 184
5.1.9. Fósforo 185
5.1.10. Demandas bioquímica (DBO) e química de oxigênio (DQO) 185
5.1.11. Ferro 187
5.2. Caracterização dos dois ambientes estudados: fatores bióticos 189
5.2.1. Perifíton: grupos taxonômicos 189
5.2.2. Perifíton: pigmentos 197
5.2.3. Influência das características abióticas sobre a comunidade perifítica 198
6. CONCLUSÕES 211
7. RESUMO 217
8. SUMMARY 219
9. REFERÊNCIAS CITADAS 221
APÊNDICES 248

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Localização do estado de Roraima e seus tipos de clima, de acordo com o sistema internacional de Köppen. 30

Fig. 2. Temperatura média compensada (°C) durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3). 30

Fig. 3. Temperatura média compensada, mínima e máxima (°C) durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3). 31

Fig. 4. Amplitude de variação da temperatura média compensada (°C) durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3). 31

Fig. 5. Precipitação (mm) durante o período de 30 anos, de 1967 a 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3). 32

Fig. 6. Precipitação mínima, máxima e média (mm) durante o período de 30 anos, de 1967 a 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3). 33

Fig. 7. Umidade relativa (%) durante o período de dez anos, de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3). 34

Fig. 8. Umidade relativa (%) mínima, máxima e média durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3). 34

Fig. 9. Umidade relativa (%) durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3). 35

Fig. 10. Velocidade média do vento ($m.seg^{-1}$) durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3). 35

Fig. 11. Velocidade média do vento ($m.seg^{-1}$) durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3). 36

Fig. 12. Médias, mínimas e máximas da velocidade média do vento ($m.seg^{-1}$) durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3). 36

Fig. 13. Vento predominante - 1ª e 2ª direções - (°) durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3). 37

Fig. 14. Localização do rio Cauamé (**C**) e do igarapé Água Boa (**AB**) em área de savana (campinarana), no município de Boa Vista, estado de Roraima (FONTE: INPE - IMAGEM SATÉLITE LANDSAT 5TM - 1994). 40

Fig. 15. Localização das estações de coletas no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima (FONTE: INPE - IMAGEM SATÉLITE LANDSAT 5TM - 1994). 42

Fig. 16. Localização da estação AB1 no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, (a) enchente e (b) cheia. 43

Fig. 17. Localização da estação AB1 no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, (a) vazante e (b) seca. 44

Fig. 18. Localização da estação AB2 no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, (a) enchente e (b) cheia. 45

Fig. 19. Localização da estação AB2 no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, (a) vazante e (b) seca. 46

Fig. 20. Localização da estação AB3 no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, (a) enchente e (b) cheia. 47

Fig. 21. Localização da estação AB3 no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, (a) vazante e (b) seca. 48

Fig. 22. Localização das estações de coletas no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima (FONTE: INPE - IMAGEM SATÉLITE LANDSAT 5TM - 232-058 01/05/1999). . 49

Fig. 23. Localização da estação C1 no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, (a) enchente e (b) cheia. 50

Fig. 24. Localização da estação C1 no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, (a) vazante e (b) seca. 51

Fig. 25. Localização da estação C2 no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, (a) enchente e (b) cheia. 52

Fig. 26. Localização da estação C2 no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, durante a enchente mostrando grande quantidade de sólidos totais em suspensão (a) e espuma associadas a latas de cervejas e refrigerantes (b). 53

Fig. 27. Localização da estação C2 no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, (a) vazante e (b) seca. 54

Fig. 28. Localização da estação C3 no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, (a) enchente e (b) cheia. 55

Fig. 29. Localização da estação C3 no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, (a) vazante e (b) seca. 56

Fig. 30. Temperatura do ar (°C) no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, na região do igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3). 63

Fig. 31. Precipitação (mm) no dia anterior e no próprio dia de coleta no igarapé Água Boa e média mensal do período de novembro de 1995 a novembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3). ... 64

Fig. 32. Precipitação (mm) no dia anterior e no próprio dia de coleta no rio Cauamé e média mensal do período de novembro de 1995 a novembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3). ... 64

Fig. 33. Percentual de precipitação total mensal (%) no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3). 65

Fig. 34. Demonstração dos dias de chuvas, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3). 66

Fig. 35. Percentual de umidade relativa (%) no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3). 66

Fig. 36a. Velocidade média do vento ($m.seg^{-1}$) durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3). 67

Fig. 36b. Ventos predominantes 1ª e 2ª direção (°) durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3). 68

Fig. 37. Temperatura do ar (°C) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 69

Fig. 38. Temperatura da água (°C) do igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 70

Fig. 39. A turbidez (UNT) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 71

Fig. 40. Condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 72

Fig. 41. O pH no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 73

Fig. 42. Alcalinidade ($mEq.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 74

Fig. 43. Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 75

Fig. 44. Porcentagem de saturação de oxigênio (%) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 76

Fig. 45. Demanda bioquímica de oxigênio - DBO ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 77

UERR - MULTITECA CENTRAL

ARTHRO ACTIUM · 9/80

Fig. 46. Demanda química de oxigênio - DQO - ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 78

Fig. 47. Sólidos totais em suspensão ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 79

Fig. 48. Amônio - NH_4^+ - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 80

Fig. 49. Nitrato - NO_3^- - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 81

Fig. 50. Nitrito - NO_2^- - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 82

Fig. 51. Ortofosfato - PO_4^{3-} - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 83

Fig. 52. Ortossilicato - $Si(OH)_4$ - ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 84

Fig. 53. Ferro dissolvido ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 85

Fig. 54. Ferro total ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 86

Fig. 55. Cálcio - Ca^{2+} - ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 87

Fig. 56. Magnésio - Mg^{2+} ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 88

Fig. 57. Sódio - Na^+ ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 89

Fig. 58. Potássio - K^+ ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 90

Fig. 59. Dureza ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 91

Fig. 60. Cloretos - Cl^- ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 92

Fig. 61. Temperatura do ar (°C) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 93

Fig. 62. Temperatura da água (°C) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 94

Fig. 63. Turbidez-(UNT) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 95

Fig. 64. Condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$) do rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 96

Fig. 65. O pH do rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 97

Fig. 66. Alcalinidade ($mEq.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 98

Fig. 67. Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 99

Fig. 68. Porcentagem de saturação do oxigênio (%) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 100

Fig. 69. Demanda bioquímica de oxigênio - DBO ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 101

Fig. 70. Demanda química de oxigênio - DQO ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 102

Fig. 71. Sólidos totais em suspensão ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 103

Fig. 72. Amônio - NH_4^+ - ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 104

Fig. 73. Nitrato - $NO3^-$ - ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, Município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 105

Fig. 74. Nitrito - NO_2^- - ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 106

Fig. 75. Ortofosfato - PO_4^{3-} - ($\mu g.L^{-1}$) do rio Cauamé, Município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 107

Fig. 76. Ortossilicato - $Si(OH)_4$ - ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 108

Fig. 77. Ferro dissolvido ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 109

Fig. 78. Ferro total ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 110

Fig. 79. Cálcio - Ca^{2+} - ($mg.L^{-1}l$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 111

Fig. 80. Magnésio - Mg^{2+} ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 112

Fig. 81. Sódio - Na^+ ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 113

Fig. 82. Potássio - K^+ ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 114

Fig. 83. Dureza ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 115

Fig. 84. Cloretos - Cl^- ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 116

Fig. 85. Largura (m) no Igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a maio de 1996. 117

Fig. 86. Largura (m) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a maio de 1996. 117

Fig. 87. Profundidade (m) em três estações no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a maio de 1996. 118

Fig. 88. Profundidade (cm) em três estações no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a maio de 1996. 119

Fig. 89. Pigmentos totais PT ($mg.m^{-2}$) de algas perifíticas em folhas vivas, igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 122

Fig. 90. Pigmentos totais PT ($mg.m^{-2}$) de algas perifíticas em folhas vivas, rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 125

Fig. 91. Totais de Pigmentos totais - PT ($mg.m^{-2}$) de algas perifíticas em folhas vivas, igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 125

Fig. 92. Densidade (10^3 $ind.cm^{-2}$) das algas perifíticas do igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 129

Fig. 93. Densidade relativa (%) das algas perifíticas do igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 130

Fig. 94. Densidade (10^3 $ind.cm^{-2}$) das algas perifíticas do rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 134

Fig. 95. Densidade relativa (%) das algas perifíticas do rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 135

Fig. 96. Densidade (10^3 $ind.cm^{-2}$) das algas perifíticas do igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de seca e de chuva, de novembro de 1995 a novembro de 1996. 136

Fig. 97. Densidade (10^3 $ind.cm^{-2}$) das algas perifíticas do igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 137

Fig. 98. Diagrama de ordenação dos pontos de coletas no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **PREC**= precipitação; **VVEN**= velocidade do vento; **O2**= oxigênio dissolvido; **DQO**= demanda química de oxigênio; **pH**= potencial hidrogeniônico; **FeT**= ferro total; **FeD**= ferro dissolvido; **SIL**= ortossilicato; **K**= potássio; **Mg**= magnésio; ; **COND**= condutividade; **Turb**= turbidez; **Dur**= dureza; **A**= igarapé; **1, 2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente. 139

Fig. 99. Diagrama de ordenação das estações por meses de coletas no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **A**= igarapé; **1**, **2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente. 140

Fig. 100. Diagrama de ordenação das estações por meses de coletas no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **A**= igarapé; **1**, **2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente. 140

Fig. 101. Diagrama de ordenação dos pontos de coletas no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I, II e III da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **VVEN**= velocidade do vento; **pH**= potencial hidrogeniônico; **FeT**= ferro total; **FeD**= ferro dissolvido; **SIL**= ortossilicato; **K**= potássio; **Mg**= magnésio, **PS**= sólidos em suspensão; **COND**= condutividade; **Turb**= turbidez; e **Dur**= dureza; **A**= igarapé; **1**, **2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente. 141

Fig. 102. Diagrama de ordenação das estações por meses de coletas no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **A**= igarapé; **1**, **2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente. (-----) = mostra variação espacial - estação AB3. 142

Fig. 103. Diagrama de ordenação dos pontos de coletas no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I, II e III da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **PREC**= precipitação; **VVEN**= velocidade do vento; **O2**= oxigênio dissolvido; **DQO**= demanda química de oxigênio; **pH**= potencial hidrogeniônico; **FeT**= ferro total; **FeD**= ferro dissolvido; **SIL**= ortossilicato; **Na**= sódio; **K**= potássio; **Mg**= magnésio, **PS**= sólidos em suspensão; **NH4**= amônio; **COND**= condutividade; **Turb**= turbidez; e **Dur**= dureza; **A**= igarapé; **1**, **2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente. 144

Fig. 104. Diagrama de ordenação das estações por meses de coletas no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: A= igarapé; 1, 2 e 3= estações; meses e anos, respectivamente. 144

Fig. 105. Diagrama de ordenação das estações por meses de coletas no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **A**= igarapé; **1, 2** e **3**= estações; **meses e anos**, respectivamente. 145

Fig. 106. Diagrama de ordenação dos pontos de coletas no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I, II e III da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **PREC**= precipitação; **VVEN**= velocidade do vento; **O2**= oxigênio dissolvido; **DQO**= demanda química de oxigênio; **tH2O**= temperatura da água; **CL**= cloretos; **FeT**= ferro total; **FeD**= ferro dissolvido; **SIL**= ortossilicato; **Na**= sódio; **Mg**= magnésio, **PS**= sólidos em suspensão; **NH4**= amônio; **COND**= condutividade; **Turb**= turbidez; e **Dur**= dureza; **A**= igarapé; **1, 2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente. 146

Fig. 107. Diagrama de ordenação dos pontos de coletas no igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **PREC**= precipitação; **VVEN**= velocidade do vento; **O2**= oxigênio dissolvido; **DQO**= demanda química de oxigênio; **pH**=potencial hidrogeniônico; **FeT**= ferro total; **FeD**= ferro dissolvido; **SIL**= ortossilicato; **Na**= sódio; **K**= potássio; **Mg**= magnésio, **PS**= sólidos em suspensão; **Turb**= turbidez; e **Dur**= dureza; **A**= igarapé; **C**= rio; **1, 2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente. 148

Fig. 108. Diagrama de ordenação dos pontos de coletas no igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I, II e III da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **PREC**= precipitação; **VVEN**= velocidade do vento; **O2**= oxigênio dissolvido; **DQO**= demanda química de oxigênio; **pH**= potencial hidrogeniônico; **FeT**= ferro total; **FeD**= ferro dissolvido; **SIL**= ortossilicato; **Ca**= cálcio; **Na**= sódio; **K**= potássio; **Mg**= magnésio, **PS**= sólidos em suspensão; **NH4**= amônio; **Turb**= turbidez; e **Dur**= dureza; **A**= igarapé; **C**= rio; **1, 2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente. 149

Fig. 109. Diagrama de ordenação das estações por meses de coletas no igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **A**= igarapé; **C**= rio; **1, 2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente. (-----)

= mostra a diferença na composição da água na estação AB3, determinada pelas variáveis abióticas. 150

Fig. 110. Diagrama de ordenação das estações por meses de coletas no igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **A**= igarapé; **C**= rio; **1**, **2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente. 151

Fig. 111. Diagrama de ordenação das estações por meses de coletas no igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **A**= igarapé; **C**= rio; **1**, **2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente. 151

Fig. 112. Análise de Componentes Principais dos grupos de algas perifíticas, em dois eixos, do igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 153

Fig. 113. Análise de Componentes Principais dos grupos de algas perifíticas, em três eixos, do igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 154

Fig. 114. Dendrograma de agrupamento entre as comunidades de algas perifíticas, em três estações do igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 154

Fig. 115. Gráfico de caixa esquemática dos grupos de algas perifíticas, por análise de agrupamento, no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 156

Fig. 116. Distribuição dos substratos naturais para análise dos pigmentos totais, da comunidade de algas perifíticas (N = 39), em dois eixos, no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período novembro de 1995 a novembro de 1996. 157

Fig. 117. Distribuição dos substratos naturais para análise dos pigmentos totais, da comunidade de algas perifíticas (N = 39), em três eixos, no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período novembro de 1995 a novembro de 1996. 157

Fig. 118. Distribuição dos substratos naturais para análise quantitativa da comunidade de algas perifíticas (N = 39), em dois eixos, no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período novembro de 1995 a novembro de 1996. (-----) = substrato composto apenas por gramíneas. 158

Fig. 119. Distribuição dos substratos naturais para análise quantitativa da comunidade de algas perifíticas (N = 39), em três eixos, no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período novembro de 1995 a novembro de 1996. (-----) = substrato composto apenas por gramíneas. 158

Fig. 120. Análise de Componentes Principais dos grupos de algas perifíticas, em dois eixos, do rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 160

Fig. 121. Dendrograma de agrupamento entre as comunidades de algas perifíticas em três estações do rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 160

Fig. 122. Gráfico de caixa esquemática dos grupos de algas perifíticas, por análise de agrupamento "cluster", no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 161

Fig. 123. Distribuição dos substratos naturais para análise de pigmentos totais, da comunidade de algas perifíticas (N = 39), em dois eixos, no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período novembro de 1995 a novembro de 1996. 162

Fig. 124. Distribuição dos substratos naturais para análise quantitativa da comunidade de algas perifíticas (N = 39), em dois eixos, no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período novembro de 1995 a novembro de 1996. 162

Fig. 125. Ordenação pela ACP (eixos 1 e 2) dos grupos de algas perifíticas (N = 78) nas estações de amostragem do igarapé Água Boa (A) e do rio Cauamé (C), município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 (Estação 1 = 1-13; Estação 2 = 14-26; Estação 3 = 27-39) (AV = algas verdes; AA = algas azuis; PT = pigmentos totais; Fitoflag = fitoflagelados e Diatom = diatomáceas). Números indicam seqüência temporal das amostragens. 164

Fig. 126. Ordenação pela ACP (eixos 1 e 3) dos grupos de algas perifíticas (N = 78) nas estações de amostragem do igarapé Água Boa (A) e do rio Cauamé (C), município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 (Estação 1 = 1-13; Estação 2 = 14-26; Estação 3 = 27-39) (AV = algas verdes; AA = algas azuis; Fitoflag = fitoflagelados e Diatom = diatomáceas). Números indicam seqüência temporal das amostragens. 164

Fig. 127. Ordenação pela ACP (eixos 1 e 2) dos substratos naturais para análise de pigmentos totais da comunidade de algas perifíticas (N = 78) nas estações de amostragem do igarapé Água Boa (A) e do rio Cauamé (C), município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 (Estação 1 = 1-13; Estação 2 = 14-26; Estação 3 = 27-39). Números indicam seqüência temporal das amostragens. 165

Fig. 128. Ordenação pela ACP (eixos 1 e 2) dos substratos naturais para análise quantitativa da comunidade de algas perifíticas (N = 78) nas estações de amostragem do igarapé Água Boa (A) e do rio Cauamé (C), município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 (Estação 1 = 1-13; Estação 2 = 14-26; Estação 3 = 27-39). Números indicam seqüência temporal das amostragens. 167

Fig. 129. Dendrograma de agrupamento das estações AB1, 2 e 3 e C1, 2 e 3, no igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, com base nas variáveis bióticas e abióticas, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. (Estação 1=1 a 13; est. 2=14 a 26; e est. 3=27 a 39). 167

Fig. 130. Gráfico de caixas esquemáticas das variáveis abióticas (temperatura da água, pH, condutividade, amônia, turbidez e nitrato) do igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 (grupos 1, 2 e 3 = rio; grupos 4, 5 e 6 = igarapé). 169

Fig. 131. Gráfico de caixas esquemáticas das variáveis abióticas (sílica, dureza, ferro total, demanda química de oxigênio, magnésio e demanda bioquímica de oxigênio) do igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 (grupos 1, 2 e 3 = rio; grupos 4, 5 e 6 = igarapé). 170

Fig. 132. Gráfico de caixas esquemáticas das variáveis abióticas (umidade do ar, precipitação pluvial, cloretos, velocidade do vento, sólidos em suspensão e oxigênio dissolvido) do igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 (grupos 1, 2 e 3 = rio; grupos 4, 5 e 6 = igarapé). 171

Fig. 133. Gráfico de caixas esquemáticas das variáveis bióticas (pigmentos totais, algas azuis, algas verdes, fitoflagelados, diatomáceas e outros) do igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 (grupos 1, 2 e 3 = rio; grupos 4, 5 e 6 = igarapé). 172

LISTA DE TABELAS

Tab. 1. Estudos de algas na Amazônia Legal brasileira (Roraima-**RR**, Acre-**AC**, Rondônia-**RO**, Amazonas-**AM**, Pará-**PA**, Amapá-**AP**, Mato Grosso-**MT**, Tocantins-**TO** e parte do Maranhão-**MA**), durante o período de 1841 a 1998. 7

Tab. 2. Total de estudos realizados com algas na Amazônia Legal brasileira (Roraima-**RR**, Acre-**AC**, Rondônia-**RO**, Amazonas-**AM**, Pará-**PA**, Amapá-**AP**, Mato Grosso-**MT**, Tocantins-**TO** e parte do Maranhão-**MA**), durante o período de 1841 a 1998. 25

Tab. 3. Percentual de citações de grupos de algas nos trabalhos realizados na Amazônia Legal brasileira, durante o período de 1841 a 1998. 25

Tab. 4. Somatório da precipitação total mensal (mm) a cada dez anos, no município de Boa Vista, durante um período de 30 anos (1967-1996). 33

Tab. 5. Valores da temperatura do ar (°C) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 68

Tab. 6. Valores da temperatura da água (°C) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 69

Tab. 7. Valores de turbidez (UNT) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 70

Tab. 8. Medidas de condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 71

Tab. 9. Valores de pH no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 72

Tab. 10. Valores de alcalinidade ($mEq.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 73

Tab. 11. Valores de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 74

Tab. 12. Valores da porcentagem de saturação de oxigênio (%) no igarapé Água Boa município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 75

Tab. 13. Valores da demanda bioquímica de oxigênio – DBO - ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 76

Tab. 14. Medidas da demanda química de oxigênio - DQO ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 77

Tab. 15. Medidas de sólidos totais em suspensão ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 78

Tab. 16. Medidas de amônio - NH_4^+ - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 79

Tab. 17. Medidas de nitrato - NO_3^- - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 80

Tab. 18. Medidas de nitrito - NO_2^- - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 81

Tab. 19. Medidas de ortofosfato - PO_4^{3-} - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 82

Tab. 20. Medidas de ortossilicato - $Si(OH)_4$ - ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 83

Tab. 21. Medidas de ferro dissolvido ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 84

Tab. 22. Medidas de ferro total ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 85

Tab. 23. Medidas de cálcio-Ca^{2+} ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 86

Tab. 24. Medidas de magnésio - Mg^{2+} - ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 87

Tab. 25. Medidas de sódio - Na^{+} ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 88

Tab. 26. Medidas de potássio - K^{+} ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 89

Tab. 27. Medidas de dureza ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 90

Tab. 28. Medidas de cloretos - Cl^{-} ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 91

Tab. 29. Valores de temperatura do ar (°C) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 92

Tab. 30. Valores da temperatura da água (°C) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro 1996. 93

Tab. 31. Medidas de turbidez (UNT) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 94

Tab. 32. Valores de condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 95

Tab. 33. Valores de pH no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 96

Tab. 34. Valores de alcalinidade ($mEq.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 97

Tab. 35. Valores de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 98

Tab. 36. Valores da porcentagem de saturação de oxigênio (%) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 99

Tab. 37. Valores da demanda bioquímica de oxigênio - DBO ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 100

Tab. 38. Medidas da demanda química de oxigênio - DQO ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 101

Tab. 39. Medidas de sólidos totais em suspensão ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 102

Tab. 40. Medidas de amônio - NH_4^+ ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 103

Tab. 41. Medidas de nitrato - NO_3^- ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 104

Tab. 42. Medidas de nitrito - NO_2^-($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 105

Tab. 43. Medidas de ortofosfato - PO_4^{3-} ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 106

Tab. 44. Medidas de ortossilicato - $Si(OH)_4$ ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, Município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 107

Tab. 45. Medidas de ferro dissolvido ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 108

Tab. 46. Medidas de ferro total ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 109

Tab. 47. Medidas de cálcio - Ca^{2+} ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 110

Tab. 48. Medidas de magnésio - Mg^{2+} ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 111

Tab. 49. Medidas de sódio - Na^+ ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 112

Tab. 50. Medidas de potássio - K^+ ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 113

Tab. 51. Medidas de dureza ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 114

Tab. 52. Medidas de cloretos - Cl^- ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 115

Tab. 53. Medidas de profundidade e largura (m) do igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de dezembro de 1995 a novembro de 1996. 120

Tab. 54. Medidas de profundidade e largura (m) do rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de dezembro de 1995 a novembro de 1996. 121

Tab. 55. Dados de pigmentos totais ($mg.m^{-2}$), de algas perifíticas em folhas vivas, no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 123

Tab. 56. Dados de pigmentos totais ($mg.m^{-2}$), de algas perifíticas em folhas vivas, no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 124

Tab. 57. Dados quantitativos ($ind.cm^{-2}$) de algas perifíticas em folhas, no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 127

Tab. 58. Tipos de substratos naturais (folhas), da análise quantitativa das algas perifíticas, nas três estações de coletas, igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 128

Tab. 59. Dados quantitativos (ind.cm-2) das algas perifíticas em folhas, no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996. 132

Tab. 60. Tipos de substratos naturais (folhas), da análise quantitativa das algas perifíticas, nas três estações de coletas, rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro a novembro de 1996. 133

Tab. 61. Correlação de Pearson através das variáveis abióticas com os componentes principais I, II e III (igarapé Água Boa) N = 39. 138

Tab. 62. Correlação de Pearson através das variáveis abióticas com os componentes principais I, II e III (rio Cauamé) N = 39. 143

Tab. 63. Correlação de Pearson através das variáveis abióticas com os componentes principais I, II e III (igarapé Água Boa e rio Cauamé) N = 78. 147

Tab. 64. Correlação de Pearson através das variáveis bióticas com os componentes principais I, II e III (igarapé Água Boa) N = 39. 152

Tab. 65. Correlação de Pearson através das variáveis bióticas com os componentes principais I e II (rio Cauamé) N = 39. 159

Tab. 66. Correlação de Pearson através das variáveis bióticas (N = 78) com os componentes principais I, II e III (igarapé Água Boa e rio Cauamé). 163

1
INTRODUÇÃO

A produção orgânica dos ecossistemas aquáticos depende dos seres fotossintetizantes representados pelo fitoplâncton, pelas bactérias fotossintetizantes, pelo fitobentos e pelas algas do perifíton (ficoperifíton). As algas desempenham papel fundamental por constituirem a base da teia alimentar. São, por conseguinte, organismos essenciais para a economia de um lago, rio ou igarapé (Jackson, 1968; Esteves, 1992; Goulding, 1980; Bayley, 1989), contribuindo para o fluxo de energia e para a dinâmica de nutrientes (Wetzel, 1978, 1989). Além disso, produzem oxigênio que é liberado no meio, principalmente quando a comunidade cresce e a fotossíntese supera a respiração (Balech, 1977).

Em relação aos estudos dos ambientes aquáticos continentais, foi observado que a produção do ficoperifíton e das macrófitas aquáticas contribui significativamente para a produtividade e o funcionamento dos ecossistemas lacustres (Wetzel, 1975). Esteves (1998) mencionou que a contribuição de até 96,2% do total da produção primária de igarapés na Amazônia Legal é devida à comunidade de algas do perifíton.

Wetzel (1983) definiu perifíton com base em seu aspecto funcional, como a complexa comunidade de microbiota (algas, bactérias, fungos, animais, detritos inorgânicos e orgânicos) que se encontra aderida a substratos inorgânicos ou orgânicos, vivos ou mortos. O perifíton pode estar firme ou frouxamente aderido ao substrato sempre submerso. Esta definição colocou um ponto final na controvérsia sobre a terminologia associada a esta comunidade em função dos tipos de substratos e do grau de fixação desses organismos, conforme pretenderam, entre outros, Sladeckova (1962) e Evans & Hoagland (1986).

Os estudos sobre perifíton são ainda bastante escassos. Bicudo *et al.* (1995) apresentaram uma resenha completa desses estudos no Brasil e, inclusive, perspectivas para seu desenvolvimento no país.

O estudo da ficoflórula da Amazônia teve início com a coleta de material no rio Coari, de cujo estudo Ehrenberg (1841, reeditado em 1843) divulgou a ocorrência de quatro espécies de diatomáceas - *Eunotia bidens* Ehrenberg (=*Eunotia praerupta* Ehrenberg var. *bidens* (Ehrenberg) W. Smith), *E. turgida* Ehrenberg (=*Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kützing), *Gallionella granulata*? Ehrenberg (=*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen) e *Himantidium arcus* (Ehrenberg) Ehrenberg (=*Eunotia arcus* Ehrenberg) - no Estado do Amazonas.

A história dos estudos ficológicos nos ambientes aquáticos do estado de Roraima é, entretanto, ainda bem mais recente. Toda a biblioteca ficológica do estado consta de apenas oito publicações.

1.1. Levantamentos florísticos

O primeiro registro da ocorrência de algas no estado de Roraima foi de Förster (1963), a partir de coletas efetuadas pelo Dr. Paul von Lützelburg, em agosto de 1927, em cinco locais, os quais quatro foram para o norte do território brasileiro, nos estados do Amapá, de Roraima, do Amazonas e do Pará e um local em terra venezuelana, do Parque Nacional Monte Roraima, onde identificou 116 táxons de desmídias, incluindo 35 espécies, 46 variedades e 35 formas taxonômicas, dos quais 51 (ou o equivalente a 44% do total de táxons identificados) foram propostos como novidades para a Ciência. Förster (1963) ofereceu uma descrição sumária dos demais táxons, a qual se reduziu, praticamente, às medidas de interesse taxonômico. As coletas no Estado de Roraima foram realizadas unicamente na serra da Lua, próximo a Caiçara, ca. de 2° N e 59,5° W, perto da fronteira com a Guiana. Dos 116 táxons, 93 foram referidos para serra da Lua, incluindo 22 espécies (*Actinoctaenium cucurbita* (Brébisson) Teiling, *Closterium abruptun* W. West, *Cosmarium brasiliense* (Wille) Nordstedt, *C. exiguum* Archer, *C. inusitatum* Förster, *C. laeve* Rabenhorst, *C. sphalerostichum* Nordstedt, *Docidium brasiliense* Förster, *Euastrum ansatum* (Ehrenberg) Ralfs, *E. cyclopicum* Förster, *E. lacunatum* Förster, *E. longilobatum* Förster, *E. luetkemuelleri* Ducelier, *E. pseudodubium* Förster, *E. subtrilobulatum* Förster, *Mesotaenium chlamydosporum* De Bary, *Micrasterias decemdentata* (Nägeli) Archer, *Penium borgeanum* Skuja, *Staurastrum punctulatum* Brébisson, *S. trihedrale* Wolle e *Xanthidium luetzelburgii* Förster. Ainda neste trabalho (Förster, 1963), das 10 espécies então propostas como novas, nove ocorreram na serra da Lua. Das 32 variedades e uma espécie cuja identificação foi baseada em material da serra da Lua - *Actinoctaenium cucurbita* var. *attenuatum* West & West, *A. globosum* var. *wollei* West & West, *Arthrodesmus mucronulatus* Nordstedt var. *rectus* Förster, *Arthrodesmus westii* (W. West) Förster, *A. westii* var. *protuberans* Förster, *Closterium abruptum* var. *brevius* West & West, *C. libellula* var. *interruptum* (West & West) Donat, *Cosmarium basituberculatum* Borge var. *tuberculatum* Förster, *C. brasiliense* var. *taphrosporum* Nordstedt, *C. circulare* Reinsch var. *minutissimum* Förster, *C. pokornyanum* (Grunov) West & West var. *minus* Förster, *C. polygonum* var. *minus* Hieronymus, *C. retusiforme* var. *majus* Gutwinski, *C. subquadratum* Nordstedt var. *minus* Förster, *C. subtumidum* var. *circulare* Borge, *C. trilobulatum* Reinsch var. *minutum* Förster, *Euastrum arciferum* Borge var. *caiçarense* Förster, *E. denticulatum* (Kirchner) Gay var. *minus* Förster, *E. gemmatum* var. *tenuius* Krieger, *E. spinulosum* Delponte var. *eckertii* Förster, *Pleurotaenium minutum* var. *crassum* (W. West) Krieger, *Micrasterias papillifera* Brébisson var. *caiçarensis* Förster, *M. truncata* var. *excavata* Nordstedt, *Pleurotaenium minutum* var. *minus* (Raciborski) Krieger, *Roya obtusa* var. *montana* West & West, *Staurastrum capitulum* var. *tumidiusculum* (Nordstedt) West & West, *S. dickiei* Ralfs var. *willei* Förster, *S. glabrum* (Ehrenberg) Ralfs var. *flexispinum* Förster, *S. hystrix* var. *brasiliense* Förster, *S. paulense* Börgesen var. *brasiliense* Förster, *S. protuberans* Schmidle var. *punctulatum* Förster, *S. punctulatum* Brébisson var. *subdilatatum* Förster e *Tetmemorus laevis* var. *minutus* (De Bary) Krieger, 17 foram descritas também pela primeira vez a partir de material da serra da Lua. Das 39 formas taxonômicas - *Actinoctaenium cucurbita* forma *minor*, *A. cucurbita* f. *rotundatum* Krieger, *A. curtum* (Brébisson) Teiling f. *minor* Wille, *A. curtum* f. *minus* forma *minima*, *A. globosum* var. *wollei* forma *minor*, *Arthrodesmus westii* forma, *A. westii* forma *minuta*, *Closterium tumidum* var. *nylandicum* Grönblad f. *borgeanum* Förster, *Cosmarium contractum* f. *jacobsenii* (Roy) West & West, *C. hammeri* var. *protuberans* West & West f. *elipticum* Förster, *C. pseudamoemum* Wille f. *minus* Förster, *C. pseudopyramidatum* f. *minus*

Wille, *C. punctulatum* var. *subpunctulatum* (Nordstedt) Börgesen forma, *C. sphalerostichum* Nordstedt forma *minor*, *C. sphalerostichum* Nordstedt f. *bituberculatum* Förster, *C. sublobatum* var. *brasiliense* Borge f. *caiçarense* Förster, *C. sublobatum* var. *brasiliense* Borge f. *longius* Förster, *C. subtumidum* var. *circulare* Borge forma, *Euastrum arciferum* Borge var. *caiçarense* forma, *E. holoscerum* W. West f. *borgeanum* Förster, *E. lacunatum* f. *monstrosa*, *E. luetkemuelleri* Ducellier forma, *E. pseudodubium* f. *ellipticum* Förster, *E. sinuosum* var. *perforatum* Krieger forma, *E. sinuosum* var. *subjenneri* West & West forma, *E. spinulosum* var. *eckertii* f. *ornatum* Förster, *E. spinulosum* var. *eckertii* f. *rotundatum* Förster, *E. sublobatum* var. *javanicum* (Bernard) Krieger forma, *E. sublobatum* var. *kriegeri* Grönblad f. *rotundatum* Förster, *Micrasterias arcuata* var. *robusta* Borge f. *semilunata* Förster, *M. truncata* var. *excavata* forma, *Penium borgeanum* Skuja f. *parallelum* Förster, *Pleurotaenium minutum* var. *cylindricum* (Borge) Krieger f. *minus* Förster, *Staurastrum cosmariodes* Nordstedt forma, *S. cosmariodes* Nordstedt f. *minutum* Förster, *S. cosmariodes* Nordstedt f. *procerum* Förster, *S. dilatatum* Ehrenberg f. Taylor (Taylor, 1934), *S. donelli* Wolle forma e *S. donelli* Wolle forma *minuta*, 24 foram novas formas, onde 16 ocorreram na serra da Lua.

Os mesmos táxons publicados em Förster (1963) são repetidos no segundo registro em Förster (1964a). Além disso, o autor observou que, em termos de diversidade taxonômica, a serra da Lua, estado de Roraima, ficaria em terceiro lugar - com 93 táxons - comparando-o com mais 15 locais distribuídos entre os estados de Goiás, Piauí, Bahia e norte do país.

O terceiro registro da ocorrência de algas no estado de Roraima está baseado em material fitoplanctônico coletado a 15 de dezembro de 1974, proveniente do rio Branco. Assim, Uherkovich & Rai (1979) documentaram a ocorrência de 350 táxons de algas para o rio Negro e alguns dos seus afluentes, oferecendo a listagem completa dos táxons identificados, descrições sumárias de alguns deles constituída, basicamente, das medidas dos espécimes e ilustrações de todos os táxons. São, ao todo, 130 de Zygnemaphyceae, 91 de Bacillariophyceae, 67 de Chlorophyceae, 32 de Cyanophyceae, 15 de Dinophyceae, nove de Chrysophyceae-Xanthophyceae e seis de Euglenophyceae. Desses, 113 táxons ocorreram no Rio Branco, sendo 41 de Zygnemaphyceae - *Actinotaenium cucurbita* (Brébisson) Teiling var. *cucurbita* f. *rotundatum* (Krieger) Teiling, *Bambusina brebissoni* Kützing, *Cosmarium contractum* var. *sparsipunctatum* Förster; *C. moniliforme* (Turpin) Ralfs var. *moniliforme* f. *punctatum* Lagerheim, *C. moniliforme* var. *pseudofuellebornei* Förster, *C. obsoletum* (Hantzsch) Reinsch, *Micrasterias radiata* Hassal var. *brasiliensis* Grönblad, *Mougeotia* sp., *Sphaerozosma granulatum* Roy & Bisset, *S. wallichii* Jacobsen var. *borgei* Grönblad, *Spirogyra panduriforme* (Heimerl) Teiling var. *panduriforme* f. *limneticum* (West & West) Teiling, *Staurastrum boergesenii* var. *glabrum* Förster, *S. brebissonii* Archer var. *brasiliense* Grönblad, *S. elegantissimum* var. *brasiliense* f. *triradiatum* Förster, *S. hystrix* Ralfs var. Grönblad, *S. leptacanthum* Nordstedt, *S. leptacanthum* var. *borgei* Förster, *S. leptachanthum* var. *leptacanthum* f. *amazonense* Förster, *S. leptocladum* var. *insigne* West & West, *S. leptocladum* var. *smithii* Grönblad, *S. longiges* (Nordstedt) Teiling, *S. longipes* var. *evolutum* (West & West) Thomasson, *S. paradoxum* Meyen, *S. pelagicum* West & West forma, *S. quadrinotatum* Grönblad, *S. quadrinotatum* var. *octospinulosum* Förster, *S. radians* West & West var. *brasiliense* Scott & Croasdale, *S. rotula* Nordstedt, *S. setigerum* Cleve var. *occidentale* West & West, *S. setigerum* var. *pectinatum* West & West, *S. tectum* Borge, *S. thienemannii* Krieger, *S. trifidum* Nordstedt var. *inflexum* West & West, *Staurodesmus clepsyda* var. *obtusus* (Nordstedt) Teiling, *S. convergens* (Ehrenberg) Teiling var. *laportei* Teiling, *S. dejectus* (Brébisson) Teiling, *S. extensus* (Andersson) Teiling, *S. lobatus* (Börgesen) Bourrelly var. *ellipticus* (Fritsch & Rich) Teiling, *S. mamillatus* (Nordstedt) Teiling, *S. validus* var. *subvalidus* f. *gibbosus* Förster e *Tetmemorus laevis* (Kützing) Ralfs

var. *planctonicus* Förster; 32 de Chlorophyceae - *Ankistrodesmus angustus* Bernard, *Closteriococcus viernheimensis* Schmidle, *Coelastrum cambricum* var. *stuhlmannii* Ostenfeldt, *C. microporum* Nägeli, *C. proboscideum* Bohlin, *C. reticulatum* Senn, *Coenocystis reniformis* Korsikov, *C. subcylindrica* Korsikov, *Dictyosphaerium pulchellum* Wood, *Dimorphococcus cordatus* Wolle, *Echinosphaeridium nordstedtii* Lemmemann, *Eudorina elegans* Ehrenberg, *Kirchneriella lunaris* (Kirchner) Möbius, *K. obesa* (W. West) Schmidle, *K. obesa* var. *aperta* (Teiling) Brunnthaller, *Oocystis lacustris* Chodat, *Pediastrum biradiatum* Meyen, *P. biradiatum* var. *longecornutum* Gutwinski, *P. duplex* Meyen, *P. duplex* var. *reticulatum* Lagerheim, *Scenedesmus denticulatus* Lagerheim var. *linearis* Hansgirg, *S. opoliensis* P. Richter forma, *S. opoliensis* P. Richter forma, *S. quadricauda* var. *quadrispina* (Chodat) G.M. Smith, *Selenastrum bibraianum* Reinsch, *S. gracile* Reinsch, *Sphaerocystis schroeteri* Chodat, *Tetrachlorella coronata* Korsikov, *Tetrallantos lagerheimii* Teiling, *Tetrastrum punctatum* (Schmidle) Ahlstrom & Tiffany, *Treubaria triappendiculata* Bernard e *T. varians* Tiffany & Ahlstrom; 22 de Bacillariophyceae - *Caloneis alpestris* Grunov, *Cyclotela* sp., *Eunotia asterionelloides* Hustedt, *E. pectinalis* (Kützing) Rabenhorst, var. *undulata* (Ralfs) Rabenhorst, *Melosira dickei* (Thwaites) Kützing, *M. granulata* var. *angustissima* O.F. Müller, *M. islandica* O.F. Müller, ssp. *helvetica* O.F. Müller, *Navicula placentula* Ehrenberg var. *placentula* f. *rostrata* A. Mayer, *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith, *N. recta* Hantzsch, *N. tryblionella* Hantzsch var. *victoriae* Grunov, *Pinnularia episcopalis* Cleve, *P. interrupta* W. Smith, *Rhizosolenia eriensis* H.L. Smith, *R. eriensis* var. *eriensis* f. *gedanensis* Schulz, *R. eriensis* var. *europaea* Hustedt, *R. longiseta* Zacharias, *Stauroneis anceps* Ehrenberg, *Stephanodiscus* sp., *Surirella biseriata* Brébisson, *Surirella tenera* Gregory e *Synedra acus* Kützing; oito de Cyanophyceae/Nostocophyceae - *Aphanizomenon flos-aquae* (Linnaeus) Ralfs, *Gloeocapsa minuta* (Kützing) B. Holler, *Merismopedia hansgirgiana* (Hansgirg) Elenkin, *Oscillatoria chalybea* Mertens, *O. limosa* C. Agardh, *O. tenuis* C. Agardh, *Phormidium molle* (Kützing) Gomont e *P. papyraceum* (C. Agardh) Gomont; seis de Dinophyceae - *Gymnodinium* sp., *Peridiniopsis cunningtonii* Lemmemann, *P. pygmaeum* (Lindemann) Bourrelly, *Peridinium deflandrei* Lefèvre, *P. inconspicuum* Lemmermann e *P. palatinum* Lauterborn forma; e duas de Chrysophyceae - *Dinobryon bavaricum* Imhof e *Synura uvella* Ehrenberg; e outras duas de Cryptophyceae - *Cryptomonas* sp. e *Rhodomonas* sp.

Eunotia asterionelloides Hustedt foi dominante, enquanto que *Melosira granulata* var. *angustissima* O.F. Müller e *Dictyosphaerium pulchellum* Wood foram subdominantes. Foram medidas pontualmente apenas as duas seguintes variáveis: o pH (6,5) e a condutividade elétrica ($22\mu S.cm^{-1}$) (Uherkovich & Rai, 1979).

O quarto registro de ocorrência de material de algas no estado de Roraima foi novamente feito para um rio, o rio Branco, de onde foram identificados 29 táxons, dos 292 táxons encontrados nos 20 corpos d'água amazônicos estudados (Uherkovich, 1981). Utilizando coletas efetuadas por Harald Sioli a 15 de setembro de 1941 no rio Branco, na altura da cidade de Boa Vista, Uherkovich (1981) identificou 29 táxons de algas assim distribuídos: 10 de Chlorophyceae (*Ankistrodesmus angustus* Bernard, *A. falcatus* (Corda) Ralfs, *Ankyra judayi* (G.M. Smith) Fott forma, *Chlorhormidium fluitans* (Gay) Starmach, *Coelastrum proboscideum* Bohlin, *Scenedesmus armatus* Chodat, *S. microspina* Chodat, *S. opoliensis* P. Richter, *Scenedesmus* sp. (=*S. bicaudatus* (Hansgirg) Chodat forma) e *Sphaerocystis schroeteri* Chodat); nove de Zygnemaphyceae (*Closterium dianae* var. *brevius* (Wittrock) Petkoff; *C. kuetzingii* Brébisson, *C. decoratum* West & West, *Micrasterias radiata* Hassal var. *croasdalae* Förster, *M. rotata* (Greville) Ralfs, *Staurastrum pseudosebaldii* var. *placntonicum* Teiling, *S. quadrinotatum* var. *octospinulosum* Förster, *S.*

setigerum var. *pectinatum* West & West e *S. subulatus* var. *rhomboides* (Hirano) Teiling f. *longispinus* (Croasdale) Teiling); oito de Bacillariophyceae (*Diatoma hiemale* (Lyngbye) Heiberg, *Melosira granulata* var. *angustissima* O.F. Müller, *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith, *N. tryblionella* Hantzsch var. *victoriae* Grunov, *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrenberg, *Pinnularia* sp., *Surirella biseriata* Brébisson forma e *Synedra pulchella* Kützing); e duas de Nostocophyceae (*Anabaena spiroides* Klebahn e *Phormidium molle* (Kützing) Gomont).

O quinto registro foi de Uherkovich (1984), onde cita que as similaridades e as diferenças na composição do fitoplâncton de diferentes tributários na Amazônia, podem aparecer mesmo em amostras simples e coletadas ao mesmo tempo, sendo que o rio Branco, pode ser separado de outros rios, pela sua grande quantidade de Chlorophycea.

O sexto registro foi de Martins (1986), que encontrou lóricas de *Trachelomonas playfairi* Deflande, uma Euglenophyceae, em amostras de sedimentos provenientes do fundo do lago Aningal, no município de Boa Vista. A referida autora apresentou descrição detalhada, inclusive medidas e ilustração, do material que, ao que tudo indica, seja semifóssil.

O sétimo registro, faz referência a presença de *Chara* spp. em um Chavascal I, na Estação Ecológica de Maracá, ilha de Maracá (Rodrigues & Tadei, 1998).

No oitavo e último, também de material de coletas pontuais, de julho de 1987, em pequenos lagos temporários e represamentos artificiais, na Estação Ecológica de Maracá, foram identificados respectivamente, 130 espécies e 71 espécies. Os grupos presentes foram: Cyanophyta, Euglenophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta e Chlorophyta. Apenas foram citadas as espécies dominantes: *Hapalosiphon aureus*, *Peridinium gatunense*, *Dinobryon sertularia*, *Cosmarium dimaziforme*, *Hyalotheca dissiliens*, *Pediastrum duplex*, *Coelastrum cambricum* e *Greoenbladia undulata*. *Peridinium gatunense* (Pyrrophyta) e *Dinobryon sertularia* (Chrysophyceae) foram abundantes em julho de 1987 (Volkmer-Ribeiro *et al.*, 1998).

1.2. Estudos de algas na Amazônia Legal Brasileira

Os ambientes lóticos foram os primeiros a serem estudados na Amazônia Legal brasileira, composta pelos estados do Acre, do Amapá, do Amazonas, de Mato Grosso, do Pará, de Rondônia, de Roraima, de Tocantins e parte do Maranhão, devido aos caminhos obrigatórios realizados pelas embarcações dos desbravadores em expedições. A grande curiosidade destes desbravadores com o intuito de conhecer o novo, fez com que os mesmos coletassem material pertencentes a ficoflórula Amazônica, formando algumas coleções e enviando-as a especialistas em outros países, como Dr. Prescott e Dr. Drouet, para identificação das algas e publicações (Gessner, 1931; Hustedt, 1952a e b; Drouet, 1957 e Prescott, 1957).

Muitos trabalhos foram provenientes das coletas destas expedições, como as coleções de J. W. H. Trail, de Prof. A. Ginzberger, de Prof. Dr. H. Sioli, Sr. e Srª. Maurice A. Machris, onde 26 amostras foram coletadas por Dr. E. Yale Dawson, de R. Braun e O. Schubart, de P. Lützelburg, de G. Marlier, de G. W. Schmidt, de H. Rai, de G. O. Brandorff e de Margot Franken.

Sioli (1965) relata fatos sobre os primeiros estudos de desmídias na bacia Amazônica, onde Mr. Scott comenta com admiração, a respeito da pobreza das mesmas em águas pretas do rio Negro, apesar do baixo pH.

Uherkovich (1984) faz um histórico relatando os estudos realizados com algas fitoplanctônicas da bacia Amazônica, onde estimou que 389 novos táxons de algas já tinham

sido descritos para região Amazônica, dos quais 313 eram de desmídias, 43 de diatomáceas e 33 de outros grupos de algas. O mesmo autor cita Dickie em 1881, como sendo o primeiro trabalho realizado sobre algas na região Amazônica e não Ehrenberg (1841).

Nas três últimas décadas ocorreu um avanço nos estudos de algas na Amazônia Legal brasileira, onde 50% dos trabalhos foram realizados nos últimos 17 anos, de 1981 a 1998. Os trabalhos estavam assim distribuídos: nove (5,7%) de 1841 a 1900; três (1,9%) de 1901 a 1910; dois (1,3%) de 1911 a 1920; três (1,9%) de 1921 a 1930; oito (5,1%) de 1931 a 1940; dois (1,3%) de 1941 a 1950; 16 (10,2%) de 1951 a 1960; dez (6,4%) de 1961 a 1970; 22 (14,0%) de 1971 a 1980; 35 (22,3%) de 1981 a 1990 e 47 (29,9%) de 1991 a 1998 (tab. 1 e 2).

Dos 157 trabalhos publicados em 157 anos (1841-1998), os quais incluem 185 citações de ocorrência de algas para os estados que compõem a Amazônia Legal brasileira, o do Amazonas é o melhor representado com 81 citações (43,8%), seguido pelo Pará com 46 (24,9%), Mato Grosso com 37 (20,0%), Roraima com oito (4,3%), Rondônia com cinco (2,7%), Tocantins com três (1,6%), Amapá com três (1,6%), Acre com um (0,5%) e Maranhão com um (0,5%) (tab. 2).

Destes trabalhos, 91 (43,1%) foram eminentemente taxonômicos, 49 (23,2%) de listagens, 33 (15,6%) ecológicos, 14 (6,6%) de produtividade primária, nove (4,3%) de biomassa e coleções, nove (4,3%) de hidrológicos e seis (2,8%) de descrições sumárias (tab. 1).

Os trabalhos enfocam Chlorophyta (principalmente Zygnemaphyceae), seguidas de Chrysophyta (principalmente Bacillariophyceae), Cyanophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta, Charophyta , Rhodophyta, Cryptophyta e produção primária, biomassa e coleções de algas fitoplanctônicas e perifíticas. O grupo de algas mais estudado foi o de **Chlorophyta,** com 106 citações (32,9%), assim distribuídas (Zygnemaphyceae = 54; Chlorophyceae = 32; Chlorococcaceae = seis; Oedogoniophyceae = quatro; Volvocaceae = três; Protococcaceae = um, Ulotrichales = um e Chlorophyta = cinco), onde 50% destas citações são sobre as Zygnemaphyceae (desmídias) e vindo depois o de **Chrysophyta**, com 67 citações (21,1%), assim distribuídas (Bacillariophyceae = 40; Chrysophyceae = 15; Xanthophyceae = 10; Chromophyceae = dois, Synurophyceae = um e Chrysophyta = sete), sendo que mais de 50% são sobre Bacillariophyceae (diatomáceas), o de **Euglenophyta**, com 35 citações (10,9%), (Euglenophyceae), o de **Cyanophyta,** com 33 citações (10,2%), sendo Nostocophyceae = dois, Cyanophyceae = 20 e Cyanophyta = 11, o de **Pyrrophyta**, com 17 citações (5,3%), sendo seis de Pyrrophyceae, oito de Dinophyceae e três de Pyrrophyta, o de **Charophyta**, com 13 citações (4,0%), **Rhodophyta**, com 8 citações (2,5%), **Cryptophyta**, com 16 (5,0%) e **fitoplâncton**, **perifíton** e **coleções** com 26 (8,1%), sem identificar grupos (tab. 1 e 3)

Considerando a extensa área que compõe a Amazônia Legal brasileira e a grande quantidade dos corpos d'água, o número de trabalhos realizados até o momento é muito pequeno, sendo que 34,8% foram feitos em rios, 24,0% em lagos, 22,7% em cidades e estradas, 9,7% em igarapés, 4,1% em estações, reservas e pantanal, 2,5% em hidrelétricas e 2,2% em serras e picos, mostrando ser necessário que se faça novos trabalhos em outros corpos d'água, e que a região seja bem delimitada com as devidas coordenadas, utilizando GPS, para melhor localização dos ambientes aquáticos, evitando citações de trabalhos em estados diferentes ao que o corpo d'água pertence.

Estudos com a comunidade de algas em hidrelétricas na região Amazônica, ainda são bastante escassos, mesmo com os problemas existentes com a alta produtividade destes ambientes.

Tab. 1. Estudos de algas na Amazônia Legal brasileira (Roraima-**RR**, Acre-**AC**, Rondônia-**RO**, Amazonas-**AM**, Pará-**PA**, Amapá-**AP**, Mato Grosso-**MT**, Tocantins-**TO** e parte do Maranhão-**MA**), durante o período de 1841 a 1998.

AUTOR	ANO	LOCAL	ESTADOS	GRUPOS	ECO/TAX/HIDR/LIST/ DESC.S./P.PRIM./BIO.
EHRENBERG	1841/ 1843	.rio Coari	AM	.Bacillariophyceae[2]	TAXONOMIA
BAILEY	1861	.rio Pará	PA	.Bacillariophyceae[2]	TAXONOMIA
DICKIE	1881	.Tributários e lagos adjacentes do rio Amazonas, rios Trombetas, Tapajós, Tocantins e cidades de Óbidos e Santarém	AM/PA	.Bacillariophyceae[2] .Desmidiaceae[1] .Rhodophyceae[6] .outros táxons[9]	LISTAGEM
BRAUN	1882	.Cuiabá, rio Paraguai Villa Marie (Cáceres)	MT	.Charophyceae[5]	LISTAGEM
MÖBIUS	1892	.rio Negro	AM	.Bacillariophyceae[2] .Desmidiaceae[1] .Rhodophyceae[6]	LISTAGEM/ TAXONOMIA
BOHLIN	1897	.Cuiabá e Aricá	MT	.Chlorophyceae[1] .Volvocales[1] .Chloroccocales[1]	LISTAGEM/ TAXONOMIA
ETHERIDGE	1897	.depósitos terciários dos rios Solimões e Javari	AM	.Charophyceae[5] (fósseis)	LISTAGEM
HIRN	1900	.Cuiabá	MT	.Chlorophyceae[1] .Oedogoniaceae[1]	TAXONOMIA

1901-1910					
SCHMIDLE	1901	.Cuiabá, Paranatinga Xingu e Ribeirão Formoso	MT	.Desmidiaceae[1] .Bacillariophyceae[2] .Cyanophyceae[7]	TAXONOMIA
BORGE	1903a	.Corumbá, Cuiabá e Zaráte .Coxipó e serra da Chapada .Pico da Bandeira	MT	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA
BORGE	1903b	.Cuiabá, Zaráte Morrinho	MT	.Chlorophyceae[1] .Zygnemaphyceae1	TAXONOMIA
1911-1920					
ZIMMERMANN	1913	.rios Purus, Maranhão Pará e Amazonas	AM/PA	.Bacillariophyceae[2]	LISTAGEM
ZIMMERMANN	1914	.rios Pará e Maranhão	AM/PA	.Bacillariophyceae[2]	LISTAGEM
1921-1930					
BORGE	1925	.Cáceres, Porto do Campo, Salto da Felicidade e Tapirapoã	MT	.Desmidiaceae[1] .Cyanophyceae[7] .Chlorophyceae[1]	TAXONOMIA
GINZBERGER	1928	.Santarém e arredores	PA	.coletou algas[9] "Coleção Ginzberger"	ECOLOGIA
HOWE	1929	.local não especificado	MT	.Charophyceae[5]	TAXONOMIA
1931-1940					
GESSNER	1931	.Santarém e arredores	PA	.Chlorophyceae[1] "Coleção Ginzberger"	TAXONOMIA
GESSNER & KOLBE	1934	.Santarém e arredores	PA/AM	.Bacillariophyceae[2]	TAXONOMIA
HASSLOW	1934	.local não identificado	MT	.Charophyceae[5]	LISTAGEM
DROUET	1937	.rio Tocantins, cidades	PA	.Cyanophyceae[7]	TAXONOMIA

		Igapé.Mirim, Abaetuba, Cametá e Belém e arredores			
DROUET	1938	.rios Purus, Negro, Madeira Solimões, Cuiabá, São Luiz de Cáceres, Santa Izabel (Belém), igarapé do Bom Jardim (Tapajós)	AM/PA MT	.Cyanophyceae[7]	TAXONOMIA
KAMMERER	1938	.Região Amazônica	AM/PA	.Volvocaceae[1] .Protococcaceae[1] .Chloroccocales[1] "Coleção Ginzberger"	TAXONOMIA
PATRICK	1939	.rio Pará	PA	.Bacillariophyceae[2]	TAXONOMIA
PATRICK	1940	.rio Tocantins, cidades Igapé-Miri, Abaetuba, Cametá e Belém e arredores	PA	.Bacillariophyceae[2]	TAXONOMIA
1941-1950					
KARLING	1944	.Bosque Club - Manaus	AM	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA/ ECOLOGIA
GRÖNBLAD	1945	.Região do rio Amazonas Próximo à Santarém	PA	.Desmidiaceae[1] "Coleção Ginzberger"	DESCRIÇÃO SUMÁRIA
1951-1960					
HORN AF RANTZIEN	1951	.rio Solimões	AM	.Characeae (fóssil)[5]	TAXONOMIA
BRAUN	1952	.rio Tapajós	PA	.Characeae[5]	TAXONOMIA
HUSTEDT	1952a	.região Amazônica	AM	.Diatomáceas[2] "Coleção H. Sioli"	TAXONOMIA
HUSTEDT	1952b	.região Amazônica	AM	.Diatomáceas[2]	TAXONOMIA

				"Coleção H. Sioli"	
GRÖNBLAD	1954	.rio Arapiuns, tributário Tapajós	PA	*.Amscottia* sp.[1]	TAXONOMIA
GRÖNBLAD & KALLIO	1954	.rio Arapiuns, tributário Tapajós	PA	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA
PETRI	1954	.fossa do Marajó e calha dos poços Badajós e Cururu	PA	.Characeae[5] (fóssil)	LISTAGEM
HUSTEDT	1955a	.rio Aruá, afluente do rio Arapiuns	PA	.Bacillariophyceae[2]	TAXONOMIA
HUSTEDT	1955b	.rio Aruá, afluente do rio Arapiuns	PA	.Bacillariophyceae[2]	TAXONOMIA
SIOLI	1955	.cidade de Fordlândia baixo rio Tapajós	PA	.Charophyceae[5]	LISTAGEM/ ECOLOGIA
THOMASSON	1955	. rios Negro, Uaupés, Coari e Papury	AM	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA
SIOLI	1956c	.cidade de Fordlândia baixo rio Tapajós	PA	.Charophyceae[5]	LISTAGEM/ ECOLOGIA
DROUET	1957	.rio Santa Teresa*	TO	.Cyanophyta[7] ."Expedição Machris*"	TAXONOMIA
PRESCOTT	1957	.rio Santa Teresa*	TO	.Chlorophyta[1] .Euglenophyta[3]	TAXONOMIA
WOODHEAD & TWEED	1957	.rio Santa Teresa*	TO	*.Actinella* e *Tibella* .Diatomáceas[2]	TAXONOMIA
SIOLI	1960	.região da estrada de Bragança	PA	.Rhodophyceae[6] .Chlorophyceae[1]	LISTAGEM/

1961-1970					
FÖRSTER	1963	.rio Lá, igarapés Iayana e Tiporom, rio Oyapoque e local indeterminado .serra da Lua e monte Roraima na Venezuela	AM AP/PA RR	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA
FÖRSTER	1964	.rio Lá ,igarapés Iayana e Tiporom, rio Oyapoque e local indeterminado .serra da Lua e monte Roraima na Venezuela	PA/AM AP RR	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA
RODRIGUES	1964	.município de Capanema, Vila de Quatipuru, Campo do Bentevi e igarapé do Canavial	PA	.Charophyceae[5]	TAXONOMIA
SCOTT *et al.*	1965	.rios Negro, Uaupés, Arapiuns e tributários e Tapajós, próximo a Santarém e estrada de ferro Belém-Bragança igarapés Jararaca, Jandiá, Caburis e Laitina	AM PA	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA
SIOLI	1965	.bacia Amazônica	AM/PA	.Desmidiaceae[1]	LISTAGEM (Histórico)
GESSNER & SIMONSEN	1967	. rios Gurupá e Breves	PA	.Diatomáceas marinhas[2]	LISTAGEM/ ECOLOGIA
MARLIER	1967	.lagos Maicá, Redondo, Jurucuí, do rio Preto	AM	.Fitoplâncton[9]	ECOLOGIA/ PROD. PRIMÁRIA/

		da Eva, Jari e outros			BIOMASSA
FÖRSTER	1969	.areal Santarém	PA	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA
SCHMIDT	1969	.lago Castanho	AM	.Algas e bactérias[9]	ECOLOGIA/ LISTAGEM
SCHMIDT	1970	.rios Solimões e Negro e lago Castanho	AM	.Algas e bactérias[9]	ECOLOGIA/ LISTAGEM
1971-1980					
THOMASSON	1971	.rios Preto da Eva Jurucuí e Maicá, afluentes do Tapajós e lago Maicá	AM PA	.Chlorophyceae[1] .Desmidiaceae[1] .Zygnemaphyceae[1] .Euglenophyceae[3] .Pyrrophyceae[4]	TAXONOMIA (ilust.).
SCHMIDT	1973a	.lago Castanho	AM	.Fitoplâncton[9]	ECOLOGIA/ PROD. PRIMÁRIA
SCHMIDT	1973b	.lago Castanho	AM	.Fitoplâncton[9]	ECOLOGIA/ PROD. PRIMÁRIA
SCHMIDT	1973c	.lago Castanho	AM	.Fitoplâncton[9]	ECOLOGIA/ PROD. PRIMÁRIA/ BIOMASSA
SCHMIDT & UHERKOVICH	1973	.lago Castanho	AM	.Chlorophyceae[1] .Bacillariophyceae[2] .Cyanophyceae[7]	LISTAGEM/ ECOLOGIA
FÖRSTER	1974	.rios Maués-Mirim, Maués-Assu, Abacaxis, Canumã, Madeira, Paracuní e Apocoitána .igarapés Assú,	AM	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA

		Peixinho e Laguinho .paraná do Piranha			
SCHMIDT	1974	.lago Castanho	AM	.Fitoplâncton[9]	ECOLOGIA/ PROD. PRIMÁRIA
UHERKOVICH & SCHMIDT	1974	.lago Castanho	AM	.Euglenophyceae[3] .Chlorophyceae[1] .Cyanophyceae[7] .Pyrrophyceae[4] .Bacillariophyceae[2]	LISTAGEM/ TAXONOMIA
MARTINS	1976	.lago Aningal	RR	.Euglenophyceae (fóssil)[3]	TAXONOMIA
SCHMIDT	1976	.rio Negro	AM	.Fitoplâncton[9]	PRODUÇÃO PRIMÁRIA
UHERKOVICH	1976	.rios Negro e Tapajós	AM	.Pyrrophyceae[4] .Cyanophyceae[7] .Euglenophyceae[3] .Chlorophyceae[1] .Chrysophyceae[2] .Bacillariophyceae[2]	TAXONOMIA/ LISTAGEM
THOMASSON	1977	.região de Terra Santa e Nhamundá	AM PA	.Cyanophyceae[7] .Euglenophyceae[3] .Pyrrophyceae[4] .Desmidiaceae[1] .Chromophyceae[2]	DESCRIÇÕES SUMÁRIAS/ LISTAGEM
BICUDO & YAMAOKA	1978	.local não especificado	MT	.Charophyceae[5]	TAXONOMIA
FISHER	1978	.rios Solimões e Negro e lago Janauacá	AM	.Cyanophyceae[7] .Chlorophyceae[1] .Cryptophyceae[8] .Chrysophyceae[2]	LISTAGEM ECOLOGIA/ PRODUÇÃO PRIMÁRIA

RIBEIRO	1978	.lagos Tarumã-Mirim, Jacaretinga, Castanho, Cristalino e Redondo	AM	.Chlorophyta[1] .Cyanophyta[7] .Bacillariophyceae[2]	PROD. PRIMÁRIA/ LISTAGEM/ ECOLOGIA
FISHER	1979	.rios Solimões e Negro e lago Janauacá	AM	.Cyanophyceae[7] .Chlorophyceae[1] .Cryptophyceae[8] .Chrysophyceae[2]	LISTAGEM ECOLOGIA/ PRODUÇÃO PRIMÁRIA
FISHER & PARSLEY	1979	.rio Solimões e lago Jamaucá	AM	.Fitoplâncton[9]	ECOLOGIA/ PRODUÇÃO PRIMÁRIA
TUNDISI *et al.*	1979	. lagoa Cinzenta	MT	.Cyanophyceae[7] .Chlorophyceae[1] .Euglenophyceae[3] .Chrysophyceae[2]	ECOLOGIA/ LISTAGEM
UHERKOVICH & RAI	1979	.rios Negro, Branco Jufari, Jauaperi, Cuieiras, Branquino, Unini, Jaú, Carabinani	AM/RR	.Cyanophyceae[7] .Euglenophyceae[3] .Xanthophyceae[2] .Chrysophyceae[2] .Pyrrophyceae[4] .Chlorophyceae[1]	DESCRIÇÕES SUMÁRIAS/ LISTAGEM
MARTINS	1980a	.lagos Cristalino e São Sebastião	AM	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA
MARTINS	1980b	. lagos Cristalino e São Sebastião	AM	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA
UHERKOVICH & FRANKEN	1980	.igarapés Barro Branco 1, Barro Branco 2, Q1, Q2, Q3, Acará, See 1, Jibóia e Campina	AM	.Cyanophyta[7] .Euglenophyta[3] .Pyrrophyta[4] .Chrysophyceae[2]	DESCRIÇÕES SUMÁRIAS/ ECOLOGIA (Fitocenose de

				.Xantophyceae[2] .Chlorophyceae[1] .Conjugaphyceae[1] .Bacillariophyceae[2] .Rhodophyta6	perifíton)
1981-1990					
UHERKOVICH	1981	.rio Branco (Boa Vista) .igarapé Mapirý .paraná do Tapará .rio Amazonas (em frente a Santarém) .rio Juruena .rios Solimões e Madeira .rio Abacaxis .rio Apocoitána .rios Canumã e Cururu .rio Içá, rio Içana .rio Maués-Assú (Igapó em frente a Maués) e .rio Maués-Mirim .rio Paracuní (coletas 1941 e 1959) .lagos Cabaliana, Calado, do Piranha, .paraná do Piranha .paraná do Tapará	RR/PA AM/AP	.Euglenophyceae[3] .Pyrrophyceae[4] .Chlorophyceae[1] .Cyanophyceae[7] .Chryzophyceae[2]	DESCRIÇÕES SUMÁRIAS (ILUST.)
MARTINS	1982	.lagos Cristalino e São Sebastião	AM	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA
SANT'ANNA & MARTINS	1982	.lagos São Sebastião e Cristalino	AM	.Chlorococcales[1]	TAXONOMIA/ HIDROLOGIA
SCHIMIDT	1982	.rio Tapajós	AM	.Cyanophyceae[7] .Bacillariophyceae[2]	ECOLOGIA/ LISTAGEM/

				.Chlorophyceae[1]	HIDROLOGIA/ PROD. PRIMÁRIA
GROBBELAAR	1983	.rio Solimões, confluência rio Negro e lago várzea Ilha Marchantaria	AM	.Chlorophyceae[1]	ECOLOGIA/ (Cultivo N/P)
RIBEIRO	1983	.lago Jacaretinga	AM	.Fitoplâncton[9]	BIOMASSA/ ECOLOGIA
SETARO	1983	.lago Calado	AM	.Cyanophyceae[7]	LISTAGEM/ HIDROLOGIA
NECCHI-Jr	1984	.Manaus, Tarumã, Manacapuru, Ipiranga, reserva Ducke, óbidos, Quatipuru e Bragança	AM/PA	.Rhodophyta[6]	LISTAGEM
SETARO & MELACK	1984	.lago Calado	AM	.Cyanophyceae[7]	LISTAGEM/ HIDROLOGIA
UHERKOVICH	1984	.rio Amazonas e bacias	AM/RR PA	.Pyrrophyta[4] .Bacillariophyceae[2] .Chlorococales[1] .Conjugatophyceae[1] .Euglenophyceae[3] .outras algas[9]	LISTAGEM
BICUDO	1986	.lagoa Manaus	AM	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA
ARCHIBALD & KING	1985	.rio Moa e uma fonte de água sulfurosa	AC	.Cyanophyceae[7] .Chlorophycea[1] .Bacillariophyceae[2] .Euglenophyceae[3]	LISTAGEM
DE-LAMONICA-FREIRE	1985	.Est. Ecológica da Ilha de Taiamã	MT	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA

		Cáceres, Juína e Porto Esperidião			
NECCHI-Jr	1989	.municípios de Barcarena e Marabá	PA	.Rhodophycea[6]	TAXONOMIA
SOPHIA & SILVA	1989	.noroeste de Mato Grosso e sudeste de Rondônia	MT RO	.Desmidiaceae[1] .Zygnemaphyceae[1]	TAXONOMIA
BITTENCOURT-OLIVEIRA	1990a	.reservatório de Balbina	AM	.Tribophyceae[2] .Chlorophyceae[1] .Zygnemaphyceae[1] .Bacillariophyceae[2] .Chrysophyceae[2] .Nostocophyeae[7] .Cryptophyceae[8] .Oedogoniophyceae[1]	TAXONOMIA
BITTENCOURT-OLIVEIRA	1990b	.reservatório de Balbina	AM	.Tribophyceae[2]	TAXONOMIA
ENGLE & MELACK	1990	.lago amazônico	AM	.Perifiton[9]	ECOLOGIA/ LISTAGEM
ENGLE & SARNELLE	1990	.lago amazônico	AM	.Fitoplâncton[9]	ECOLOGIA (Nutriente P)
ESTEVES *et al.*	1990	.lago Batata	PA	.Chlorophyceae[1] .Chrysophyceae[1] .Cyanophyceae[1]	ECOLOGIA/ LISTAGEM
LIMA	1990	.pantanal de Poconé	MT	.Bacillariophyceae[2] (Centrales)	TAXONOMIA
NECCHI-Jr	1990	.reserva Adolfo Ducke, rio Preto, Manaus, igarapés Acará, Barro Branco,	AM MT	.Rhodophyceae[6]	TAXONOMIA (Distribuição)

		Tarumanzinho, Cachoeira Grande, Manaus-Itacoatiara km 25 e Presidente Figueiredo-Manaus/Caracaraí .barra dos Bugres, igarapé Lambedor, Chapada dos Guimarães, Poconé, Ilha Sararé, Capão da onça, rios Vermelho Grande, Coxipó e Bracinho .rios São Francisco, Taperebá, Valentim, e igarapé Tauá, Marabá-estrada transamazônica .Nova União e Ouro Preto do Oeste e igarapé Cachoeira	PA RO		
PALAMAR-MORDVINTSEVA & TSARENKO	1990	.bacia do Rio Amazonas	AM	. Flora algal[9]	TAXONOMIA
1991-1998					
DOYLE	1991	.lago Calado	AM	.Perifíton[9]	PROD. PRIMÁRIA/ BIOMASSA
DIAS	1991	.BR-364 (Cuiabá-Porto Velho)	MT/RO	.Chorophyceae[1]	TAXONOMIA
FIGUEIREDO	1991	.Pantanal de Poconé	MT	.Bacillariophyceae[2] (Eunotiaceae)	TAXONOMIA
DE-LAMONICA-FREIRE	1992a	.Est. Ecológica da Ilha de Taiamã	MT	.Desmidiaceae[1] (Filamentosas)	TAXONOMIA
DE-LAMONICA-FREIRE	1992b	.Est. Ecológica da Ilha de Taiamã	MT	.Desmidiales[1] .Zygnemaphyceae[1]	TAXONOMIA
DE-LAMONICA-FREIRE *et al.*	1992	.Pantanal de Poconé	MT	.Euglenaceae[3]	TAXONOMIA
LOPES	1992	.lago Novo Andirá e rio Acre	AM	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA
ALVES	1993	.lago Calado	AM	.Perifíton[9]	PROD. PRIMÁRIA/

				.Fitoplâncton[9]	BIOMASSA
BICUDO & DE-LAMONICA-FREIRE	1993	.Poconé Pantanal Matogrossense	MT	.Euglenophyceae[3]	TAXONOMIA
DE-LAMONICA-FREIRE & SANT'ANNA	1993	.Est. Ecológica da Ilha de Taiamã	MT	.Chlorococales[1]	DESCRIÇÕES SUMÁRIAS
BITTENCOURT-OLIVEIRA	1993a	.reservatório de Balbina	AM	.Chlorophyceae[1]	TAXONOMIA
BITTENCOURT-OLIVEIRA	1993b	.reservatório de Balbina	AM	.Ulothricales[1] .Volvocales[1] .Oedogoniophyceae[1]	TAXONOMIA
BITTENCOURT-OLIVEIRA	1993c	.reservatório de Balbina	AM	.Zygnemaphyceae[1]	TAXONOMIA
CONFORTI	1993a	.lago Camaleão	AM	.Euglenophyceae[3]	TAXONOMIA
CONFORTI	1993b	.lago Camaleão	AM	.Euglenophyceae[3]	TAXONOMIA
HECKMAN *et al.*	1993	.corpos d'água do Pantanal de Poconé	MT	.Cyanophyceae[7] .Euglenophyceae[3] .Chlorophyceae[1]	LISTAGEM/ HIDROLOGIA
MAGRIN	1993	.reservatório da U.H.E. Samuel	RO	.Cyanophyceae[7] .Euglenophyceae[3] .Chlorophyceae[1] .Cryptophyceae[8] .Bacillariophyceae[2] .Xantophyceae[2] .Chrysophyceae[2] .Dinophyceae[4]	LISTAGEM
BITTENCOURT-OLIVEIRA	1994	.reservatório de Balbina	AM	.Nostocophyceae[7]	TAXONOMIA

				.Cryptophyceae[8] .Tribophyceae[2]	
CONFORTI	1994	.lago Camaleão	AM	.Euglenophyceae[3]	TAXONOMIA
HECKMAN	1994	.Pantanal	MT	.comunidades bióticas[9]	LISTAGEM
HUSZAR	1994	.lago Batata município de Oriximiná	PA	.Cyanophyceae[7] .Chlorophyceae[1] .Zygnemaphyceae[1] .Euglenophyceae[3] .Bacillariophyceae[2] .Xanthophyceae[2] .Chrysophyceae[2] .Cryptophyceae[8] .Dinophyceae[4]	TAXONOMIA ECOLOGIA
MARTINS-DA-SILVA	1994	.lago Água Preta	PA	.Chorophyceae[1]	TAXONOMIA
RODRIGUES	1994	.lago Camaleão ilha de Marchantaria	AM	.Cyanophyceae[7] .Dinophyceae[4] .Bacillaryophyceae[2] .Chlorophyceae[1] .Zygnemaphyceae[1] .Chrysophyceae[2] .Cryptophyceae[8] .Euglenophyceae[3]	
BICUDO *et al.*	1995	.pantanal de Poconé	MT	.Eunotiaceae[2] (Bacillariophyceae)	TAXONOMIA
BITTENCOURT-OLIVEIRA	1995	.reservatório de Balbina	AM	.Bacillariophyceae[2] .Chrysophyceae2	TAXONOMIA
HECKMAN	1995	.sistema do rio das Mortes	MT	.comunidades bióticas[9]	LISTAGEM

MENEZES *et al.*	1995	.município de Parintins	AM	.Euglenophyceae[3] .Dinophyceae[4]	TAXONOMIA
MERA	1995	.região do Sistema Trombetas .rios Trombetas, Caxipacoré, Velho Cachorrinho, Cachorro, Mapuera .lago Erepecú	PA	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA
NECCHI Jr. & ZUCCHI	1995	.cidade de Manaus	AM	.Ceramiaceae[6] (Rhodophyceae)	TAXONOMIA/ LISTAGEM
DE-LAMONICA-FREIRE & HECKMAN	1996	.pantanal do Mato Grosso	MT	.Chlorophyceae[1] .Desmidiales[1] .Bacillariophyceae[2] .Cianobacteria [7] .Dinophyceae[4] .Euglenophyceae[3]	ECOLOGIA/ LISTAGEM
HECKMAN *et al.*	1996	.pantanal do Mato Grosso	MT	.Euglenophyceae[3]	ECOLOGIA/ LISTAGEM
HUSZAR	1996a	.lagos Batata e Mussará, e rio Trombetas	PA	.Cyanophyceae[7] .Chlorophycea[1] .Zygnemaphyceae[1] .Euglenophyceae[3] .Bacillariophyceae[2] .Chrysophyceae[2] .Xanthophyceae[2] .Cryptophyceae[8] .Dinophyceae[4]	TAXONOMIA
HUSZAR	1996b	.lago Batata	PA	.Cyanophyta[7] .Chlorophyta[1] .Euglenophyta[3]	LISTAGEM/ ECOLOGIA

				.Raphidophyta[2] .Bacillariophyta[2] .Chrysophyta[2] .Xanthophyta[2] .Cryptophyta[8] .Dinophyta[4]	
SOPHIA & DIAS	1996	.rios Mamuru e Uaicurapá lago Macurani-Parintins	AM	.Oedogoniophyceae[1] .Zygnemaphyceae[1]	TAXONOMIA
SOPHIA & HUSZAR	1996	.lagos Batata e Mussará, e rio Trombetas	PA	.Desmidiaceae[1]	TAXONOMIA
BITTENCOURT-OLIVEIRA	1997	.reservatório de Balbina	AM	.Euglenophyceae[3]	TAXONOMIA
DE-LAMONICA-FREIRE & AZEVEDO	1997	.lago Recreio	MT	.Zygnemaphyceae[1]	TAXONOMIA
IBAÑEZ	1997	.lago Camaleão	AM	.Bacillariophyceae[2] .Zygnemaphyceae[1] .Chlorophyceae[1] .Cyanophyceae[7] .Euglenophyceae[3] .Cryptophyceae[8] .Dinophyceae[4] .Crysophyceae[2]	LISTAGEM BIOMASSA HIDROLOGIA
HUSZAR & REYNOLDS	1997	.lago Batata	PA	.Outros[9] .Bacillariophyceae[2] .Zygnemaphyceae[1] .Chlorophyceae[1] .Cyanophyceae[7]	ECOLOGIA/ (BIOMASSA)
MAGRIN *et al.*	1997	.reservatório da U.H.E. Samuel	RO	.Cyanoprocariota[7]	TAXONOMIA
PUTZ	1997	.lagos Catalão e Camaleão	AM	.Bacillariophyceae[2]	BIOMASSA

		.igarapé Tarumã Mirím .rio Solimões		.Chlorophyceae[1] .Cyanophyceae[7] .(Perifíton)[9]	PROD. PRIMÁRIA LISTAGEM HIDROLOGIA
IBAÑEZ	1998	.lago Camaleão	AM	.Bacillariophyceae[2] .Cyanophyceae[7] .Euglenophyceae[3] .Cryptophyceae[8] .Crysophyceae[2]	BIOMASSA HIDROLOGIA LISTAGEM
HUSZAR *et al.*	1998	.lago Batata e rio Trombetas	PA	.Outros[9] .Bacillariophyceae[2] .Zygnemaphyceae[1] .Chlorophyceae[1] .Cyanophyceae[7]	ECOLOGIA/ (BIOMASSA)
KRISTIANSEN & MENEZES	1998	.lago Mussará	PA	.Chrysophyceae[2] .Synurophyceae[2]	TAXONOMIA ECOLOGIA
METZELTIN & LANGE-BERTALOT	1998	.rios Tapajós, Guamá e Negro e lago Calado	AM/PA	.Bacillariophyceae[2]	TAXONOMIA (novas spp.)
RODRIGUES & TADEI	1998	.Chavascal I na Ilha de Maracá	RR	.*Chara* spp.[5]	LISTAGEM
VOLKMER-RIBEIRO *et al.*	1998	.pequenos lagos e represamentos artificiais da Ilha de Maracá	RR	.Cyanophyta[7] .Euglenophyta[3] .Chrysophyta[2] .Pyrrophyta[4]	LISTAGEM (grandes grupos)

ECO = ecologia; TAX = taxonomia; HIDR = hidrologia; LIST = listagem; DESC. S. = descrições sumárias; P. PRIM = Produção Primária e BIO = biomassa.
Chlorophyta = [1]; Chrysophyta = [2]; Euglenophyta = [3]; Pyrrophyta = [4]; Charophyta = [5]; Rhodophyta = [6]; Cyanophyta = [7]; Cryptophyta = [8] e Fitoplâncton, Perifíton, coleções e outros = [9].

Tab. 2 - Total de estudos realizados com algas na Amazônia Legal brasileira (Roraima-**RR**, Acre-**AC**, Rondônia-**RO**, Amazonas-**AM**, Pará-**PA**, Amapá-**AP**, Mato Grosso-**MT**, Tocantins-**TO** e parte do Maranhão-**MA**), durante o período de 1841 a 1998.

ANOS	AM	PA	MT	RR	RO	AP	TO	AC	MA	TOTAL: CITAÇÕES	TRABALHOS	ANOS
1841 - 1900	4	2	3	-	-	-	-	-	-	9	9	59
1901 – 1910	-	-	3	-	-	-	-	-	-	3	3	10
1911 – 1920	2	2	-	-	-	-	-	-	-	4	2	10
1921 – 1930	-	1	2	-	-	-	-	-	-	3	3	10
1931 – 1940	3	7	2	-	-	-	-	-	-	12	8	10
1941 – 1950	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2	2	10
1951 – 1960	4	9	-	-	-	-	3	-	-	16	16	10
1961 – 1970	7	7	-	2	-	2	-	-	-	18	10	10
1971 – 1980	19	2	2	2	-	-	-	-	-	25	22	10
1981 – 1990	21	6	11	2	2	1	-	1	1	45	35	10
1991 – 1998	20	9	14	2	2	-	-	-	-	48	47	8
TOTAL	**81**	**46**	**37**	**8**	**5**	**3**	**3**	**1**	**1**	**185**	**157**	**157**

Tab. 3 - Percentual de citações de grupos de algas nos trabalhos realizados na Amazônia Legal brasileira, durante o período de 1841a 1998.

ANOS/GRUPOS	1841-1900	1901-1910	1911-1920	1921-1930	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-1998	TOTAL	%
Chlorophyta	7	4	-	2	4	2	10	5	17	21	34	106	**32,9**
Chrysophyta	4	1	2	-	3	-	2	-	14	11	31	68	**21,1**
Euglenophyta	-	-	-	-	-	-	1	-	8	9	17	35	**10,9**
Pyrrophyta	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2	9	17	**5,3**
Charophyta	2	-	-	1	1	-	6	1	1	-	1	13	**4,0**
Rhodophyta	2	-	-	-	-	-	1	-	1	3	1	8	**2,5**
Cyanophyta	-	1	-	1	2	-	1	-	10	8	10	33	**10,2**
Cryptophyta	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	13	16	**5,0**
Fito, perifíton e coleções	1	-	-	1	-	-	-	3	6	7	8	26	**8,1**
TOTAL	**16**	**6**	**2**	**5**	**10**	**2**	**21**	**9**	**65**	**62**	**124**	**322**	**100,00**
%	**5,0**	**1,9**	**0,6**	**1,6**	**3,1**	**0,6**	**6,5**	**2,8**	**20,2**	**19,3**	**38,5**	**100,00**	

A pequena quantidade de trabalhos de algas perifíticas na Amazônia Legal brasileira provavelmente deve-se à pequena quantidade de especialistas na região, à difícil generalização dos métodos de coletas, à grande diversidade de espécies e ao difícil acesso aos locais de coletas, que em épocas de chuvas, principalmente nos ambientes lóticos, geralmente formam áreas alagadas (várzea ou igapó).

Em síntese, a maioria dos trabalhos realizados foram a partir de material pertencente às coleções adquiridas em expedições realizadas por estrangeiros, enfocando algas da Amazônia Central, estado do Amazonas, focalizando mais o fitoplâncton do que as algas perifíticas e macroalgas bentônicas.

1.3. Variáveis físicas e químicas

É difícil definir de que forma as variáveis físicas, químicas, hidrodinâmicas e climáticas determinam o desenvolvimento das algas em sistemas lóticos naturais e é, freqüentemente, impossível apontar apenas um desses fatores como responsável por esse desenvolvimento. Os tipos de substratos, a concentração de nutrientes, a intensidade e a qualidade da luz incidente, a temperatura, a condutividade elétrica da água, a influência pelágica e a competição inter e intraespecífica definitivamente interferem no estabelecimento e na manutenção das comunidades de algas nos rios (Wetzel, 1975, 1983).

Trabalhos apresentando dados anuais sobre as variáveis físicas e químicas e suas possíveis influências no biota de ambientes aquáticos em Roraima ainda não foram realizados.

Para a Amazônia, por sua vez, foram feitos vários trabalhos sobre rios e igarapés fornecendo farta informação sobre as variáveis físicas e químicas da água desses ambientes, porém, existem poucos trabalhos onde foram feitas associações com a ficoflórula presente e/ou avaliados os possíveis efeitos causados pelas mudanças dessas variáveis sobre as comunidades.

Na região abrangida pela Amazônia Legal, Leenheer & Santos (1980) realizaram coletas no rio Branco, cerca de 30km acima de sua desembocadura no rio Negro, onde encontraram concentrações baixas de solutos inorgânicos e orgânicos, baixa condutividade específica (14,4-22,4$\mu S.cm^{-1}$) e pH variando de 5,2 a 6,2 em coletas pontuais efetuadas nos meses de maio, setembro e dezembro de 1974 e de fevereiro e abril de 1975.

Segundo dados do Projeto RADAMBRASIL, as concentrações de sais minerais medidas na bacia do rio Branco foram relativamente baixas (Brasil, 1975). Tal informação foi, posteriormente, confirmada por Santos *et al.* (1985), que apresentaram as medidas de certas variáveis físicas e químicas a partir de coletas feitas em 13 rios da bacia do rio Branco em fevereiro de 1982 (águas baixas), quando não ocorreria muita influência das modificações causadas pelas cheias. Nesse último trabalho, em relação aos outros minerais dissolvidos avaliados, o fósforo foi o que apresentou os níveis mais baixos nessas águas.

Revendo trabalhos sobre a ecologia do fitoplâncton de água doce, Lund (1965) considerou nitrogênio e fósforo como sendo os maiores limitantes do crescimento ou da abundância das algas nesses ambientes. Condição semelhante foi observada em lagos inundados da Amazônia por Zaret *et al.* (1981), Setaro & Melack (1984), Pinheiro (1985) e Melack & Fisher (1990).

Silva (1992) observou, em estudos realizados no igarapé do Quarenta situado nas proximidades de Manaus, estado de Amazonas, que os valores das variáveis físicas e químicas no meio aquático alteram o biota, com mudanças no pH e aumento nos níveis de nitratos, sulfatos e fosfatos.

Os fatores que afetam a produção e o balanço do oxigênio dissolvido em igarapés são numerosos e, entre tantos, pode-se citar os seguintes: incidência de luz, cobertura de nuvens, turbidez, distribuição do volume de água, profundidade, descarga do igarapé, densidade de material em suspensão, densidade areal, concentração de algas, plantas enraizadas, larvas, bactérias e fungos, taxa de respiração, superfície específica, taxa de fotossíntese e composição taxonômica (gêneros e espécies presentes) da comunidade (Washington, 1968).

Admite-se que características fisicas e químicas das águas ou dos sedimentos não sejam adequadas para proteger os vários efeitos de poluentes nos igarapés e pequenos rios. Elas dão idéia das características do igarapé, mas não indicam de que forma as plantas e os animais estão em equilíbrio, por que as análises químicas demonstram apenas as condições no momento da amostragem e por que os limites de tolerância ambiental de muitos organismos são ainda desconhecidos (Washington, 1968).

Estudos apresentando apenas dados fisicos e químicos das águas de rios e lagos amazônicos demonstraram que as águas brancas são ricas em nutrientes e possuem pH próximo do neutro (6,5-6,9), enquanto que as pretas e claras são pobres em nutrientes e possuem pH ácido (4,5-5,1). Tais estudos foram realizados por Sioli (1956a, 1956b, 1957), Santos (1980), Lopes *et al.* (1983), Bringel *et al.* (1984), Tundisi *et al.* (1984), Forsberg *et al.* (1988), Santos & Ribeiro (1988) e Januário & Fisch (1992).

Walker (1987, 1990) observou, a partir de estudos realizados em igarapés de águas pretas afluentes do rio Tarumã-Mirim, estado do Amazonas, grande pobreza de perifiton e macrófitas aquáticas, a qual foi justificada pelo baixo nível de nutrientes e pela alta acidez dessas águas. A referida autora comentou que a pequena biomassa de perifiton poderia estar também determinando a baixa composição da biomassa animal.

Devido à falta de trabalhos sobre perifiton, esta pesquisa tornou-se pioneira para a região onde foi desenvolvida por três razões. Primeiro, por que contribuiu para o levantamento da ficoflórula perifítica do estado de Roraima, hoje quase que inteiramente desconhecida. Segundo, por que contribuiu para o conhecimento do comportamento da estrutura de comunidade de algas ao longo de um ciclo sazonal completo, gerando informações sobre as forças determinantes dessa variação e terceiro, por que determinou o que ocasionou o desaparecimento quase que total das algas, em alguns meses chuvosos.

1.4. Estrutura da comunidade

A composição florística e as abundâncias relativas de cada espécie, variedade ou forma taxonômica que a constituem, bem como a variação dessa composição no tempo e no espaço num dado ambiente constituem a estrutura da comunidade. Conforme Calijuri (1988), a dinâmica desta estrutura é determinada pelas grandes variações que ocorrem nos diferentes ambientes lóticos e representadas pelo hidrodinamismo em escalas espacial e temporal. A variação do hidrodinamismo age como uma força acionadora dos ecossistemas aquáticos, interagindo com os organismos através de mecanismo fisicos, químicos e biológicos (Legendre & Demers, 1984).

Ainda segundo Calijuri (1988), a dinâmica da estrutura da comunidade do perifiton é determinada, nos ambientes lóticos, pela escala espacial (horizontal) que pode variar de um a 100km, pela escala temporal que varia de meses a anos e pela hidrodinâmica, com movimentos de advecção e giros em larga escala. O mesmo ocorre com o fitoplâncton (Calijuri, 1988).

Nada foi publicado, até o momento, sobre a sazonalidade da estrutura das comunidades de algas perifíticas (epifíticas) para o estado de Roraima.

1.5. Hipóteses, objetivo geral e objetivos específicos

1.5.1. Hipóteses

- A composição da ficoflórula do igarapé Água Boa e do rio Cauamé varia no espaço e no tempo, ocorrendo sucessões de grupos (algas azuis, algas verdes excetuadas as formas flageladas, diatomáceas, flagelados em geral e outros), assim como amplitude de variação da biomassa igualmente no espaço e no tempo.

- A pluviosidade e o material em suspensão são os fatores determinantes da estrutura da comunidade de algas no igarapé Água Boa e no rio Cauamé, ao mesmo tempo que a temperatura, o pH, a condutividade e o teor de oxigênio dissolvido não o são.

- No igarapé Água Boa e no rio Cauamé, o ciclo anual da biomassa ficoperifítica acompanha o da pluviosidade.

1.5.2. Objetivo geral

O objetivo geral do plano foi conhecer a estrutura da comunidade ficoperifítica, bem como sua variação ao longo de um ciclo sazonal no igarapé Água Boa e no rio Cauamé. Pretendeu-se, com isto, conhecer como se comportaria a estrutura da comunidade das algas do perifiton num ambiente tropical, em área de savana, com uma mata de galeria aberta acompanhando os cursos dos igarapés e onde a maior função de força talvez não fosse a temperatura, como sucede nos ambientes das regiões temperadas, mas sim a pluviosidade.

1.5.3. Objetivos específicos

- Quantificar a ficoflórula perifítica, em nível de grandes grupos, presente no igarapé Água Boa e no rio Cauamé e conhecer suas variações ao longo de um ciclo sazonal.

- Levantar a informação biológica quantitativa referente à comunidade de algas (densidade de células, freqüência de ocorrência e produção de clorofila ***a***, feofitina e pigmentos totais) nesses dois ambientes.

- Correlacionar as informações físicas, químicas e biológicas dos dois ambientes estudados com as climáticas da região, com o fim de conhecer as funções de força determinantes da variação da estrutura da comunidade das algas do perifiton no igarapé Água Boa e no rio Cauamé ao longo de um ciclo sazonal. E

- Relacionar a qualidade da água com as condições climáticas, os tipos de solo, a geologia, a influência antrópica e outras condições reinantes relativas à bacia do igarapé Água Boa e do rio Cauamé.

2

OS AMBIENTES ESTUDADOS

2.1. Localização e clima

O estado de Roraima possui área total de 225.116,1km^2 e situa-se no extremo norte do território brasileiro, entre as coordenadas geográficas: **Leste** - Latitude + 01° 13' 45" e Longitude - 58° 53' 42"; **Oeste** - Latitude + 04° 15' 00" e Longitude - 64° 49' 36"; **Norte** - Latitude + 05° 16' 20" e Longitude - 60° 12' 43"; e **Sul** - Latitude + 01° 35' 11" e Longitude - 61° 28' 30". Limita-se, geograficamente, ao norte com a Venezuela e a República da Guiana, ao sul com o estado do Amazonas, a leste com a República da Guiana e o estado do Pará e a oeste com a Venezuela e o estado do Amazonas. É cortado em quase toda extensão, no sentido norte-sul, pelo rio Branco, um afluente do rio Negro que faz parte dos grandes rios do Sistema Amazônico (BRASIL-IBGE, 1996).

Segundo Nimer (1972), o clima do estado é tropical úmido, tipo "A" de acordo com o sistema internacional de classificação de Köppen. A região ao norte da cidade de Boa Vista possui clima do subtipo "AWI", isto é, tropical chuvoso, com predomínio de savanas (região de campos gerais e uma mata de galeria que acompanha os cursos dos rios e dos igarapés), quente e úmido, com a estação chuvosa no verão. Bem ao norte do estado, o clima é do subtipo "AMI", ou seja, tropical chuvoso, com predomínio de chuvas de monsão (região de serras). Do centro ao sul do estado, o clima é do subtipo "AFI", isto é, tropical chuvoso, com predomínio de florestas (região de matas) (fig.1).

Através dos dados climatológicos fornecidos pelo Serviço Regional de Proteção ao Vôo de Manaus - SRPV-MN (IEMA) - Relatório Climatológico Diário, Divisão de Operações de Metereologia-DO-3), foi possível analisar o comportamento do clima nos últimos anos no município de Boa Vista.

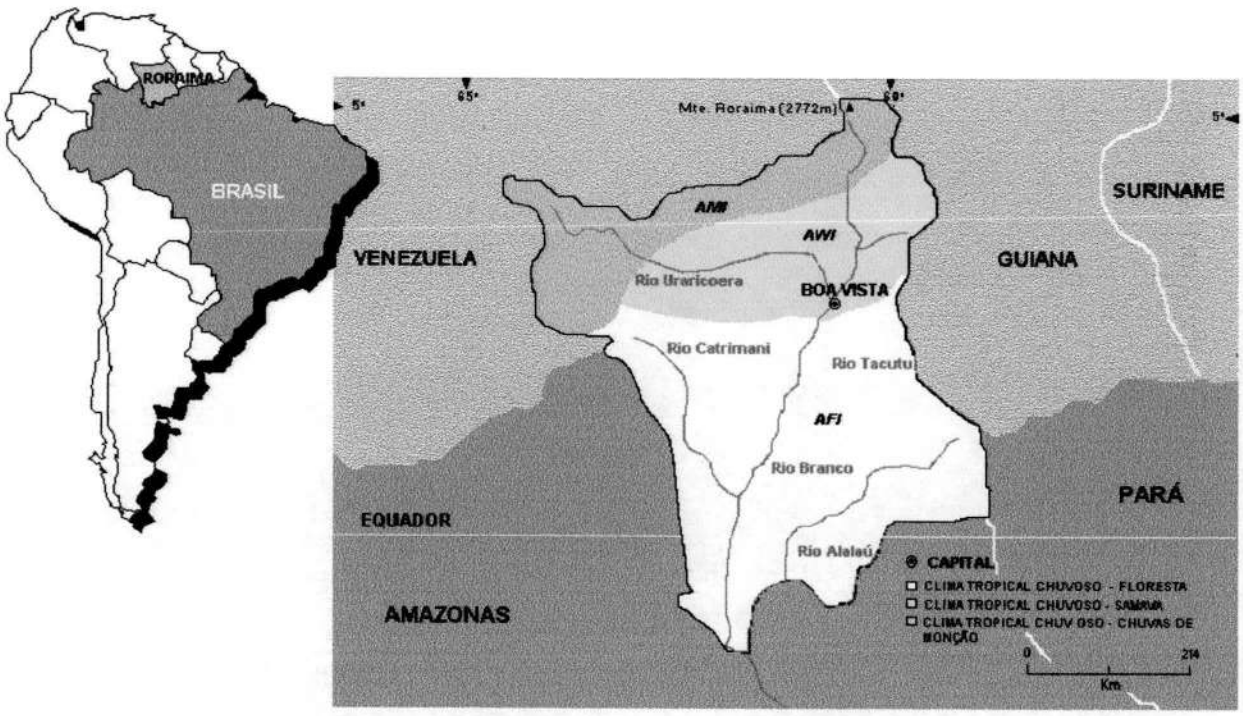


Fig. 1. Localização do estado de Roraima e seus tipos de clima, de acordo com o sistema internacional de Köppen.

2.1.1. Temperatura média compensada do ar (°C)

A temperatura média compensada do ar no município de Boa Vista apresentou-se, durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, com mínimas de 24,7°C em junho de 1992 e máximas de 30,3°C em abril de 1996, com uma amplitude de variação de 5,6°C (fig. 2).

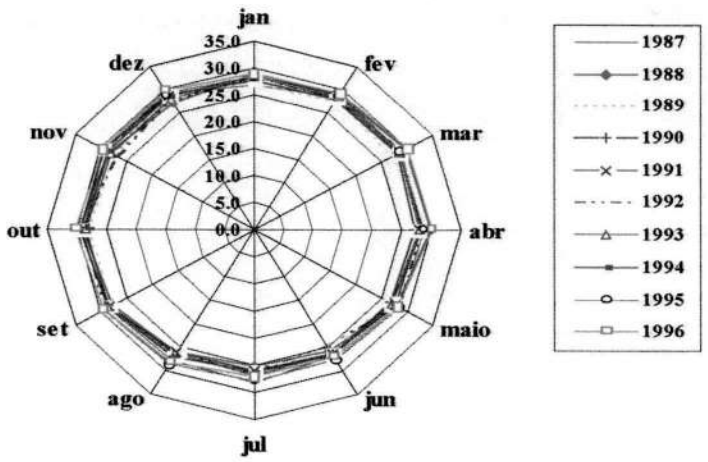
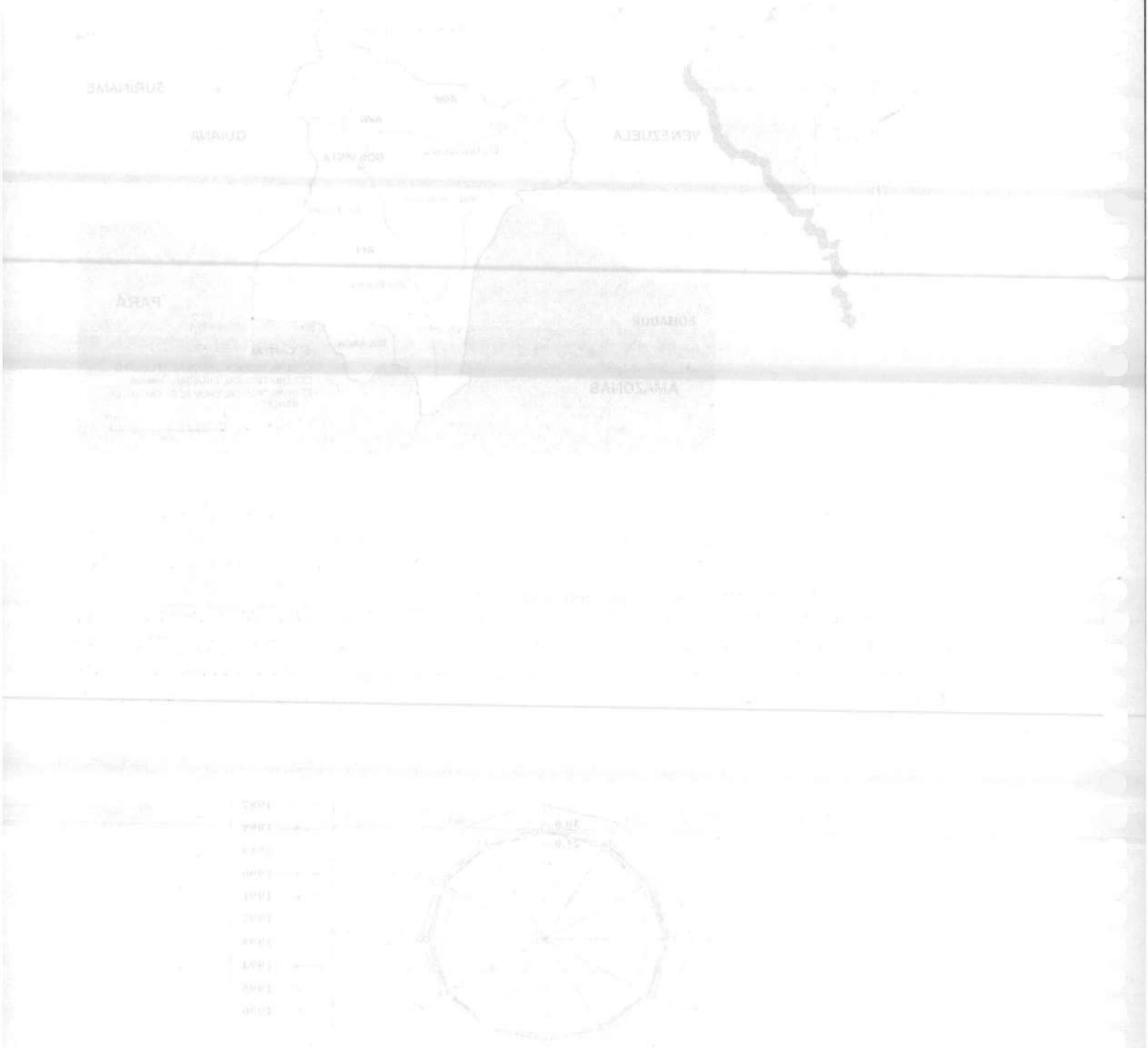


Fig. 2. Temperatura média compensada (°C) durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3).



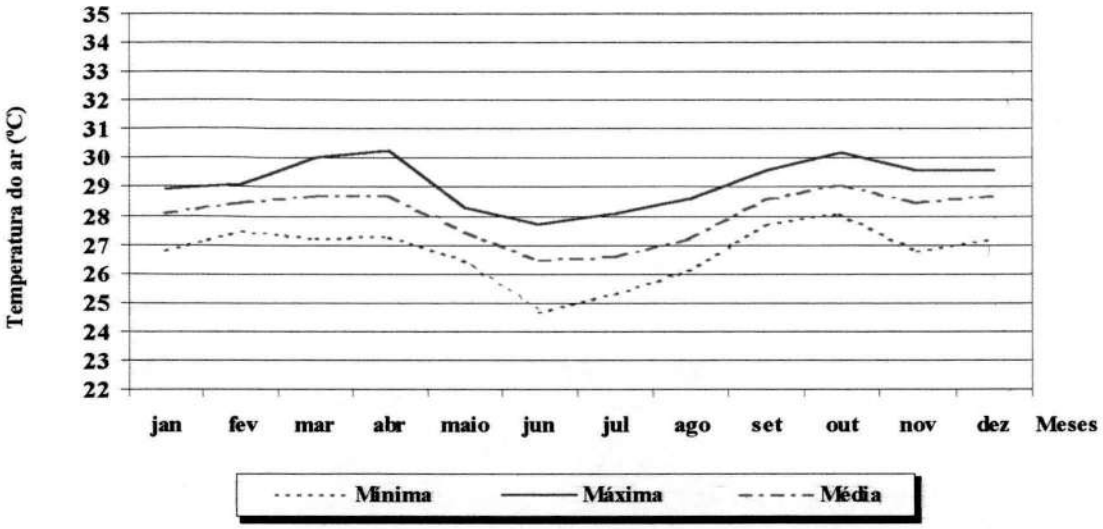


Fig. 3. Temperatura média compensada, mínima e máxima (°C) durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3).

A média da temperatura mensal no período de 10 anos atingiu o valor mínimo (26,5°C) em junho (chuva) e o máximo de (29,1°C) em outubro (seca), com amplitude de variação de 2,1°C e coeficiente de variação (10,23%) pequeno em relação à média das médias dos 10 anos (28,1°C) (fig. 3).

A amplitude de variação diminuiu de 1992 a 1997, com temperaturas mínimas mais altas, ocorrendo um pequeno aumento de temperatura no município de Boa Vista, tendo sido o maior aumento observado em 1996, em relação aos outros nove anos, quando os meses mais frios corresponderam aos de maior precipitação (cheia: junho-julho) e o mais quente correspondeu ao primeiro mês de seca (outubro) (fig. 4).

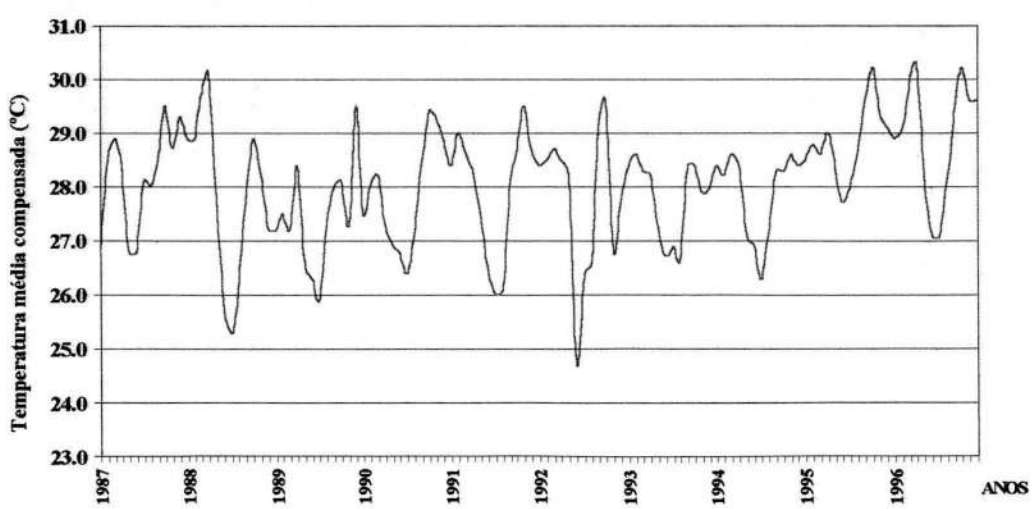


Fig. 4. Amplitude de variação da temperatura média compensada (°C) durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3).

2.1.2. Precipitação (mm)

A precipitação pluviométrica mensal total variou durante o período de 30 anos entre 1967 e 1996, de 0,0mm nos meses de janeiro de 1982, fevereiro de 1980 e 1994 e de março de 1996 a 541,4mm no mês de junho de 1996. A amplitude de variação mensal da precipitação nesse período foi de 541,4mm (fig. 5). Segundo Nimer (1972), o total anual da precipitação pluviométrica no estado de Roraima ficou, em geral, ao redor de 1.882mm; e o mês mais seco apresentou precipitação inferior a 60mm.

Oliveira (1929) registrou o regime de chuvas na bacia do rio Branco (1923 e 1924) e constatou a existência de duas estações bem definidas, sendo uma de seca ou de verão (outubro-março) e a outra de chuva ou inverno (abril-outubro), com precipitação anual inferior a 2.000mm, característica do Planalto Central.

Nos últimos 10 anos, de 1987 a 1996, vem diminuindo a quantidade de chuvas no município de Boa Vista como, também, houve a redução de mais de 50% da quantidade de chuvas nos meses de abril e outubro e uma concentração de chuvas nos meses de maio até agosto.

Entre 1967 a 1996, o mês de maior volume de precipitação foi o de junho de 1996; e de 1987 a 1996, ocorreu diminuição da precipitação em junho e aumento em julho, mostrando que está havendo mudança no ano hidrológico no município de Boa Vista (afastamento das pirâmides na fig. 5).

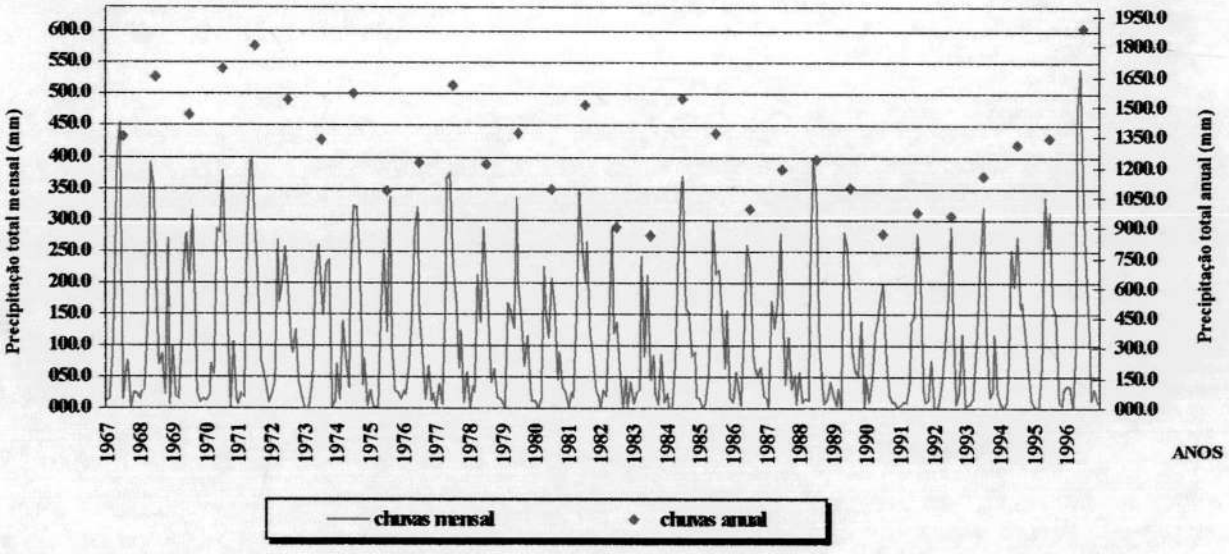


Fig. 5. Precipitação (mm) durante o período de 30 anos, de 1967 a 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3).

Apesar de julho ter sido o mês onde ocorreu aumento do volume de chuvas, nos anos de 1967 e 1983 houve um déficit de precipitação, 014,5 e 046,3mm, respectivamente, distando 16 anos de uma ocorrência para outra. No ano seguinte, a estas baixas ocorreu um aumento da precipitação no mesmo mês. Os maiores valores dos totais mensais nos 30 anos foram mais intensos em junho (fig. 6).

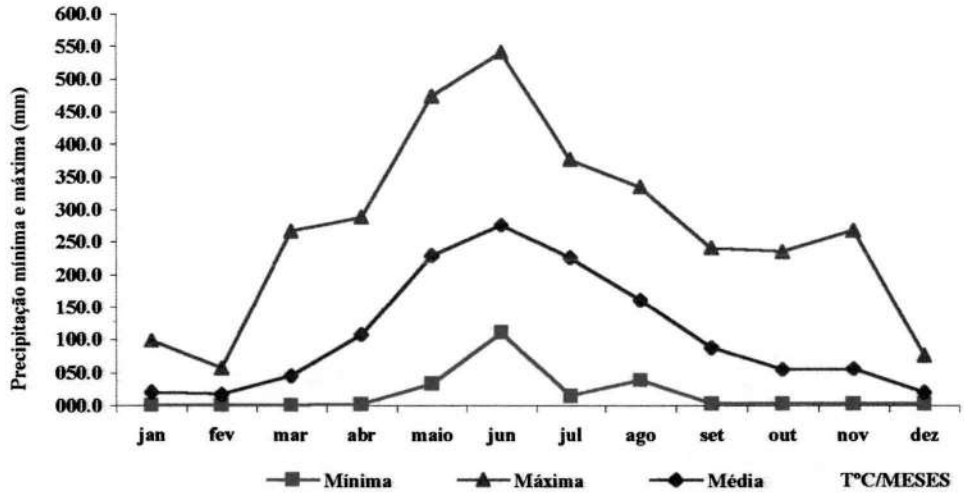


Fig. 6. Precipitação mínima, máxima e média (mm) durante o período de 30 anos, de 1967 a 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3).

No período de 1987 a 1996, notou-se a delimitação anual de quatro períodos, como segue: seca (outubro a março), enchente (abril e maio), cheia (junho e julho) e vazante (agosto e setembro).

Os totais anuais de precipitação nesses 30 anos variaram 861,2mm (em 1983) e 1.895,4mm (em 1996), provocando obstruções nos canais de drenagens dos igarapés dentro da cidade de Boa Vista e rompimento das estruturas de concretos e asfalto de algumas avenidas da cidade em 1996.

Houve um período mais seco no município de Boa Vista, entre os anos de 1990 a 1992, quando a precipitação total anual não ultrapassou 973,4mm. Durante o período de 30 anos já mencionado, o dia em que mais choveu foi 16 de maio de 1996 (90,6mm).

Notou-se modificação do volume de precipitação no período de enchente no referido município, quando a quantidade de chuvas em milímetros foi reduzida a quase a metade em abril e setembro e concentrou-se mais de maio a agosto (tab. 4).

Tab. 4. Somatório da precipitação total mensal (mm) a cada dez anos, no município de Boa Vista, durante um período de 30 anos (1967-1996).

ANOS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1967-1976	299.5	196.9	710.0	1197.9	2581.2	3067.1	2095.6	1944.8	1224.3	609.4	613.7	150.1	**14690.5**
1977-1986	087.6	217.2	324.9	1406.5	2023.8	2598.1	2033.9	1526.4	735.8	731.8	519.5	234.5	**12440.0**
1987-1996	206.8	082.1	319.8	**660.8**	2294.4	2655.0	2677.6	1329.8	**700.9**	**307.9**	564.4	221.0	**12020.5**

2.1.3. Umidade relativa (%)

Segundo Nimer (1972), a umidade relativa média anual em Boa Vista varia de 65 a 90% (INMET). Os dados de umidade relativa - média de 10 anos - adquiridos no IEMA-SRPV-MN-D0-3, mostrou variação de 57% em fevereiro de 1995 a 89% em julho de 1988, com

uma amplitude de variação de 32%, com uma conseqüente diminuição na umidade relativa (fig. 7).

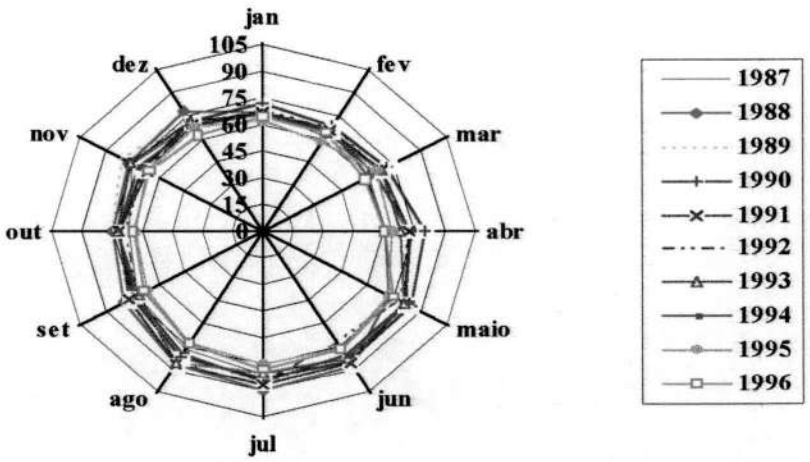


Fig. 7. Umidade relativa (%) durante o período de dez anos, de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3).

Os meses de menor umidade relativa (média) foram os de janeiro a abril, sendo o mês de fevereiro o que apresentou as umidades mais baixas, 64%, e os meses de altas umidades, que corresponderam aos de maior precipitação, foram maio a agosto, sendo o de julho o que apresentou a média mais alta, 82% (fig. 8).

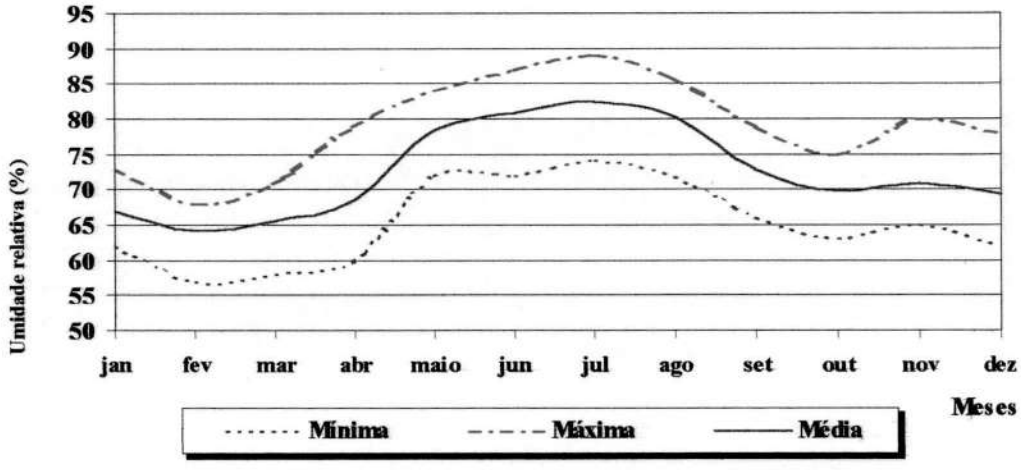


Fig. 8. Umidade relativa (%) mínima, máxima e média durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3).

Notou-se diminuição dos valores da umidade relativa nos dois últimos anos (1995 e 1996), apesar de haverem ocorrido aumentos na precipitação e na temperatura (fig. 9).

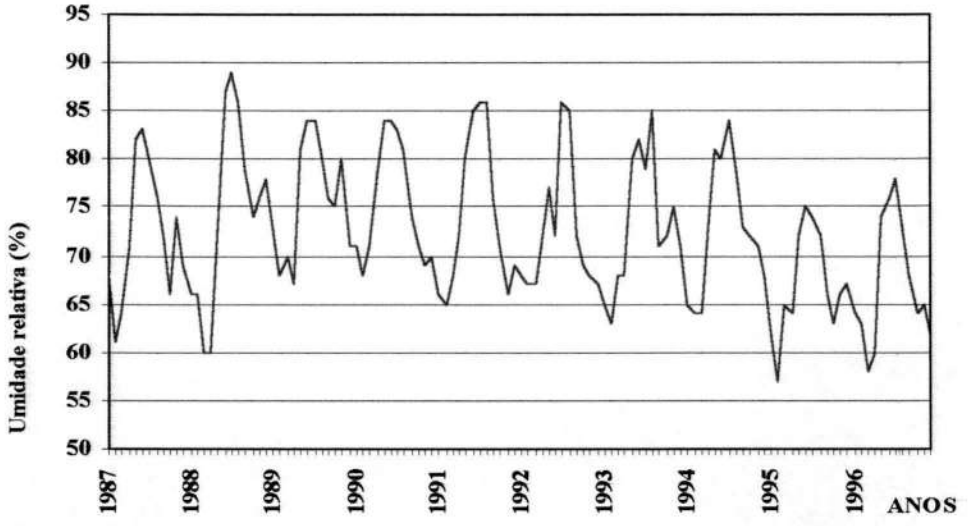


Fig. 9. Umidade relativa (%) durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3).

2.1.4. Velocidade do vento ($m.seg^{-1}$)

A média das velocidades mínimas do vento variou, no período de 10 anos, de $1,1m.seg^{-1}$ em junho e setembro de 1988 e agosto de 1990 e a média das máximas de $8,3m.seg^{-1}$ em fevereiro de
1995, o que permitiu classificar os ventos, conforme a Escala Anemométrica de Beaufort, desde "aragem" - $0,3\text{-}1,5m.seg^{-1}$ até "brisa" - $8\text{-}10,7m.seg^{-1}$. A amplitude de variação das velocidades foi de $7,2m.seg^{-1}$ (fig. 10).

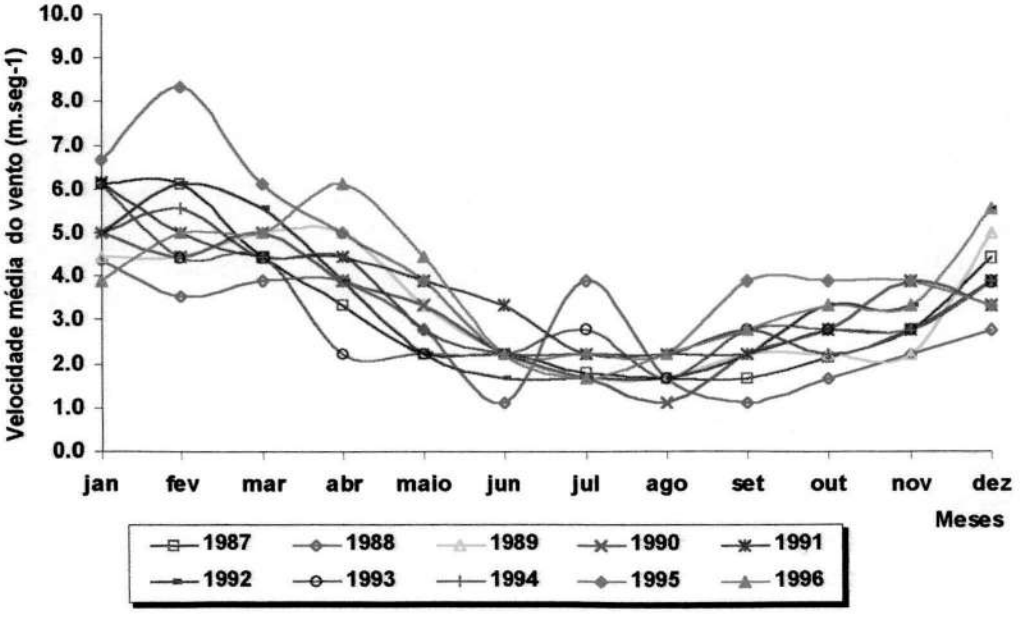


Fig. 10. Velocidade média do vento ($m.seg^{-1}$) durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3).

A velocidade do vento foi, nos 10 anos acima, maior nos meses de dezembro a maio, ou seja, no período seco e menor no chuvoso, principalmente, no mês de agosto (fig. 11). A velocidade média dos ventos foi maior nos meses de janeiro e fevereiro (5,3m.seg^{-1}) e menor nos de junho e julho (2,2m.seg^{-1}) (fig. 12).

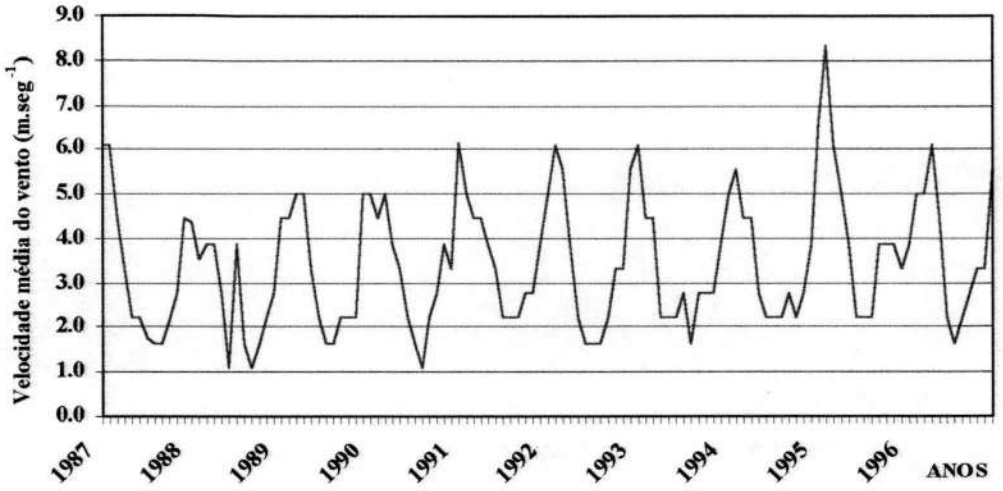


Fig. 11. Velocidade média do vento (m.seg^{-1}) durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3).

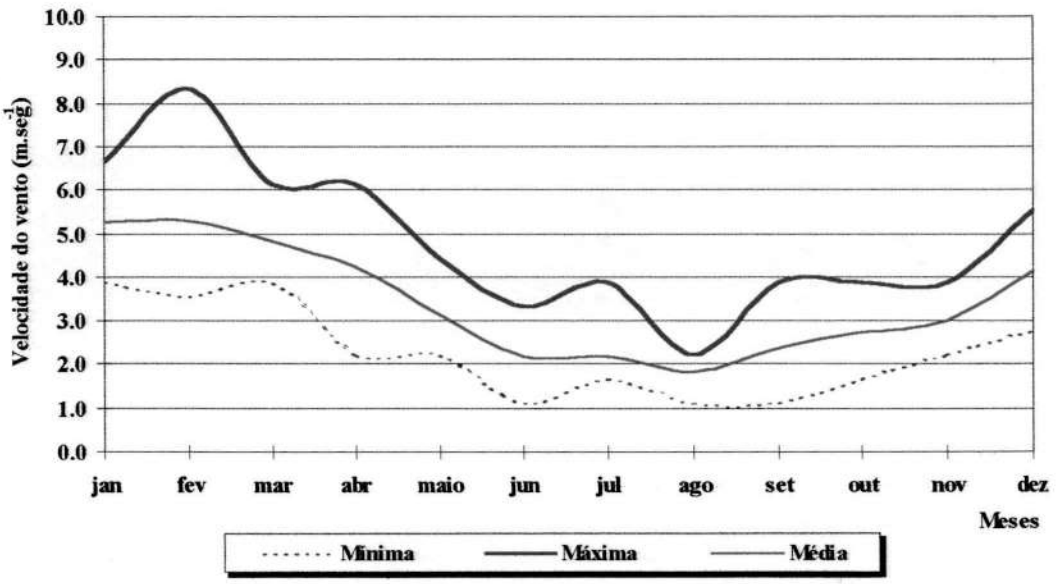


Fig. 12. Médias, mínimas e máximas da velocidade média do vento (m.seg^{-1}) durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO3).

2.1.5. Ventos predominantes (°) – 1ª e 2ª direções

O sentido de deslocamento do vento mostrou como padrão de primeira direção leste-nordeste (ENE), deslocado 60° da direção norte-sul durante os períodos de seca dos anos 1987 a 1992; e por ocasião do período chuvoso, foi dos tipos leste-nordeste (ENE), norte (N), norte-noroeste (NNW), nordeste (NE), oeste-noroeste (WNW), sul (S) e leste (E). Entre 1993 e 1996, não ocorreu modificação dos ventos durante os períodos seco e chuvoso, tendo permanecido sempre do tipo leste (E) deslocado 90° da direção norte-sul.

No caso dos ventos de segunda direção, o sentido de seu deslocamento no período seco foi leste-nordeste (ENE) de 1987 a 1993 e leste (E) de 1994 a 1996. No período chuvoso, foram dos tipos norte-nordeste (NNE), nordeste (NE), noroeste (NW), leste-sudeste (ESSE) e sul-sudeste (SSE) (fig. 13).

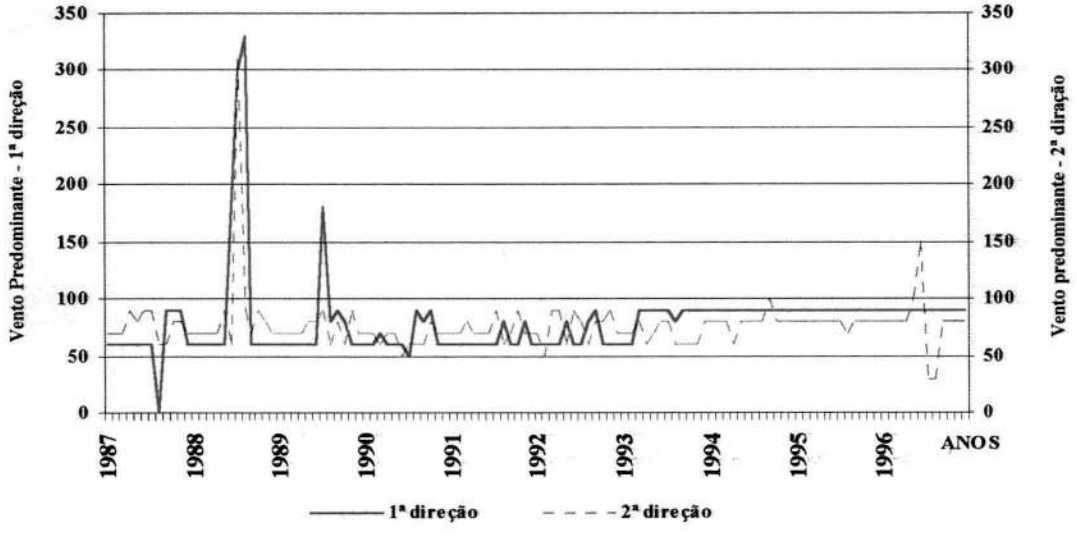


Fig. 13. Vento predominante - 1ª e 2ª direções - (°) durante o período de janeiro de 1987 a dezembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3).

2.2. Vegetação

A vegetação das margens tanto do igarapé quanto do rio é bastante diversificada e encontra-se fortemente condicionada aos processos de colmatação natural e a fatores geomorfológicos como a elevada concentração de material em suspensão. Ambos grupos de fatores são gerados pelas inundações nos períodos de enchente, formando a área de várzea. A vegetação adaptada depende, fundamentalmente, da relação entre o relevo e o regime de chuvas.

A vegetação nas nascentes dos igarapés é composta, quase que exclusivamente, por *Mauritia flexuosa* L., "buriti" (Palmae), que segue acompanhando quase todo o percurso dos

igarapés. No entorno, a vegetação é do tipo savana, com gramíneas e plantas esparsas, de portes arbustivo e arbóreo, como *Solanum* sp., "caimbé" (Solanaceae), *Bowdichia virgilioides* Kunth, "paricarana ou sucupira" (Leguminosae) e *Byrsonima crassifolia* Kunth, "muricí-do-campo" (Malpighiaceae).

Outras palmeiras comumente encontradas ao longo dos percursos das margens dos ambientes lóticos analisados foram: *Bactris* sp., "jauari", *Euterpe oleracea* Mart., "açai" e *Raphia taechigera* Mart., "jupatí" todas Arecaceae, associadas com *B. crassifolia* Kunth, "muricí" (Malpighiaceae), *Caraipa* sp. (Guttiferae), *Cassia* sp (Leguminosae), *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh "camu-camu" (Myrtaceae), *Psidium* sp., "araçá" (Myrtaceae), *Sacoglottis* sp. (Humiriaceae), *Securidaca* sp. (Polygalaceae) e *Solanum* sp., "caimbé" (Solanaceae).

As macrófitas aquáticas mais freqüentes nas margens do igarapé e do rio foram: *Anacharis* sp., "elódia" e *Egerea* sp. - ambas Hidrocharitaceae - *Eichhornia azurea* Kunth, "mururé" (Pontederiaceae), *Hymenachne amplexicaulis* Nees, "rabo-de-raposa" (Gramineae), *Montrichardia arborescens* Schott, "aningá" (Araceae), *Panicum elephantipes* Nees, "canarana" (Gramineae), *Paspalum* sp. (Gramineae) e *Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze (Hymenophyllaceae, Pteridófita).

Lima (1956) afirmou que as palmeiras e os tipos vegetacionais acima citados são constantes na vegetação das áreas de várzeas do Amazonas e que é marcada a presença de espécies pioneiras em áreas onde ocorre deposição de sedimentos, como é o caso de "aningá" (*Montricardia arborescens* Schott).

A vegetação forma um tipo de cobertura semi-aberto, cujas copas seguem quase toda extensão do corpo d' água. A ausência de vegetação em partes das margens dos dois sistemas ora estudados é devida às derrubadas da mata para construção de casas de veraneio e aumento da área disponível para os banhistas.

2.3. Solo

O solo da área coberta pela savana é pobre em argila na parte superior, por conta ou da lixiviação ou da hidrólise da própria argila. Nas partes mais superficiais da savana, a cor do solo é mais cinzenta. Já o solo na área de floresta é constante e, apesar da presença de areia lavada, não foi constatado empobrecimento da argila. Há sinais que favorecem a hipótese de uma tendência natural de avanço da floresta sobre a savana, porém, o fogo de origem antrópica pode ter favorecido um equilíbrio estacionário ou mesmo o recuo da floresta (Silva, 1993).

Sedimentos semi-consolidados da Formação Boa Vista formam, no centro-leste da área, o extenso pediplano dos "lavrados" (campos gerais). Freqüentemente, sedimentos mais recente e sub-recentes do Holoceno recobrem essas formações, atapetando os leitos da rede de drenagem e completando a coluna paradigma regional (Brasil, 1975 e Schaefer *et al.*, 1994). A Formação Boa Vista é constituída por sedimentos predominantemente arenosos, inconsolidados, mal selecionados, com argilas arenosas e níveis de cascalhos intercalados. Recobre, discordantemente, o complexo Guianense, a Formação Surumu e intrusivas afins, a Suíte Básica Apoteri e a Formação Tacutu. Graças à sua relação com a "Formação Mesa", na Venezuela, a Formação Boa Vista é considerada pleistocênica, possivelmente, com extensão até o Plioceno. Tem cerca de 30m de espessura, ocupa área de aproximadamente 20.000km^2

na grande planície que contitui os campos gerais e abrange a região do baixo rio Uraricoera, médio e baixo rio Parimé, médio e baixo rio Tacutu, alto rio Branco e baixo rio Mucajaí. A formação é rica em diatomito, laterita e turfas (Brasil, 1975 e Schaefer *et al.*, 1994).

2.4. Ecossistemas aquáticos

A maioria dos ecossitemas aquáticos do complexo amazônico está presente no Estado de Roraima, representada por extensos rios, paranás, igarapés, planícies de inundação (várzeas e igapós) e represas, todos, sem exceção, até agora, pouco investigados no que tange a seus aspectos hidrológico, biológico e ecológico.

O sistema de drenagem na região norte está condicionado ao regime pluvial, com abundantes precipitações que, por sua vez, dependem do comportamento geral da atmosfera da zona intertropical sul-americana (Soares, 1977).

Os ecossistemas estudados - o igarapé Água Boa e o rio Cauamé (de <3ª ordem, segundo o método de Horton-Strahler) - são afluentes do rio Branco, que corta quase toda a extenção do estado de Roraima. Estão localizados, aproximadamente, a 20km e 5km, respectivamente, da cidade de Boa Vista (Fig. 14). Ambos sistemas possuem águas claras, segundo a classificação de Sioli (1950). Entretanto, nas épocas de enchente e cheia, a água do rio Cauamé torna-se branca, conforme esta mesma classificação, formando grandes áreas de várzeas.

2.4.1. Igarapés

A palavra igarapé deriva do tupi "*igara*", que significa "aberta, passagem de canoas entre as vegetações aquáticas" e "*pé*", caminho (Bueno, 1968); também, é um termo utilizado na Amazônia Brasileira para definir um pequeno rio, às vezes navegável (Ferreira, 1993).

No período de precipitação, alguns desses igarapés formam áreas alagadas (várzeas), com volume, correnteza e extensão que, em outros estados brasileiros, podem ser confundidos com rios.

Os pequenos rios são caracterizados por um contínuo movimento da água rio abaixo, dissolvendo substâncias e suspendendo partículas. As características hidrológicas, químicas e biológicas desses ambientes são refletidas pelo clima, pela geologia e pela cobertura vegetal da bacia de drenagem (Likens *et al.*, 1977).

A maioria dos igarapés na área de savana do Estado de Roraima é de águas claras, porém, no período chuvoso, as águas de alguns igarapés ficam com muito material em suspensão e são consideradas brancas, enquanto que os rios são geralmente de águas brancas como, por exemplo, os rios Urariquera, Branco, Mucajaí e Cauamé.

Os igarapés e rios do estado de Roraima apresentam suas águas com caráter, predominantemente, oligotrófico-ácido, como são os ambientes lóticos na região amazônica (Uherkovich, 1981).

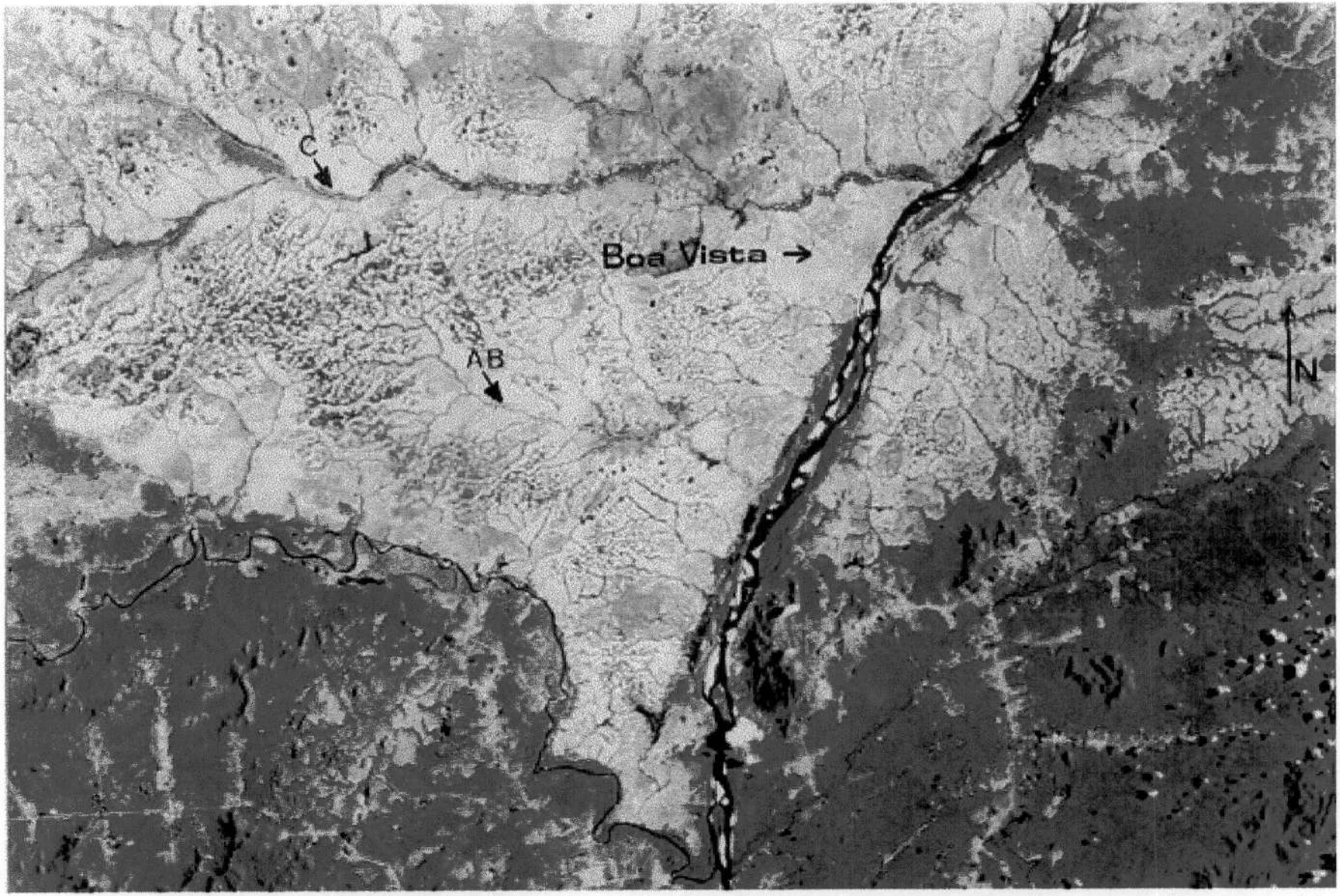


Fig. 14. Localização do rio Cauamé (**C**) e do igarapé Água Boa (**AB**) em área de savana, no Município de Boa Vista, Estado de Roraima (FONTE: INPE - IMAGEM SATÉLITE LANDSAT 5TM - 1994).

2.4.2. Estações de coleta

As estações de coletas foram estabelecidas levando em consideração a facilidade de acesso aos locais, as áreas utilizadas por banhistas e as construções de casas de veraneio nas margens dos cursos d'água. As três estações foram assim distribuídas:

Igarapé Água Boa – de água clara nos períodos seco e chuvoso (Sioli, 1950) (fig. 15):

Estação 1. AB1 - Localizada a 2° 45' 87.6" N e a 60° 55' 39.9" W, na gleba "Tapuã". A área é utilizada para banho (fig. 16-17).

Estação 2. AB2 - Localizada a 2° 44' 81.8" N e a 60° 53' 50.0" W, à jusante da primeira, em área desmatada e que mostra sensível retirada de areia para fins comerciais, denotando um processo de erosão acentuado. Local utilizado para limpar buchos de bois abatidos no matadouro público (fig. 18-19).

Estação 3. AB3 - Localizada a 2° 43' 09.9" N e a 60° 48' 41.9" W, na gleba "Olho d'Água", abaixo do local que recebe os dejetos do matadouro público e acima da área de inundação do Rio Branco (fig. 20-21).

Rio Cauamé – de água clara no período seco e de água branca no período chuvoso (Sioli, 1950) (Fig. 22):

Estação 1. C1 - Localizada a 2° 51' 62.7" N e a 60° 43' 33.3" W, na desembocadura do Igarapé Caranã, na Praia Caranã. Área com grandes bancos de areia e bares de madeira, bastante utilizada por banhistas (Fig. 23-24).

Estação 2. C2 - Localizada a 2° 52' 28.5" N e a 60° 40' 39.5" W, na proximidade da Ponte do Cauamé. As praias são formadas por grandes bancos de areia e possuem um restaurante bastante utilizados por banhistas (Fig. 25-27).

Estação 3. C3 - Localizada a 2° 45' 87.6" N e a 60° 55' 39.9" W, na Praia do Curupira, uma das mais utilizadas pelos banhistas por ter mais bares e festivais e ser mais próxima de seu afluente, o Rio Branco (Fig. 28-29).

A localização das estações foi norteada pelas três razões principais seguintes: (1) detectar se há influência dos dejetos do matadouro local e dos dejetos domésticos na qualidade das águas do igarapé e do rio, bem como em sua ficoflórula; (2) verificar se há recuperação natural da qualidade das águas do igarapé e do rio - e até que ponto - no sentido de sua desembocadura no Rio Branco; e (3) observar o processo da dinâmica da comunidade das algas do perifiton devido às mudanças provocadas pelos fatores bióticos e abióticos.



Fig. 15. Localização das estações de coletas no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima (FONTE: INPE - IMAGEM SATÉLITE LANDSAT 5TM - 1994).

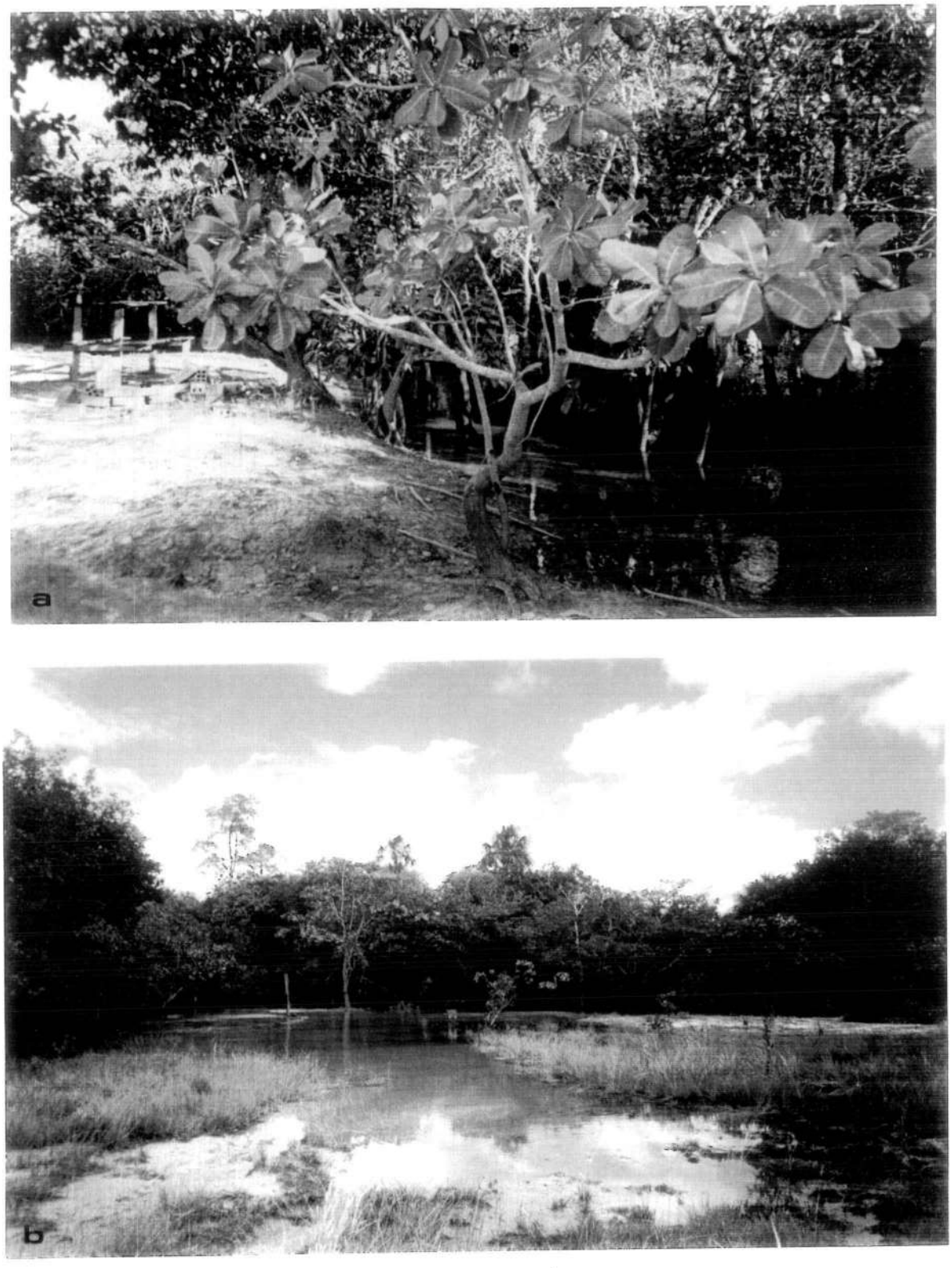


Fig. 16. Localização da estação AB1 no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, (a) enchente e (b) cheia.

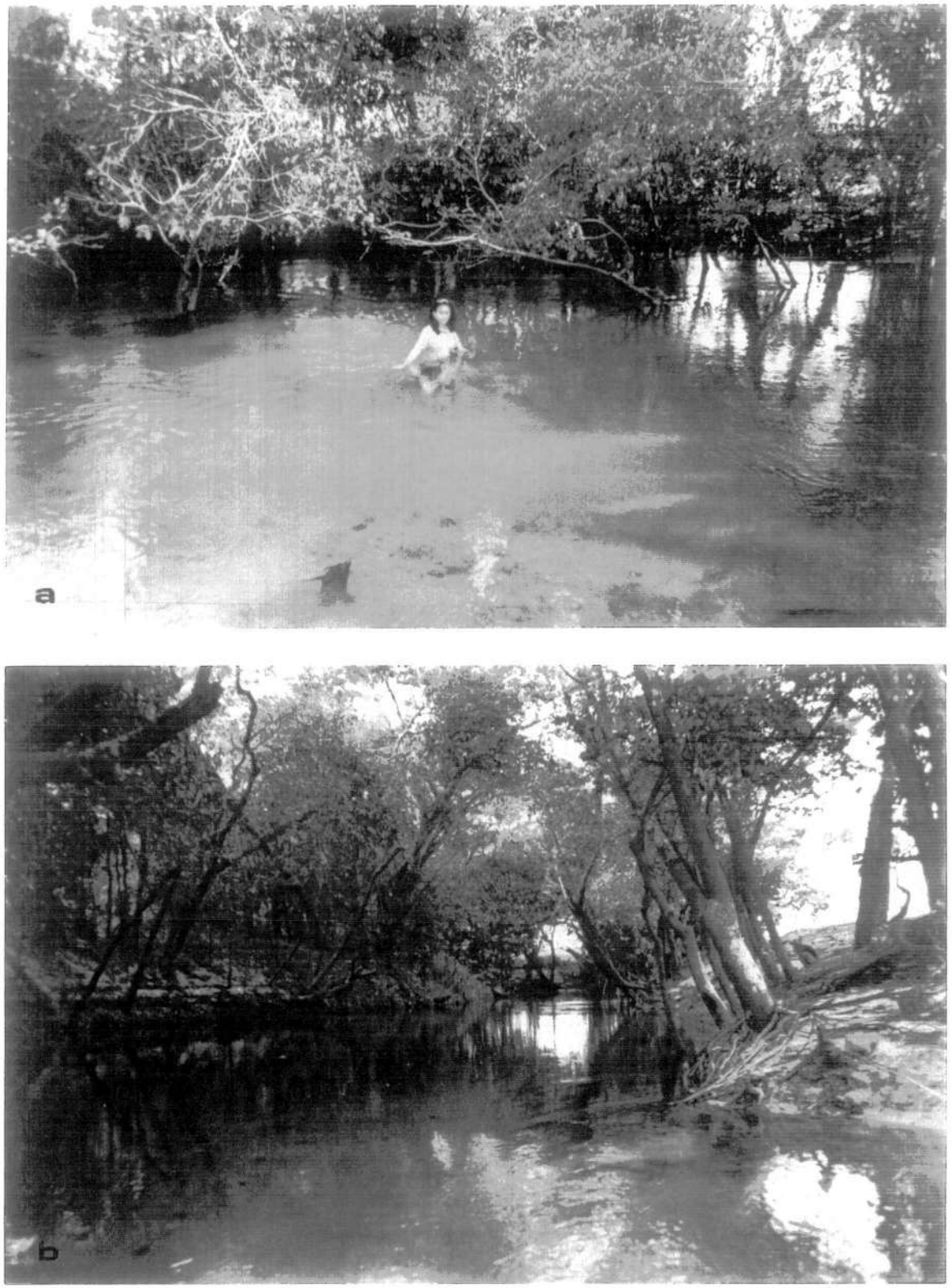


Fig. 17. Localização da estação AB1 no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, (a) vazante e (b) seca.

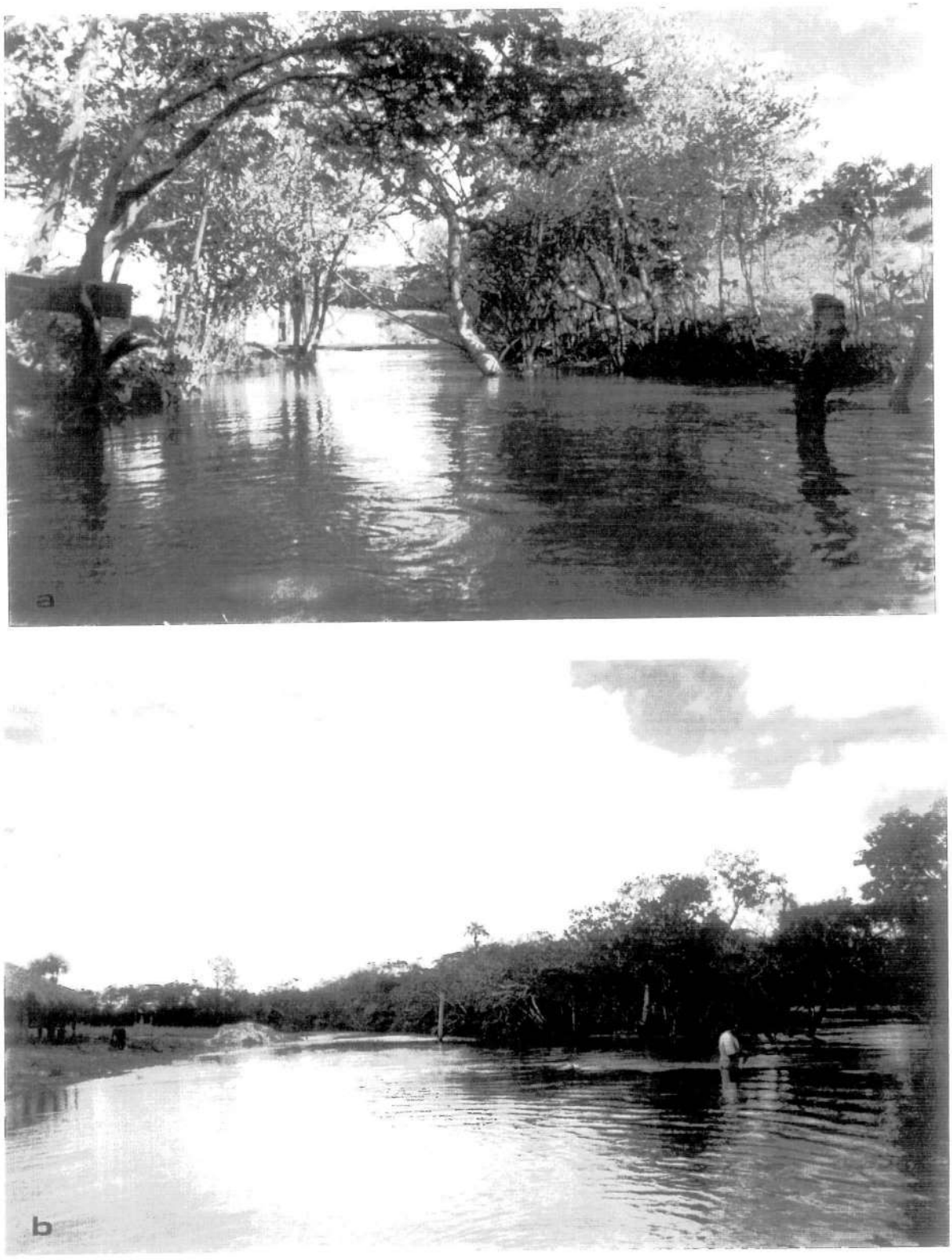


Fig. 18. Localização da estação AB2 no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, (a) enchente e (b) cheia.

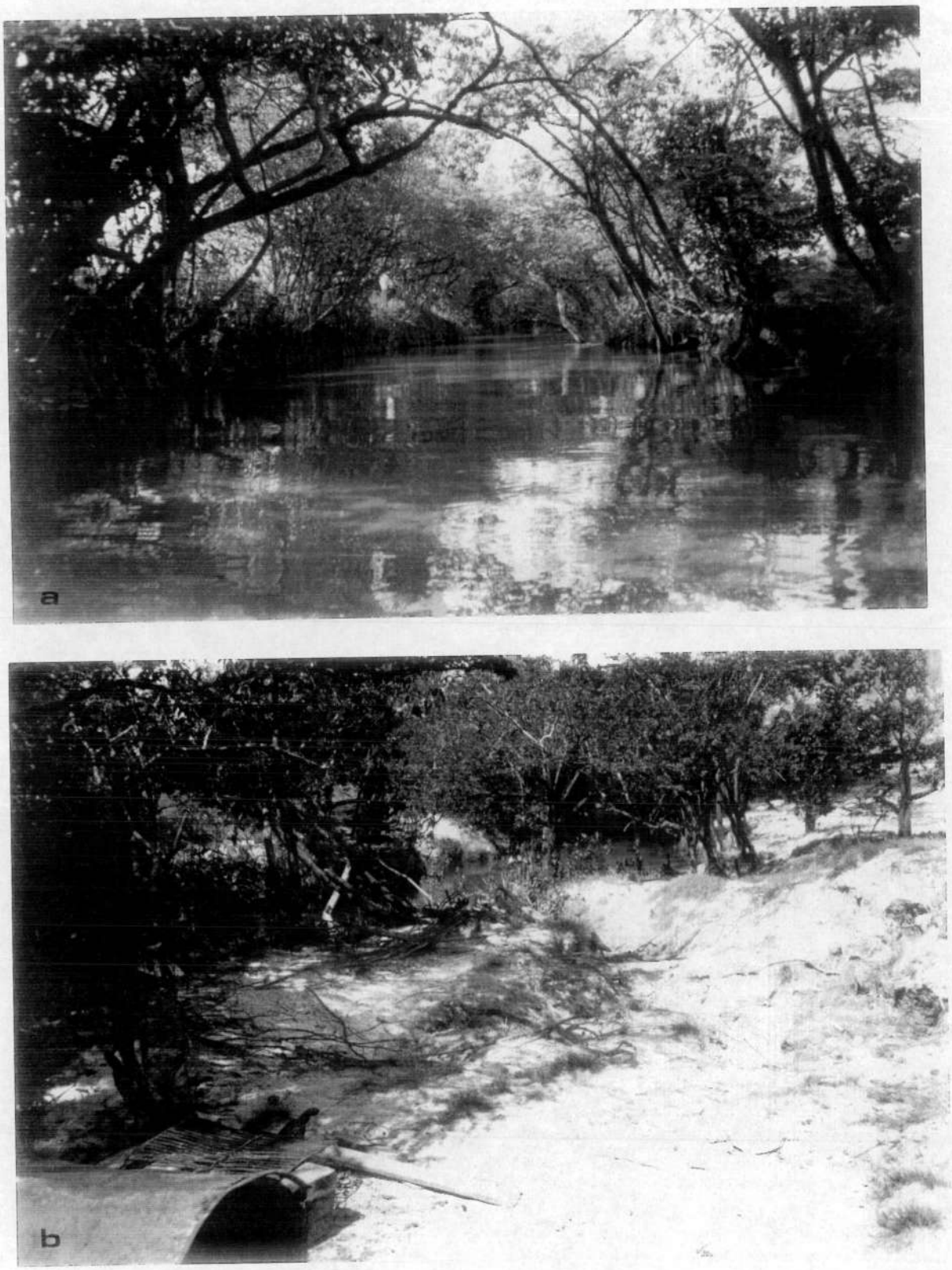


Fig. 19. Localização da estação AB2 no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, (a) vazante e (b) seca.



Fig. 20. Localização da estação AB3 no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, (a) enchente e (b) cheia.



Fig. 21. Localização da estação AB3 no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, (a) vazante e (b) seca.



Fig. 22. Localização das estações de coletas no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima (FONTE: INPE - IMAGEM SATÉLITE LANDSAT 5TM - 232-058 01/05/1999).

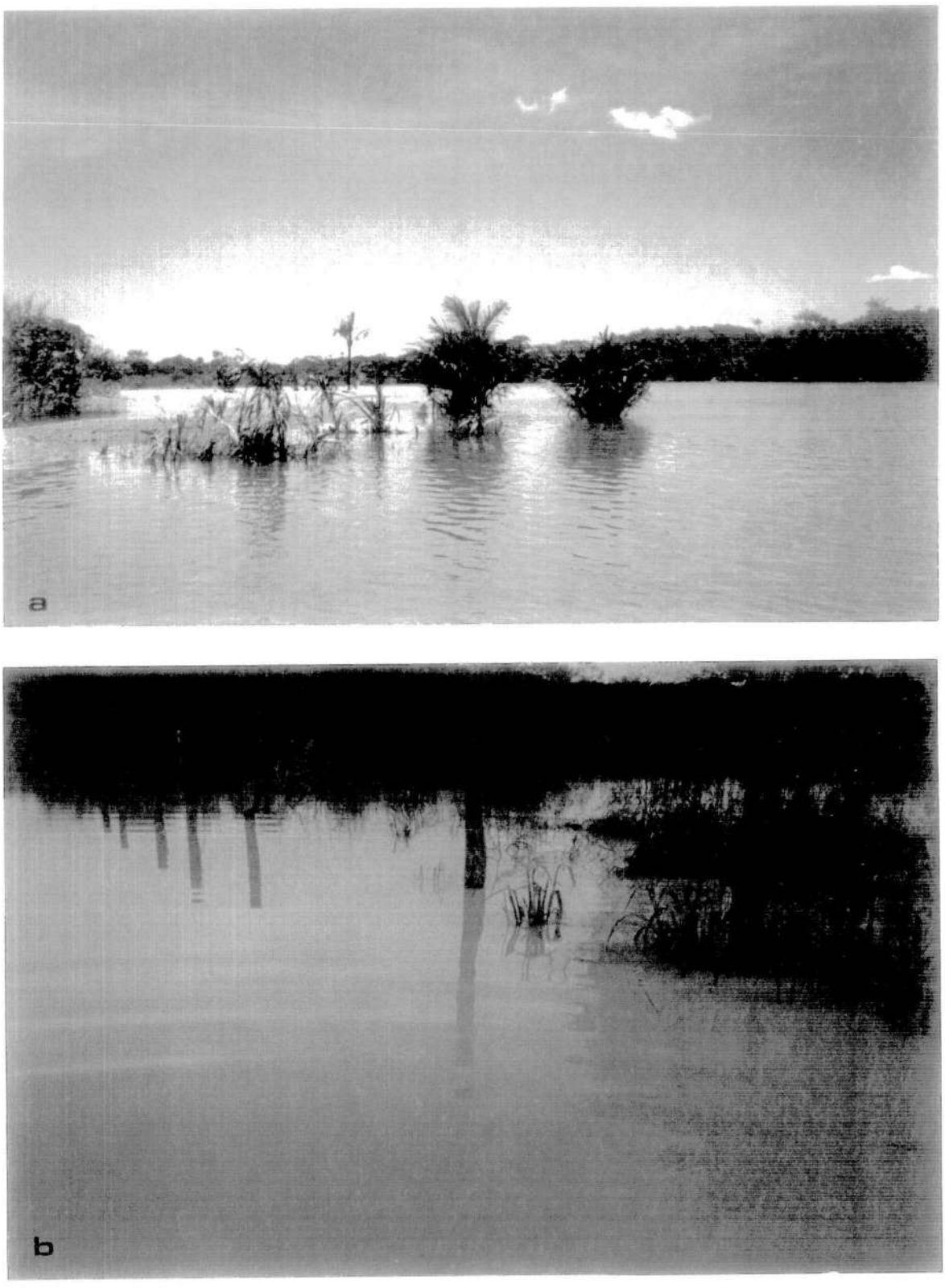


Fig. 23. Localização da estação C1 no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, (a) enchente e (b) cheia.

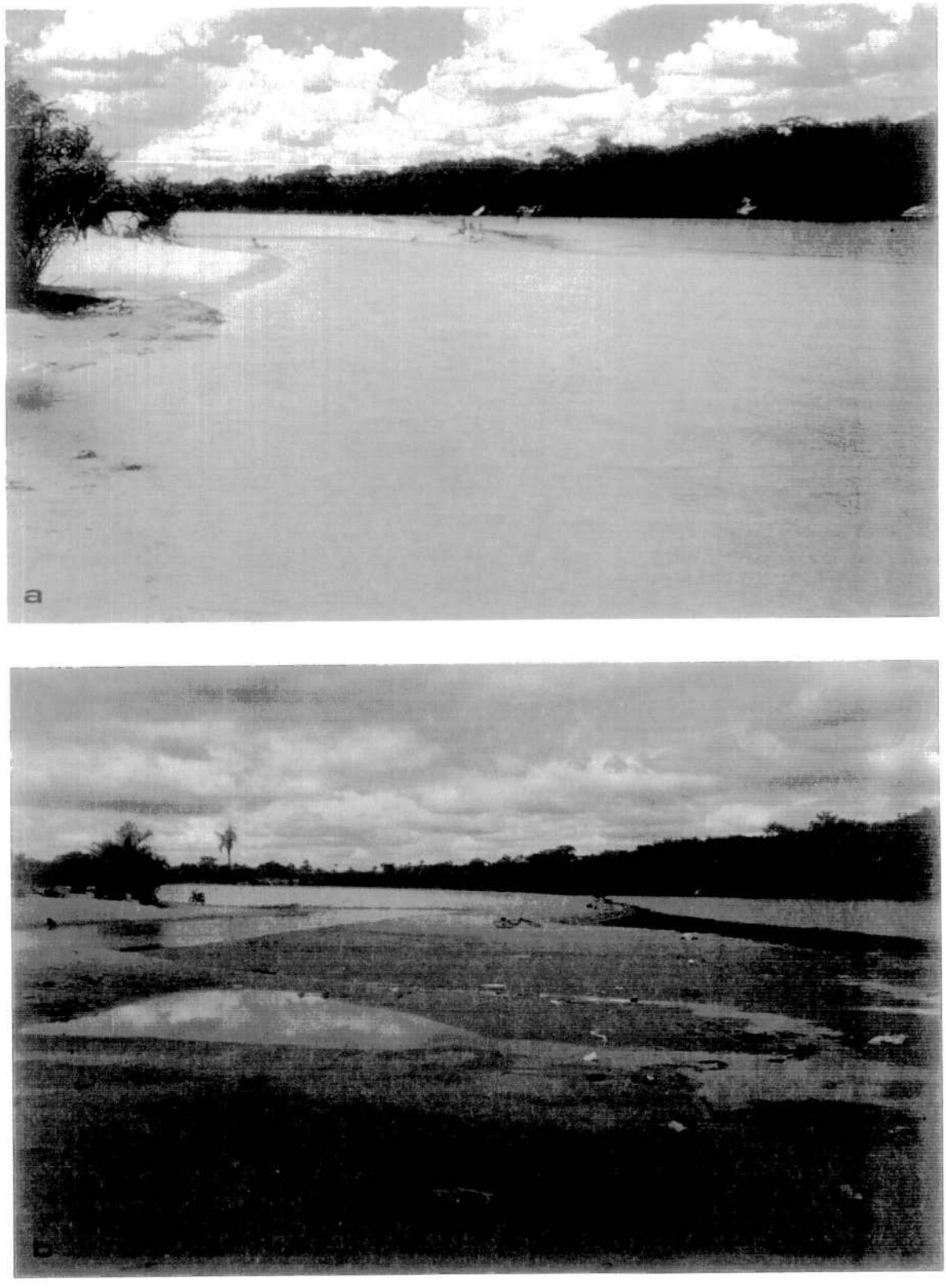


Fig. 24. Localização da estação C1 no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, (a) vazante e (b) seca.

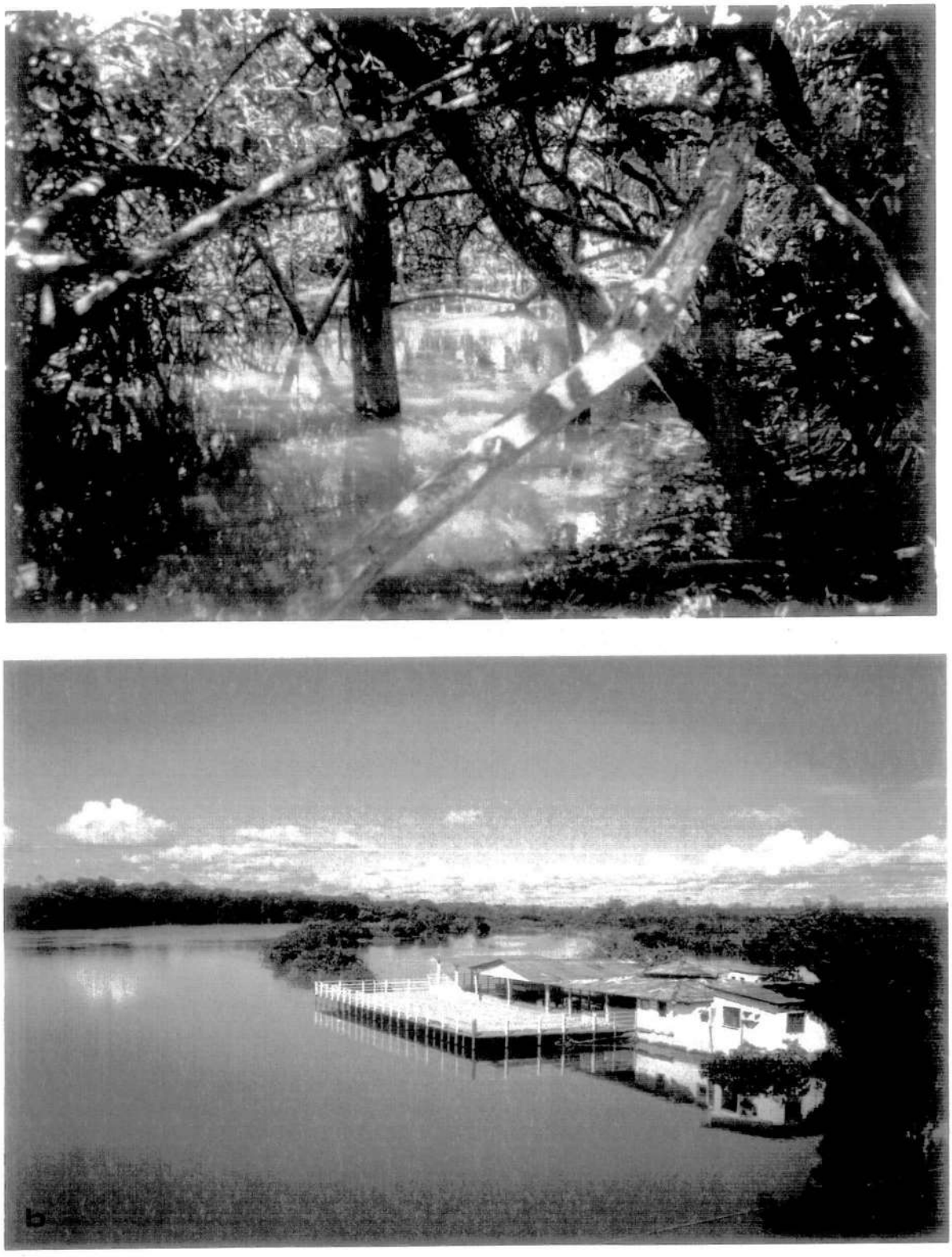


Fig. 25. Localização da estação C2 no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, (a) enchente e (b) cheia.

UERR - MULTITECA CENTRAL



Fig. 26. Localização da estação C2 no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, durante a enchente mostrando grande quantidade de sólidos totais em suspensão (a) e espuma associada a latas de cervejas e refrigerantes (b).

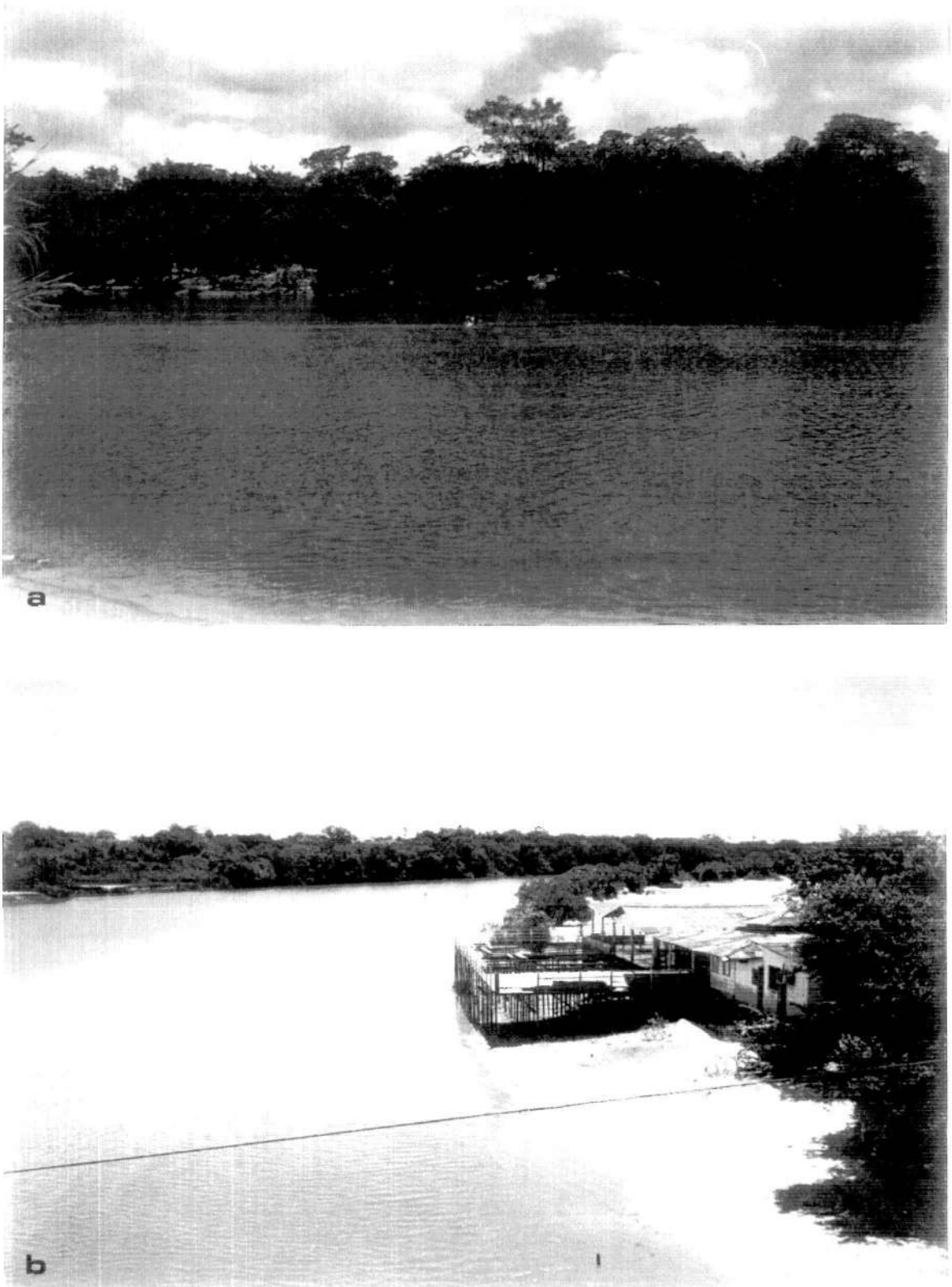


Fig. 27. Localização da estação C2 no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, (a) vazante e (b) seca.

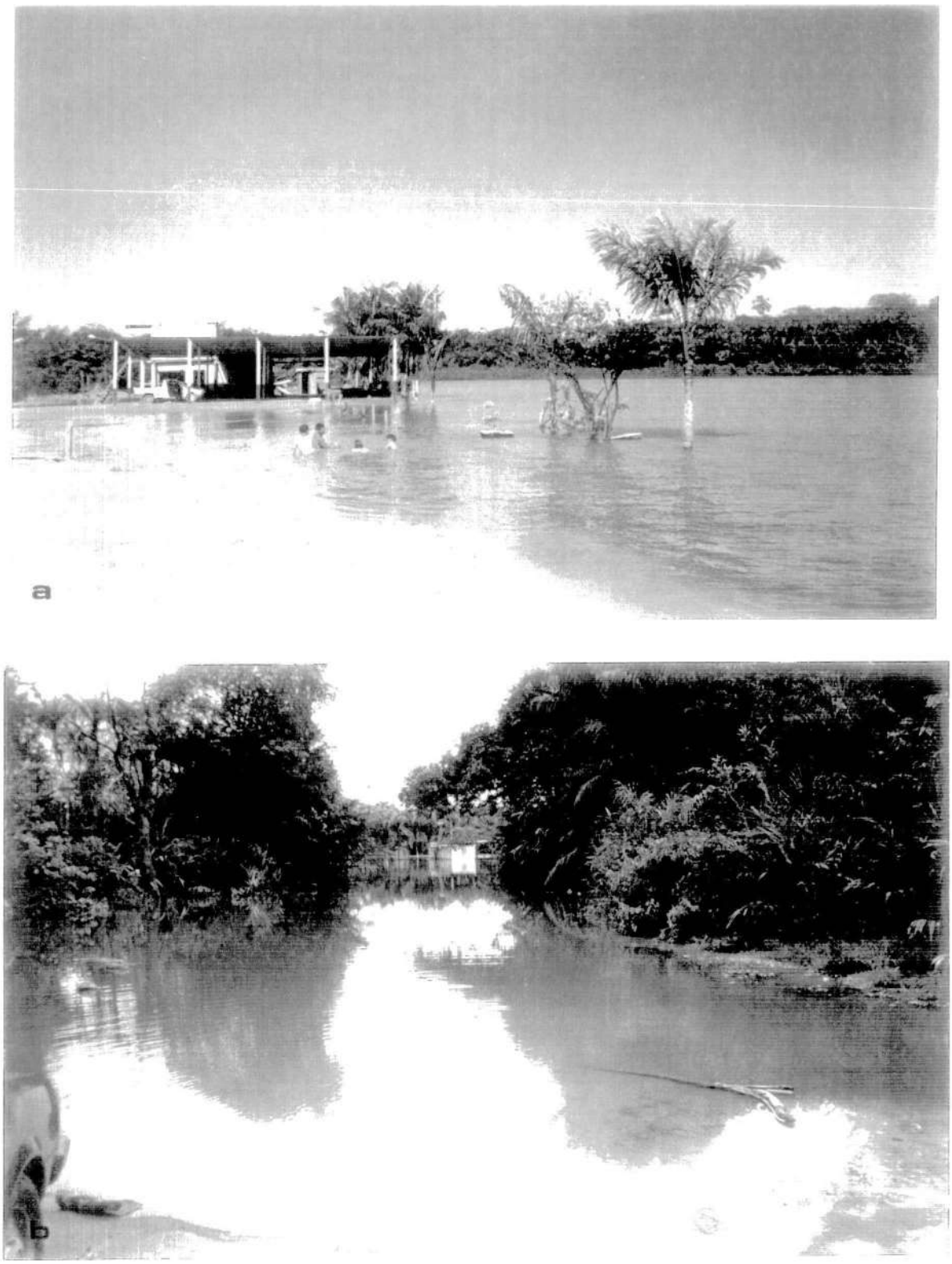


Fig. 28. Localização da estação C3 no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, (a) enchente e (b) cheia.



Fig. 29. Localização da estação C3 no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, (a) vazante e (b) seca.

3
MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Coleta de amostras

Foram realizadas mensalmente tanto no Igarapé Água Boa quanto no Rio Cauamé, durante 13 meses sucessivos, de novembro de 1995 a novembro de 1996, para caracterizar a variabilidade natural dos codeterminantes ambientais dos tipos climáticos locais, físicos e químicos da água e biológicos (especialmente do ficoperifiton), com base no regime de chuvas locais e de maneira a cobrir um ciclo sazonal completo, ou seja, as épocas de enchente, cheia, vazante e seca.

A cada vez, foram feitas coletas de material ficológico e de amostras de água próximo à superfície de cada estação de coleta para as determinações químicas, as quais foram armazenadas em frascos de polietileno e acondicionadas no escuro, em caixa de isopor contendo gelo imediatamente após terem sido coletadas. Simultaneamente, foram feitas medidas "*in loco*" de certas variáveis físicas e levantadas as condições climáticas do dia. Toda a metodologia descrita nos manuais especializados e recomendada para o presente tipo de pesquisa foi, entretanto, previamente testada e padronizada para a realidade dos dois sistemas lóticos, através de uma coleta-teste feita em outubro de 1995.

A coleta de material para estudar a distribuição espacial dos grupos de algas nos ambientes estudados foi realizada das duas formas seguintes: (1) no caso das folhas de *Montrichardia* sp. e "caimbé", cuja largura é usualmente superior a 4cm, foram coletados três fragmentos de forma quadrada, cuja área foi calculada multiplicando-se a altura **A** do dito fragmento pela sua altura **B** e o produto de ambas multiplicado por dois, pois são duas as faces do fragmento que permitem o estabelecimento de perifiton; e (2) no caso das folhas de largura menor que 4cm, como as de *Paspalum* sp. e *Anacharis* sp., foram feitas coletas de três folhas inteiras, cuja área foi obtida multiplicando-se o comprimento **A** total da folha (medido com régua) pela sua largura **B** na base. Neste caso, por conta da forma aproximadamente triangular dessas folhas, o produto anterior já nos dá o valor da superfície do triângulo multiplicado por dois, por que duas são as faces da folha sujeitas à fixação do perifiton. Os outros substratos seguiram a metodologia apresentada nas formas 1 ou 2, de acordo com seu aspecto morfológico.

As raspagens das algas perifíticas foram realizadas com lâminas de aço e escova macia e diluído em volume conhecido. As amostras foram fixadas e preservadas com solução de Transeau, preparada segundo Bicudo & Bicudo (1970) e utilizada na proporção de 1:1 com a água da própria amostra.

3.2. Variáveis climáticas

Foram providenciadas medidas das seguintes variáveis climáticas referentes à região ou, mais especificamente, às áreas das estações de coleta: temperatura do ar (°C), precipitação pluviométrica (mm), umidade relativa (%), velocidade do vento ($m.seg^{-1}$) e ventos predominantes (orientação: primeiro e segundo sentidos – °); e foram adquiridos do Serviço Regional de Proteção ao Vôo de Manaus - SRPV (IEMA) - Relatório Climatológico Diário, Divisão de Operações de Meteorologia (DO-3). As medidas foram realizadas na Base Aeronáutica de Boa Vista, Estado de Roraima.

3.3. Variáveis ambientais físicas e químicas

3.3.1. Temperatura da água e do ar

As temperaturas da água e do ar foram medidas em graus centígrados (Celsius) (°C), através da leitura direta com termômetro de mercúrio com marcação em décimos de grau.

3.3.2. Turbidez

A turbidez foi medida em unidades nefelométricas de turbidez (UNT) com turbidímetro de marca Polilab, modelo AP 1000 II.

3.3.3. Condutividade elétrica

Foi medida em microssiemens por centímetro ($\mu S.cm^{-1}$) utilizando um condutivímetro de marca Digimed, com termômetro para ajuste da medida obtida.

3.3.4. Potencial hidrogeniônico (pH) e alcalinidade

Para medir o pH foi utilizado um potenciômetro digital portátil, de marca Corning, com o auxílio de eletrodos de vidro calibrado com solução tampão para pH 4,0 e 7,0.

A alcalinidade foi determinada potenciometricamente, pela técnica descrita em Golterman *et al.* (1978), usando como titulante a solução de HCl 0,05N até pH 4,3, a partir de amostras de 100ml de volume. Os resultados foram expressos em miligramas de íons $(HCO_3)^-$ por litro ($mgHCO^-_3$).

3.3.5. Concentração de oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e porcentagem de saturação de oxigênio

As determinações foram feitas pela técnica de Winkler (1888) modificada por Pomeroy & Kirschman (1945) e descritas em Golterman *et al.* (1978), isto é, as amostras

foram coletadas em frascos tipo Winkler e fixadas com sulfato manganoso e azida, para posterior análise no laboratório. Utilizou-se como titulante o tiossulfato de sódio 0,01N. Para a DBO, as amostras foram mantidas de quatro a cinco dias no escuro e logo após fixadas e analisadas conforme Golterman *et al.* (1978). Os resultados das duas primeiras análises foram expressos em miligramas por litro ($mg.L^{-1}$). Os valores do oxigênio dissolvido antes obtidos foram convertidos em porcentagem de saturação segundo Golterman *et al.* (1978). As coletas foram realizadas aproximadamente no meio da coluna d'água, tendo sido feitas algumas medidas prévias em três alturas da coluna d'água, isto é, próximo à superfície (subsuperfície), mais ou menos na metade da altura da coluna d'água e próximo do fundo. Como em cada coleta as diferenças entre as três medidas de cada uma das variáveis acima não foram significativas, optou-se por fazer as coletas apenas mais ou menos na metade da altura da coluna d'água.

3.3.6. Demanda química de oxigênio (DQO)

A demanda química de oxigênio ou DQO foi determinada pelo método do permanganato de potássio ($KMnO_4$), segundo Golterman & Clymo (1971) e Golterman *et al.* (1978).

3.3.7. Sólidos em suspensão (totais)

Os sólidos totais em suspensão (STS) foram determinados por gravimetria em conformidade com APHA (1985), através da filtração da água (volume conhecido de 300 a 1000ml) dos dois sistemas utilizando filtros de fibra de vidro Whatman (GF/C), de 45μm de porosidade previamente secos em estufa e pesados até peso constante. Os filtros com resíduos foram colocados em estufa para desidratação, a 105°C, até peso constante e novamente pesados. Os resultados foram expressos em miligramas por litro ($mg.L^{-1}$) e a fórmula utilizada para seu cálculo a seguinte:

$$STS\ (mg.L^{-1}) = 1000\ \left(\frac{b - a}{v}\right)$$

onde: a = peso inicial do filtro
b = peso final (filtro + resíduo)
v = volume filtrado

3.3.8. Nutrientes inorgânicos

Os teores de nitrito e nitrato foram determinados pelo método espectrofotométrico descrito em Strickland & Parsons (1963), no máximo até 48 horas após as coletas. As amostras coletadas foram acondicionadas e transportadas ao laboratório em caixas de isopor com gelo. As leituras foram efetuadas na faixa de 535nm e o limite de detecção do método para o nitrito foi de $5\mu g.L^{-1}$ e para o nitrato de $10\mu g.L^{-1}$.

Os valores de amônio foram medidos espectrofotometricamente utilizando reagente de Nessler, adaptado ao sistema de FIA ("Flow Injection Analysis" - análises por injeção de fluxo). As leituras foram efetuadas na faixa de 410nm, sendo o limite de detecção do método de $100\mu g.L^{-1}$ (Mackereth *et al.*, 1978).

Os teores de fosfato e silicato foram determinados pelo método descrito em Golterman *et al.* (1978). As leituras foram realizadas nas faixas de 882 e 810nm,

respectivamente. O limite de detecção dos métodos foram, respectivamente, de 10 μg. l^{-1} e 1mg. l^{-1}.

Todas as concentrações iônicas acima obtidas foram posteriormente transformadas em atômicas. Dessa maneira, obtivemos e trabalhamos com as concentrações do elemento nitrogênio nas formas amoniacal ($N\text{-}NH_4$), de nitrito ($N\text{-}NO_2$) e de nitrato ($N\text{-}NO_3$); as do elemento fósforo na forma de fosfato ($P\text{-}PO_4$); e as do elemento silício na forma de sílica reativa [$Si\text{-}Si(OH_4)$].

3.3.9. Ânions $(Cl)^-$ e $(HCO_3)^-$

O cloreto foi determinado por titulometria, baseado na coloração desenvolvida pela formação de cloreto de mercúrio em meio ácido e empregando como indicador o difenil carbazona, segundo a metodologia em Golterman *et al.* (1978). O limite de detecção do método foi de 0,1mg. l^{-1}.

A alcalinidade foi medida potenciometricamente usando como titulante solução 0,05N de ácido clorídrico até pH 4,3, conforme Golterman *et al.* (1978) e expressa em miliequivalente por litro (mEq. l^{-1}).

3.3.10. Cátions (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+ e K^+)

Os teores de cálcio foram identificados por complexometria com EDTA, usando o ácido calconcarboxílico em meio alcalino (pH 11) como indicador. Para o magnésio foi determinada a dureza (Ca^{2+} + Mg^{2+}) por complexometria com EDTA, utilizando como indicador o eriocromo negro e o magnésio calculado por diferença da dureza e cálcio. O limite de sensibilidade do método para o cálcio e magnésio foi de 0,02mg. l^{-1}.

Os teores de sódio e potássio foram medidos por fotometria de chama, como fotômetro de marca Micronal, modelo B-262. O limite de sensibilidade de ambos os métodos foi de 0,01mg. l^{-1}.

3.3.11. Fe total e Fe dissolvido

A medida do teor de Fe^{2+} dissolvido é justificada, principalmente, no caso de estudo de águas anóxicas, pois esse cátion entra nos processos de mineralização anaeróbica da matéria orgânica (redução) e processos associados (precipitação de sais de ferro bivalente). Adotou-se o método espectrofotométrico utilizando a fenantrolina para quelar o ferro (três moléculas de fenantrolina quelam um átomo de ferro bivalente formando um complexo de coloração vermelha-alaranjada), conforme APHA (1985). O limite mínimo de detecção do método é 0,01mg.L^{-1}.

3.4. Variáveis hidrodinâmicas

3.4.1. Largura e profundidade

As leituras da largura e profundidade da coluna d'água foram providenciadas mensalmente usando uma régua milimetrada, exceto nos meses de enchente, cheia e do início da vazante, por haver formação de área de várzea e aumento da correnteza, tornando impossível a delimitação do leito do rio e acesso ao mesmo.

3.5. Variáveis biológicas

3.5.1. Análises quantitativas

3.5.1.1. Contagem de indivíduos por área

Considerou-se "indivíduo" tanto uma célula isolada, quanto uma colônia ou um filamento, dependendo do hábito de ocorrência da alga. A contagem dos indivíduos foi feita utilizando-se câmaras de sedimentação de Utermöhl (Utermöhl, 1958) e microscópio invertido de marca Carl Zeiss Jena, modelo Sedival. Foram contados dois transectos medianos ortogonais por câmara. O tempo de sedimentação foi de quatro horas por centímetro de altura da câmara (Weber, 1973) e os resultados foram expressos em números totais de indivíduos por unidade de área.

Para estimar os números de indivíduos por volume foi adotado o procedimento de contagem de campos sistematizados, isto é, anotou-se os números de indivíduos representantes de cada tipo dentro de cinco grupos (cianoficeas, clorofíceas, diatomáceas, flagelados e outros), que ocorreram em cada campo dos dois transectos ortogonais medianos da cubeta. Este procedimento é estatisticamente recomendado para situações em que os organismos a serem inventariados distribuem-se ao acaso, porém, uniformemente (Informação pessoal, Carlos Eduardo de M. Bicudo, 1997; método não publicado). Os resultados foram expressos em números totais de indivíduos de cada grupo por volume.

Para calcular o número de indivíduos por área utilizou-se primeiro a fórmula clássica da referência por mililitro, qual seja:

$$N = n.1000.10^6.V(ml) / Ac(\mu m^2).h(mm).Nc.S(cm^2)$$

onde: N = densidade ($ind.cm^2$)
n = número total de indivíduos efetivamente contados no dois transectos ortogonais medianos
V = volume total da amostra de perifiton removida do substrato (em ml)
Ac = área do campo de contagem (em μm^2)
h = altura da câmara de sedimentação (em mm)
Nc = número de campos contados
S = superfície raspada do substrato (em cm^2)
10^6 e 1000 = fatores de correção para as respectivas unidades (μm^2 e mm)
f = fator de diluição da amostra

Posteriormente, conhecendo o número (x) de indivíduos que ocorrem em 1ml e quantos mililitros da amostra correspondem a $1cm^2$ da área raspada, pode-se calcular, por regra de três simples, o número (y) de indivíduos que ocorre numa determinada área (cm^2). Assim:

1ml ..... x indivíduos
$1cm^2$ ..... y indivíduos

3.5.1.2. Clorofila *a*, feofitina e pigmentos totais

Os teores de clorofila *a*, feofitina e pigmentos totais foram determinados por análise espectrofotométrica, conforme Golterman *et al.* (1978). As amostras foram coletadas de acordo com o método descrito para a distribuição espacial dos grupos de algas e compreenderam 300ml de água do local. Imediatamente após, essas amostras foram acondicionadas em caixas de isopor contendo gelo e levadas ao laboratório da Universidade Federal de Roraima, para raspagem do material perifítico e posterior filtragem a vácuo, utilizando filtros de fibra de vidro Whatman (GF/C) de 0,45μm de porosidade e 47mm de diâmetro. Os filtros foram acondicionados num "freezer" e levados para o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia para extração e análise dos pigmentos no Laboratório de Limnologia.

3.5.2. Tratamento estatístico dos dados

Para se conhecer a estrutura e funcionamento dos sistemas estudados, foram levantados dados das variáveis bióticas e abióticas, utilizando a ecologia numérica, ao quantificar o grau de associação entre as variáveis, evidenciando comunidades biológicas, áreas e períodos com as mesmas características ecológicas e hierarquizando os fatores responsáveis pela variabilidade e pela estrutura do sistema estudado (Branco, 1991).

Os dados foram tratados por métodos de análise multivariada pela Análise de Componentes Principais ACP ("Principal Components Analysis") - do programa PC-ORD para WINDOWS, versão 5.0. Os dados foram transformados para distribuição normal através de "ranging", utilizando o programa de matriz – WINMAT, já que os dados foram heterogêneos (físicos, químicos e biológicos) e diferiam muito nas medidas, mês a mês.

A ACP padroniza as variáveis e, a partir de uma matriz de correlação, efetua os cálculos para obtenção de um pequeno número de combinações lineares. As combinações são apresentadas na forma de eixos (componentes principais) e contêm tantas informações das variáveis originais quanto possível. Ao realizar uma rotação dos eixos iniciais, a ACP procura definir as direções que melhor explicariam a variabilidade dos dados. O primeiro plano fatorial, que é formado pelos dois primeiros eixos, deve resumir uma alta porcentagem de explicação da distribuição da "nuvem" de pontos. Na realidade, os eixos formados, ou seja, os componentes principais, correspondem a fatores ecológicos responsáveis pela dispersão dos dados. Essa interpretação é feita pelo cálculo das contribuições absolutas e relativas dos objetos e descritores a formação de cada eixo (Branco, 1991).

Para investigar possíveis relações entre as amostras e até que ponto reconhecemos a formação de categorias num conjunto de dados pouco conhecidos, que mostram mais semelhanças entre si e que, por isso, podem ser considerados grupos distintos, foi utilizada a Análise de Agrupamentos ("Cluster Analysis") do programa FITOPAC (Shepherd, 1996), onde foi feito o agrupamento e a ordenação dos objetos (amostras) e descritores (variáveis bióticas e abióticas).

4
RESULTADOS

4.1. Variáveis climáticas

4.1.1. Temperatura média compensada do ar (°C)

Durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, a temperatura média compensada do ar no município de Boa Vista variou de 27,1°C (mínima) em junho e julho de 1996 a 30,3°C (máxima) em abril de 1996, com desvio padrão de 1,1, média de 29°C e amplitude de variação de 3,2°C (fig. 30).

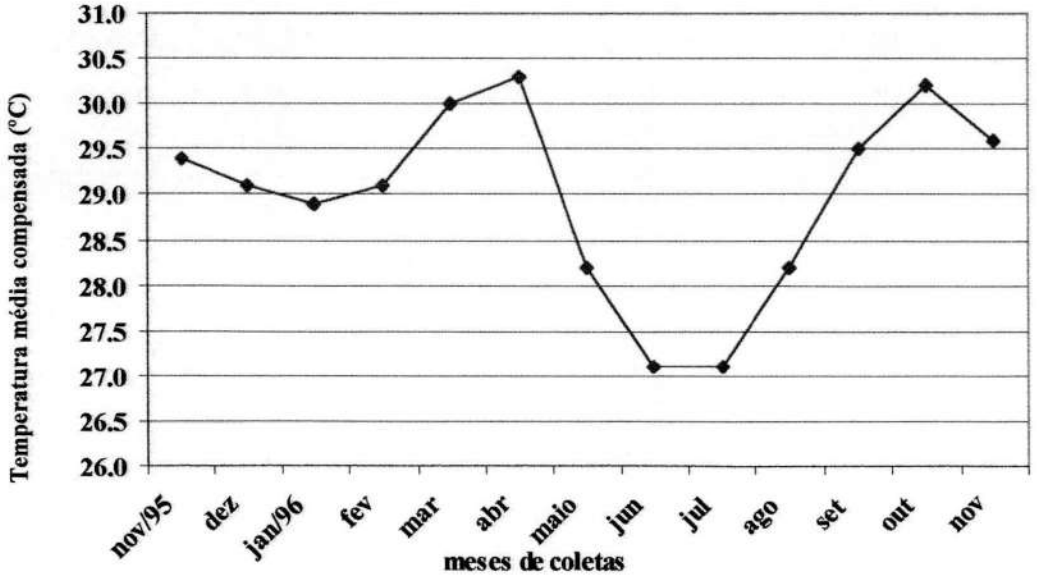


Fig. 30. Temperatura do ar (°C) no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, na região do igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3).

4.1.2. Precipitação (mm)

A precipitação variou no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 de 0,0mm a 541,4mm, com desvio padrão de 185,97 e amplitude de variação de 541,4mm. O total de precipitação durante os 13 meses de coletas foi de 1.920,7mm. Em 1995, o total anual foi de 1.342,9mm e em 1996 de 1.895,4mm (fig. 31-32).

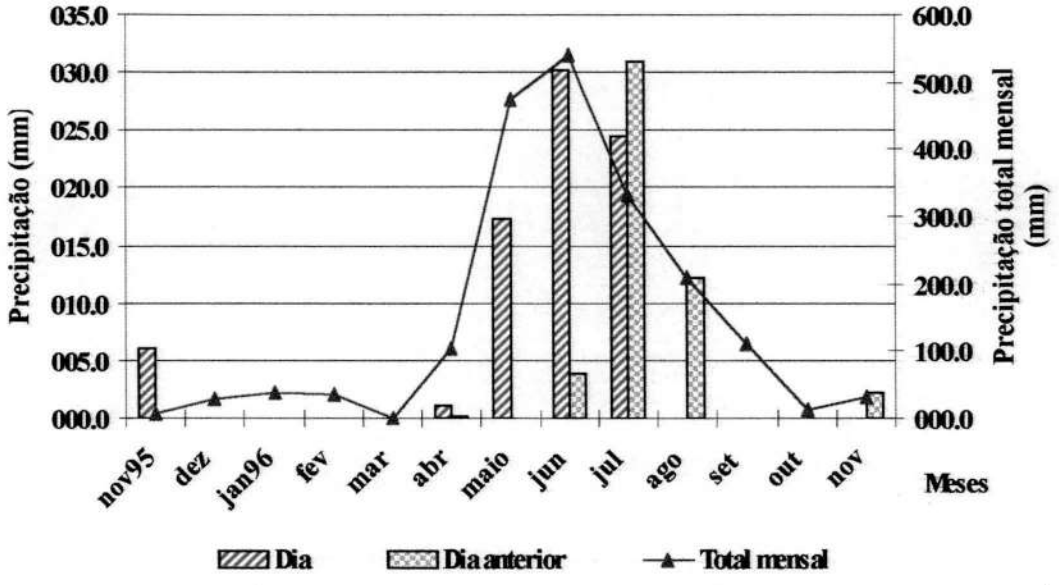


Fig. 31. Precipitação (mm) no dia anterior e no próprio dia de coleta no igarapé Água Boa e média mensal do período de novembro de 1995 a novembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3).

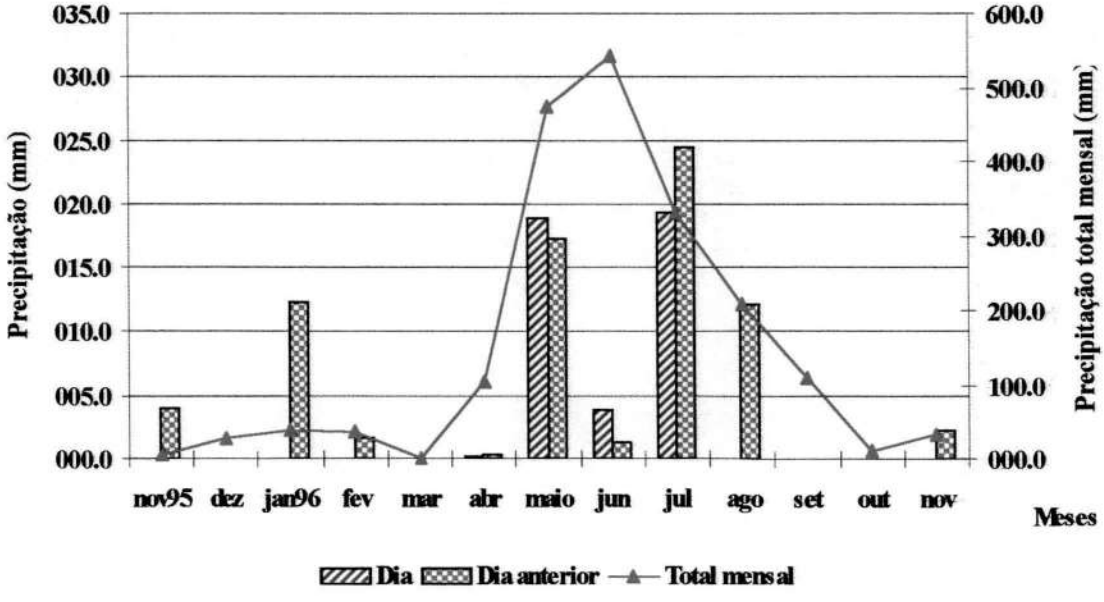


Fig. 32. Precipitação (mm) no dia anterior e no próprio dia de coleta no rio Cauamé e média mensal do período de novembro de 1995 a novembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3).

O dia em que mais choveu nos últimos 30 anos foi 16 de maio de 1996, com 90,6mm de precipitação, este dia foi próximo aos dias de coleta com conseqüentes aumentos bruscos nos volumes d'água e aumentos nas profundidades dos leitos dos rios e dos igarapés. Somando o valor da precipitação deste dia ao dos anteriores, totalizaram em seis e sete dias, respectivamente, 191,4mm e 210,2mm, como segue:

LOCAL/DIAS	14/05	15/05	16/05	17/05	18/05	19/O5	20/05*	21/05*	TOTAL
IG. ÁGUA BOA	040,7	026,6	090,6	001,2	015,0	000,0	017,3*	-	191,4mm
RIO CAUAMÉ	040,7	026,6	090,6	001,2	015,0	000,0	017,3	018,8*	210,2mm

* Dia da coleta

Durante o período de estudo, eventos de chuva ocorreram em 162 dias, concentrando-se nos meses de maio a agosto, sendo que o mês mais chuvoso foi junho, com 28% da precipitação (fig. 33 e 34).

MESES	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	TOTAL
DIAS	6	6	6	7	T	8	26	29	27	21	12	5	9	162

T=traços

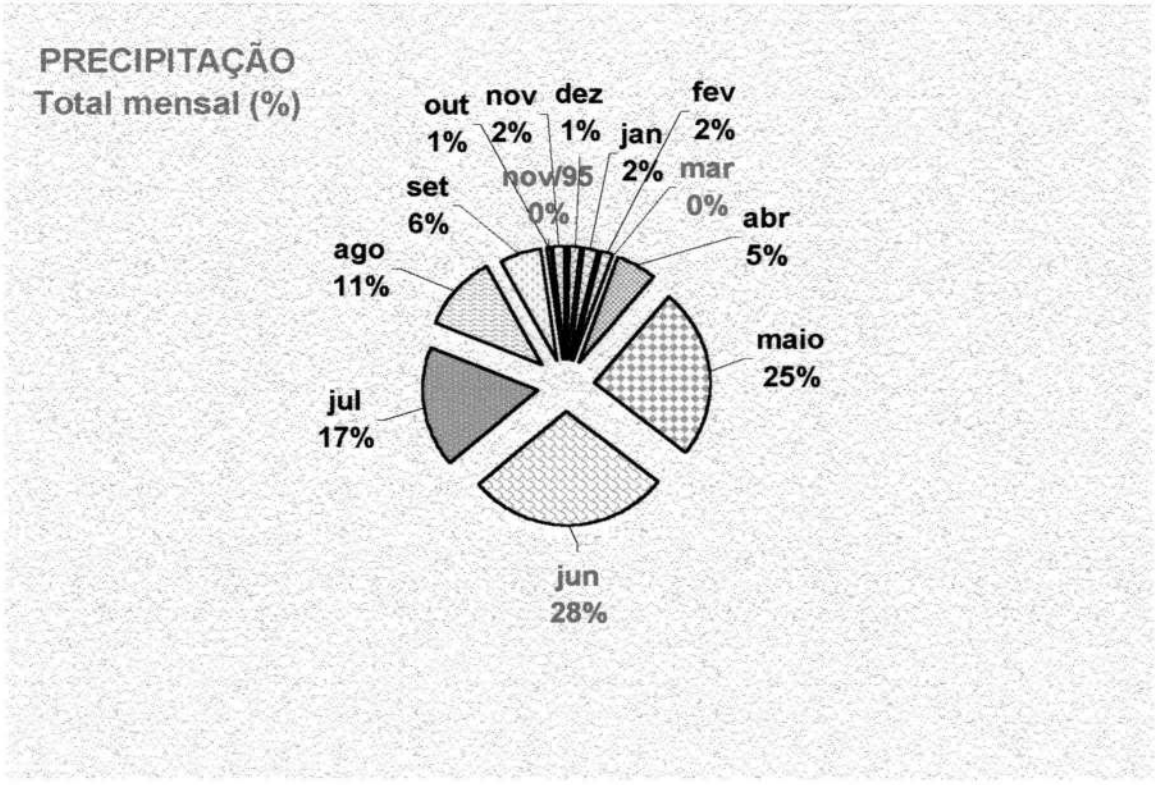


Fig. 33. Percentual de precipitação total mensal (%) no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3).

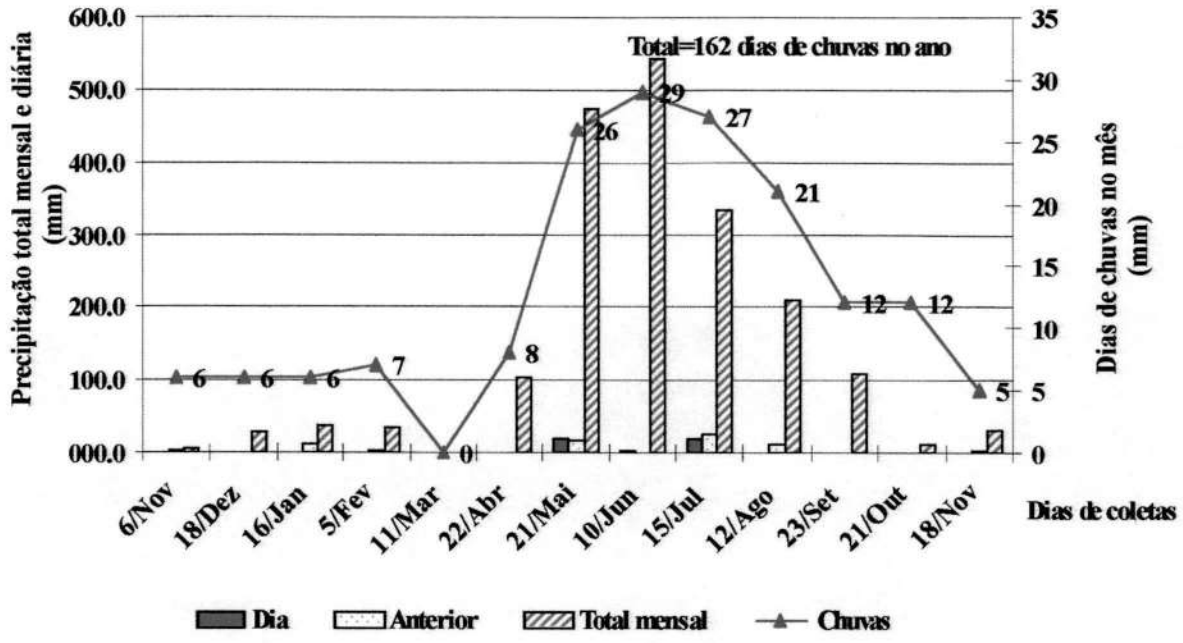


Fig. 34. Demonstração dos dias de chuvas, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3).

4.1.3. Umidade relativa (%)

No período de novembro de 1995 a novembro de 1996, a umidade relativa no município de Boa Vista variou de 58% (mínima) em março de 1996 a 78% (máxima) em julho de 1996, o desvio padrão foi 6,16, a média 67,38% e a amplitude de variação 20% (fig. 35).

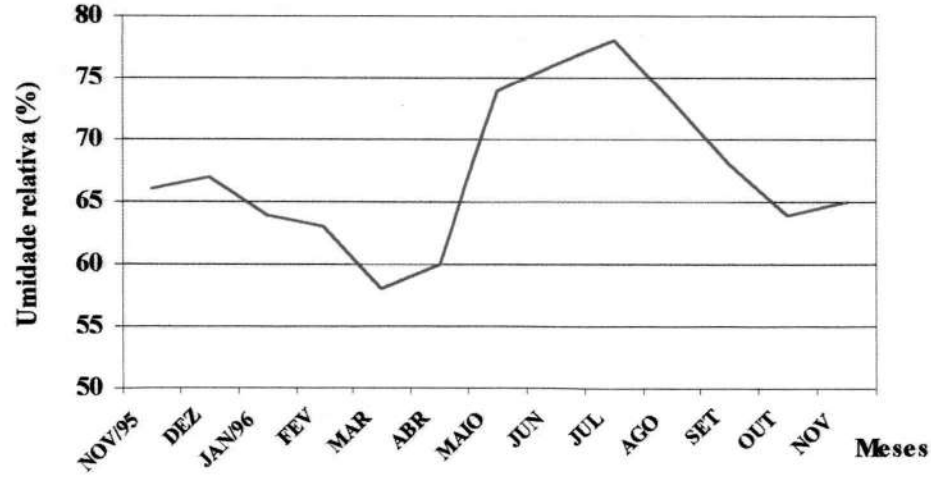


Fig. 35. Percentual de umidade relativa (%) no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, no município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3).

4.1.4. Velocidade do vento ($m.seg^{-1}$)

No intervalo entre novembro de 1995 e novembro de 1996, a velocidade do vento no município de Boa Vista variou de 1,7$m.seg^{-1}$ (mínima) em julho de 1996 a 6,1$m.seg^{-1}$ (máxima) em abril de 1996, o desvio padrão foi 1,3, a média 3,6$m.seg^{-1}$ e a amplitude de variação 4,4$m.seg^{-1}$. (fig. 36a).

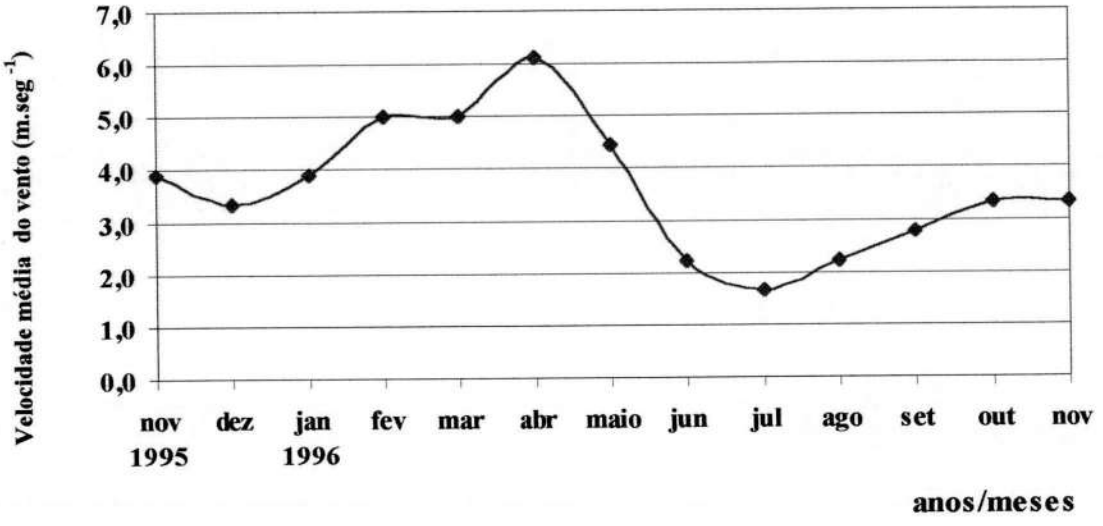


Fig. 36a. Velocidade média do vento ($m.seg^{-1}$) durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3).

4.1.5. Ventos predominantes - 1ª e 2ª direção (°)

Durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, os ventos predominantes de 1ª direção no município de Boa Vista foram de 90°, do tipo leste (E) nos 13 meses de coletas; e os predominantes de 2ª direção variaram de 30° (mínima), do tipo norte-nordeste (NNE) em julho e agosto de 1996 e de 150° (máxima), do tipo sul-sudeste (SSE) em junho de 1996 (fig. 36b).

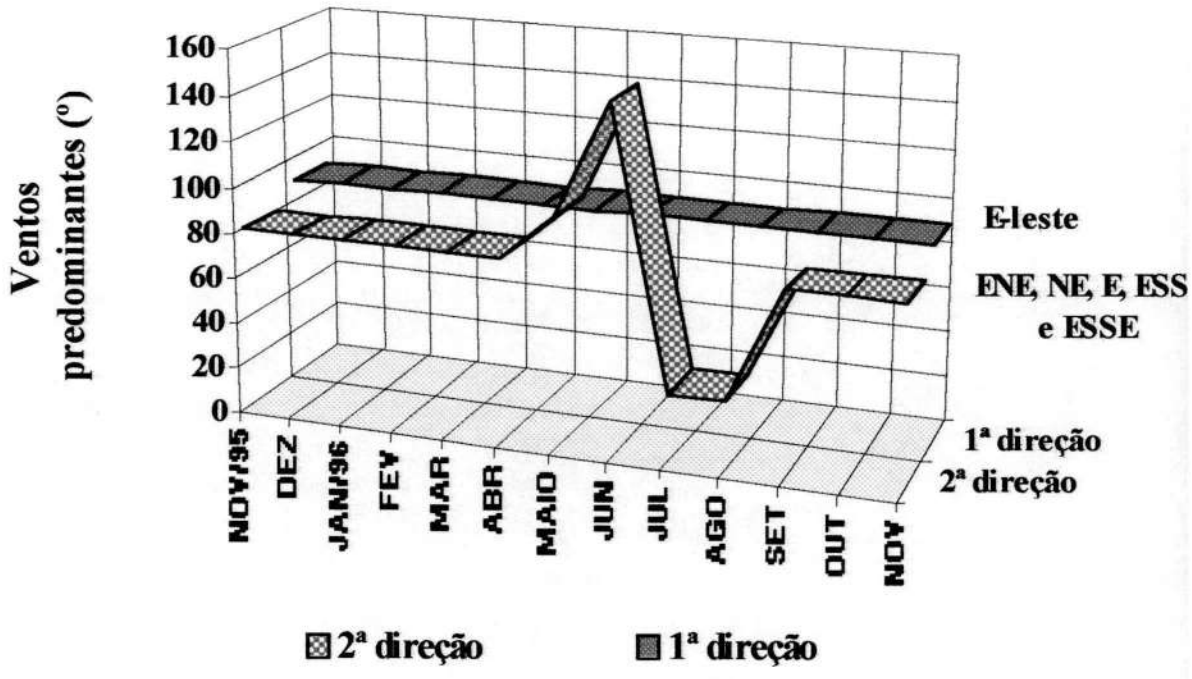


Fig. 36b. Ventos predominantes 1ª e 2ª direção (°) durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, município de Boa Vista, estado de Roraima (Fonte: IEMA-SRPV-MN-DO-3).

4.2. Variáveis físicas e químicas do igarapé Água Boa

4.2.1. Temperatura do ar e da água (°C)

Durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, a temperatura do ar na região do igarapé Água Boa variou na **estação 1 (AB1)** de 28,5°C (mínima) em novembro de 1995 a 35°C (máxima) em março de 1996, com amplitude de variação de 6,5°C; na **estação 2 (AB2)** variou de 30,1°C (mínima) em dezembro de 1995 a 34,5°C (máxima) em maio de 1996, com amplitude de variação de 4,4°C; e na **estação 3 (AB3)** variou de 30°C (mínima) em abril de 1996 a 34,5°C (máxima) em maio de 1996, com amplitude de variação 4,5°C (tab. 5; fig. 37).

Tab. 5. Valores da temperatura do ar (°C) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	V.C.%
AB1	28,5	35,0	2,03	32,28	6,30
AB2	30,1	34,5	1,29	32,37	3,98
AB3	30,0	34,5	1,30	32,27	4,04

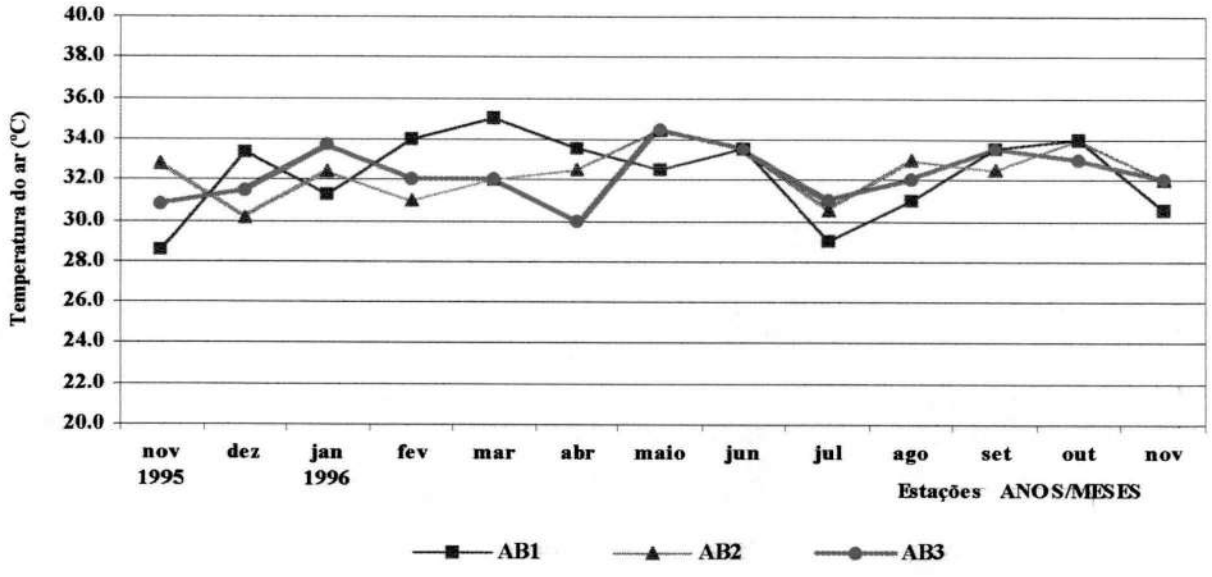


Fig. 37. Temperatura do ar (°C) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, a temperatura da água na região do igarapé Água Boa variou na **estação 1 (AB1)** de 28°C (mínima) em novembro de 1996 a 33,5°C (máxima) em abril de 1996, com amplitude de variação de 5,5°C; na **estação 2 (AB2)** variou de 28,5°C (mínima) em novembro de 1996 a 31°C (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 2,5°C; e na **estação 3 (AB3)** variou de 28°C (mínima) em janeiro de 1996 a 30°C (máxima) em maio, junho e novembro de 1996, com amplitude de variação 2°C (tab. 6; fig. 38).

Tab. 6. Valores da temperatura da água (°C) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V.%
AB1	28,0	33,5	1,44	29,52	4,87
AB2	28,5	31,0	0,73	29,45	2,47
AB3	28,0	30,0	0,62	29,16	2,12

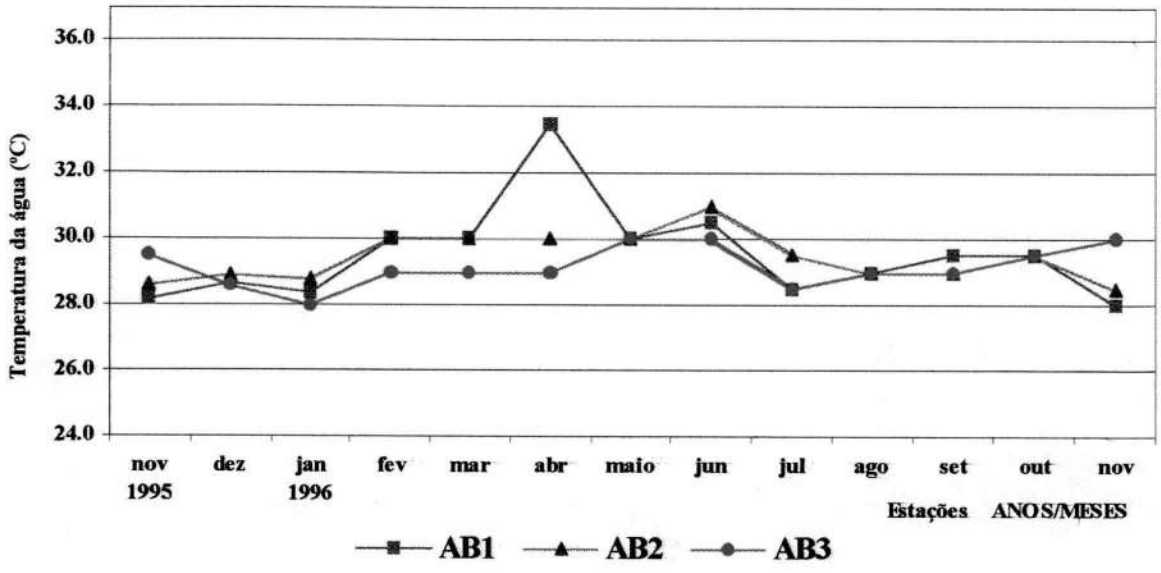


Fig. 38. Temperatura da água (°C) do igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.2.2. Turbidez (UNT)

A turbidez no igarapé Água Boa variou na **estação 1 (AB1)**, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, de 0,7UNT (mínima) em novembro de 1996 a 1,8UNT (máxima) em abril de 1996, com amplitude de variação de 1,1UNT; na **estação 2 (AB2)** variou de 1UNT (mínima) em julho de 1996 a 2UNT (máxima) em maio, junho e julho de 1996, com amplitude de variação de 1UNT; e na **estação 3 (AB3)** variou de 2UNT (mínima) em dezembro de 1995 a 10UNT (máxima) em julho de 1996, com amplitude de variação de 8UNT (tab. 7; fig. 39).

Tab. 7. Valores de turbidez (UNT) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V.%
AB1	0,7	1,8	0,30	1,23	24,69
AB2	1,0	2,0	0,34	1,60	21,04
AB3	2,0	10,0	2,35	4,12	57,05

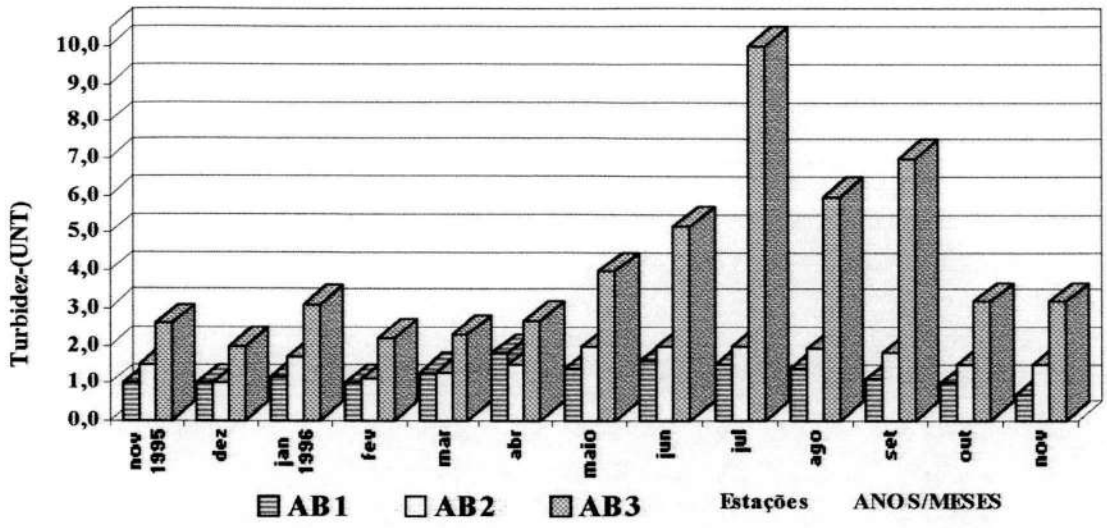


Fig. 39. A turbidez (UNT) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.2.3. Condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$)

A condutividade elétrica no igarapé Água Boa variou na **estação 1 (AB1)**, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, de 4,8$\mu S.cm^{-1}$ (mínima) em julho de 1996 a 129$\mu S.cm^{-1}$ (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 124,2$\mu S.cm^{-1}$; na **estação 2 (AB2)** variou de 4,3$\mu S.cm^{-1}$ (mínima) em dezembro de 1995 e julho de 1996 a 108$\mu S.cm^{-1}$ (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 103,7$\mu S.cm^{-1}$; e na **estação 3 (AB3)** variou de 4,2$\mu S.cm^{-1}$ (mínima) em dezembro de 1995 a 32$\mu S.cm^{-1}$ (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 27,8$\mu S.cm^{-1}$ (tab. 8; fig. 40).

Tab. 8. Medidas de condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V.%
AB1	4,8	129,0	34,12	15,54	219,60
AB2	4,3	108,0	28,44	13,48	211,00
AB3	4,2	32,0	7,45	7,62	97,88

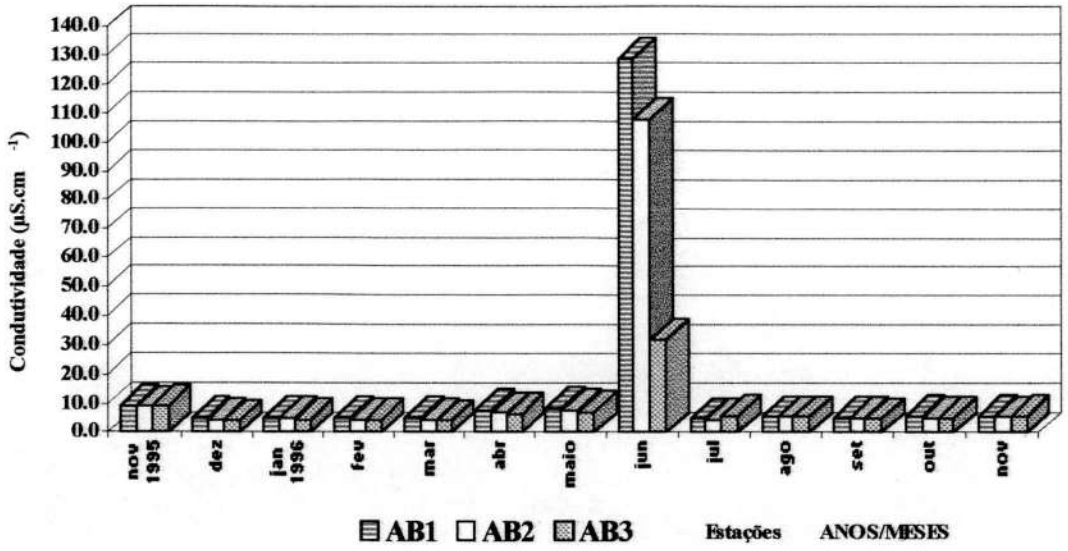


Fig. 40. Condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.2.4. Potencial hidrogeniônico (pH) e alcalinidade

O pH no igarapé Água Boa variou na **estação 1 (AB1)**, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, de 4 (mínima) em abril, maio e junho de 1996 a 6,2 (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 2,2; na **estação 2 (AB2)** variou de 4 (mínima) em abril de 1996 a 6,3 (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 2,3; e na **estação 3 (AB3)** variou de 4,6 (mínima) em abril de 1996 a 6,5 (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 1,9 (tab. 9; fig. 41).

Tab. 9. Valores de pH no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estações	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V.%
AB1	4,0	6,2	0,57	4,78	11,97
AB2	4,0	6,3	0,58	4,82	12,10
AB3	4,6	6,5	0,48	5,25	9,18

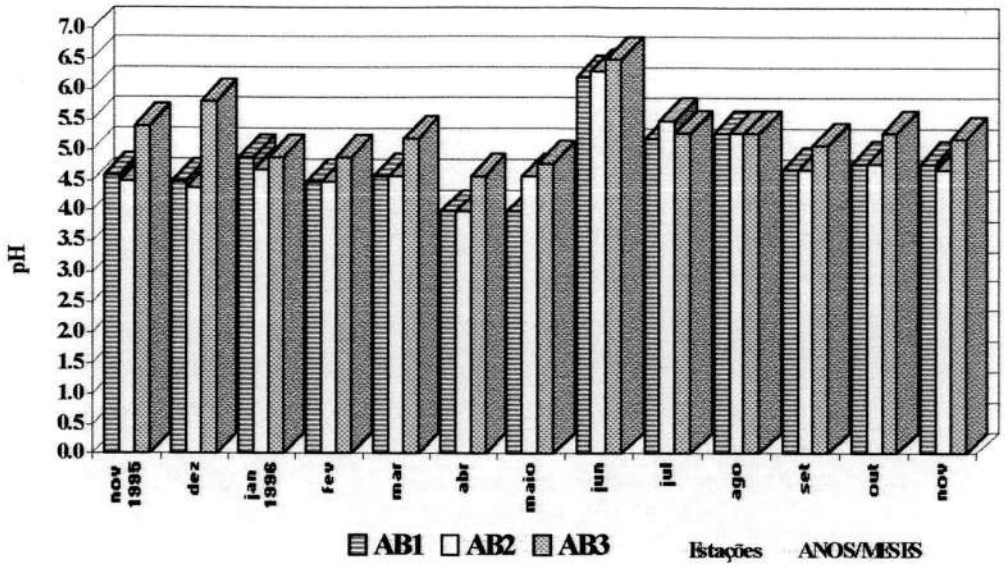


Fig. 41. O pH no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, a alcalinidade no igarapé Água Boa variou na **estação 1 (AB1)** de 0,0 mEq.L^{-1} (mínima) em novembro e em dezembro de 1995, janeiro, fevereiro, março, abril e maio de 1996 a 4,88 mEq.L^{-1} (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 4,88 mEq.L^{-1}; na **estação 2 (AB2)** variou de 0,0 mEq.L^{-1} (mínima) em novembro e dezembro de 1995 e em janeiro e abril de 1996 a 2,44 mEq.L^{-1} (máxima) em junho, julho, agosto, setembro e outubro de 1996, com amplitude de variação de 2,44 mEq.L^{-1}; e na **estação 3 (AB3)** variou de 0,0 mEq.L^{-1} (mínima) em novembro de 1995 a 3,66 mEq.L^{-1} (máxima) em março, maio, junho, setembro e outubro de 1996, com amplitude de variação de 3,66 mEq.L^{-1} (tab. 10; fig. 42).

Tab. 10. Valores de alcalinidade (mEq.L^{-1}) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estações	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V.%
AB1	0,0	4,9	1,6	1,2	129,1
AB2	0,0	2,4	1,1	1,3	80,1
AB3	0,0	3,7	1,2	2,5	45,9

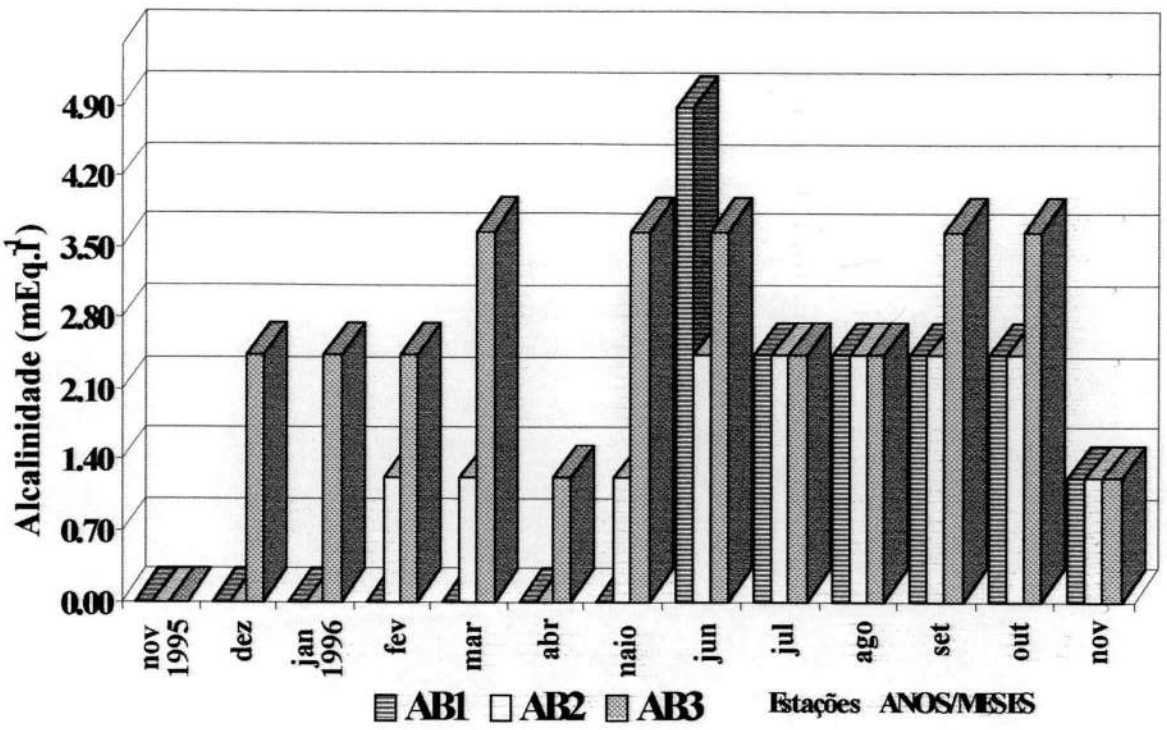


Fig. 42. Alcalinidade ($mEq.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.2.5. Concentração de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) e porcentagem de saturação de oxigênio (%)

A concentração de oxigênio dissolvido no igarapé Água Boa variou na **estação 1 (AB1)**, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, de 6,16$mg.L^{-1}$ (mínima) em junho de 1996 a 9,02$mg.L^{-1}$ (máxima) em julho de 1996, com amplitude de variação de 2,86$mg.L^{-1}$; na **estação 2 (AB2)** variou de 6,63$mg.L^{-1}$ (mínima) em junho de 1996 a 8,95$mg.L^{-1}$ (máxima) em julho de 1996, com amplitude de variação de 2,32$mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (AB3)** variou de 6,54$mg.L^{-1}$ (mínima) em agosto de 1995 a 8,34$mg.L^{-1}$ (máxima) em novembro de 1995, com amplitude de variação de 1,8$mg.L^{-1}$ (tab. 11; fig. 43).

Tab. 11. Valores de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estações	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V.%
AB1	6,16	9,02	0,88	7,33	12,04
AB2	6,63	8,95	0,69	7,50	9,15
AB3	6,54	8,34	0,58	7,48	7,74

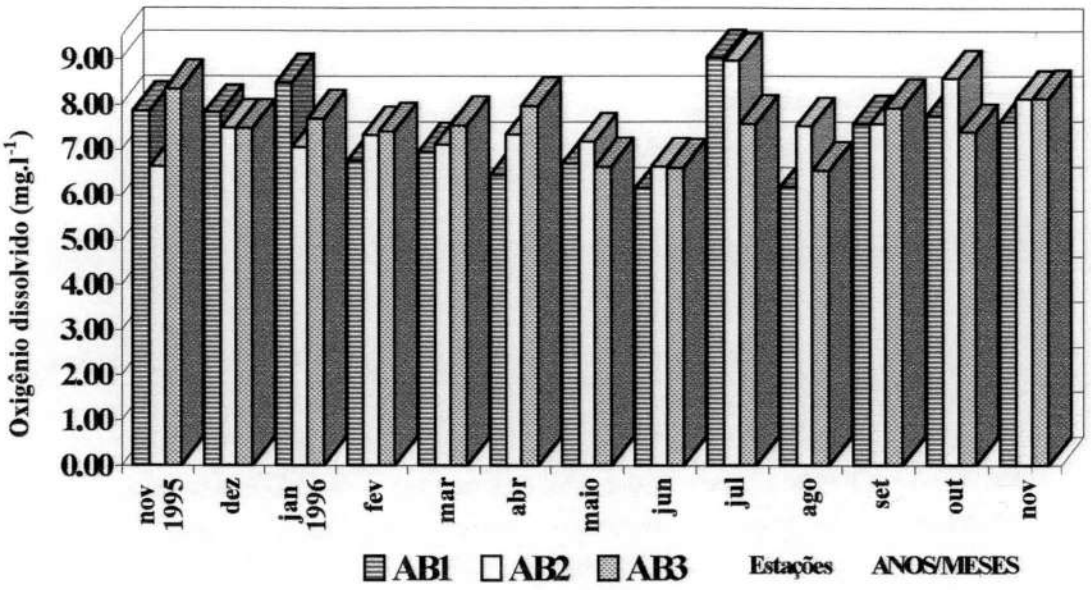


Fig. 43. Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

A porcentagem de saturação de oxigênio dissolvido variou na **estação 1 (AB1)** do Igarapé Água Boa, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, de $78mg.L^{-1}$ (mínima) em agosto de 1996 a $119mg.L^{-1}$ (máxima) em fevereiro de 1996, com amplitude de variação de $41mg.L^{-1}$; na **estação 2 (AB2)** variou de $84mg.L^{-1}$ (mínima) em junho de 1996 a $120mg.L^{-1}$ (máxima) em julho de 1996, com amplitude de variação de $36mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (AB3)** variou de $82mg.L^{-1}$ (mínima) em agosto de 1996 a $105mg.L^{-1}$ (máxima) em novembro de 1995, com amplitude de variação de $23mg.L^{-1}$ (tab. 12; fig. 44).

Tab. 12. Valores da porcentagem de saturação de oxigênio (%) no igarapé Água Boa município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estações	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V.%
AB1	78,0	119,0	11,24	94,00	11,96
AB2	84,0	120,0	10,93	96,23	11,36
AB3	82,0	105,0	7,32	95,54	7,66

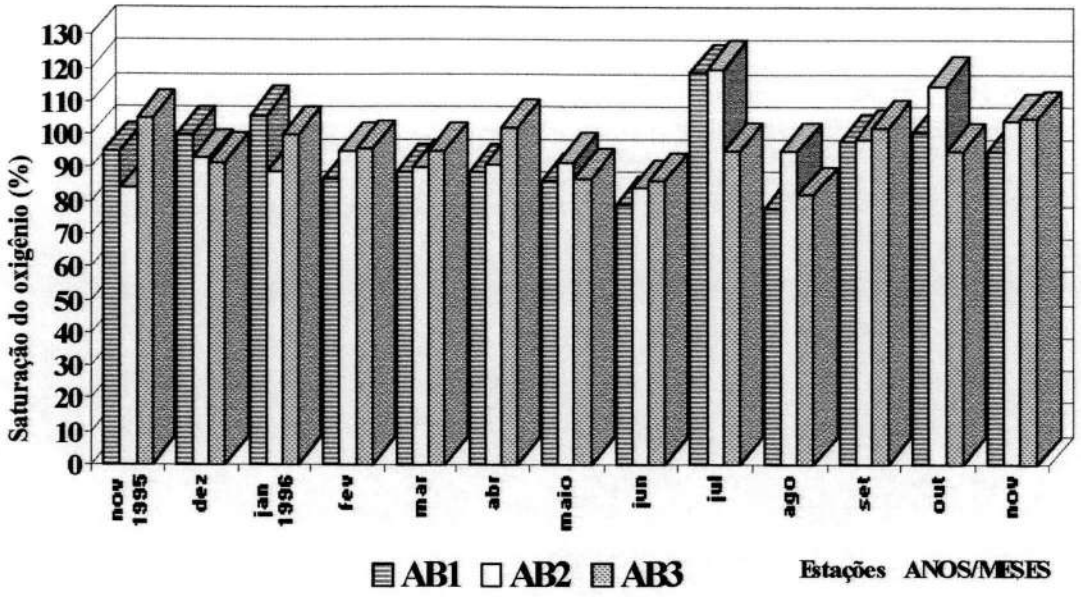


Fig. 44. Porcentagem de saturação de oxigênio (%) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.2.6. Demanda bioquímica de oxigênio - DBO - ($mg.L^{-1}$)

A demanda bioquímica de oxigênio no igarapé Água Boa variou na **estação 1 (AB1)**, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, de 0,04$mg.L^{-1}$ (mínima) em agosto de 1996 a 2,37$mg.L^{-1}$ (máxima) em julho de 1996, com amplitude de variação de 2,33$mg.L^{-1}$; na **estação 2 (AB2)** variou de 0,11$mg.L^{-1}$ (mínima) em março de 1996 a 2,98$mg.L^{-1}$ (máxima) em outubro de 1996, com amplitude de variação de 2,87$mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (AB3)** variou de 0,54$mg.L^{-1}$ (mínima) em fevereiro de 1996 a 2,51$mg.L^{-1}$ (máxima) em setembro de 1995, com amplitude de variação de 1,97$mg.L^{-1}$ (tab. 13; fig. 45).

Tab. 13. Valores da demanda bioquímica de oxigênio – DBO - ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estações	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V.%
AB1	0,0	2,4	0,8	1,4	56,9
AB2	0,1	3,0	0,9	1,5	58,4
AB3	0,5	2,5	0,5	1,2	41,7

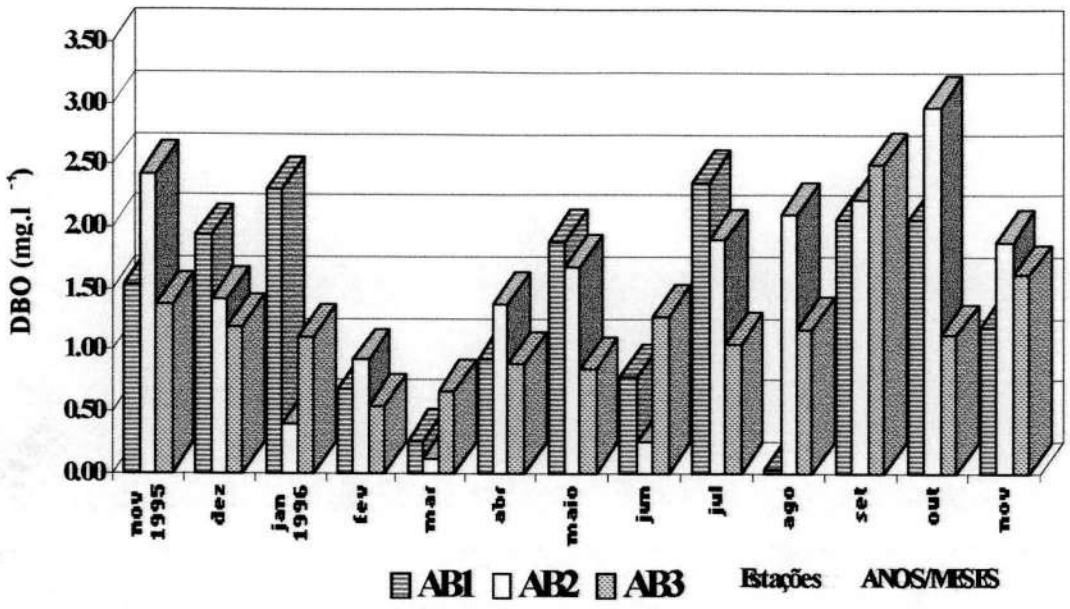


Fig. 45. Demanda bioquímica de oxigênio - DBO ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.2.7. Demanda química de oxigênio – DQO – ($mg.L^{-1}$)

A demanda química de oxigênio no igarapé Água Boa variou na **estação 1 (AB1)**, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, de 8,08$mg.L^{-1}$ (mínima) em março de 1996 a 30,98$mg.L^{-1}$ (máxima) em maio de 1996, com amplitude de variação de 22,9$mg.L^{-1}$; na **estação 2 (AB2)** variou de 9,42$mg.L^{-1}$ (mínima) em novembro de 1996 a 30,98$mg.L^{-1}$ (máxima) em maio de 1996, com amplitude de variação de 21,56$mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (AB3)** variou de 11,05$mg.L^{-1}$ (mínima) em novembro de 1996 a 27,84$mg.L^{-1}$ (máxima) em junho de 1995, com amplitude de variação de 16,79$mg.L^{-1}$ (tab. 14; fig. 46).

Tab. 14. Medidas da demanda química de oxigênio - DQO ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estações	Mínima	Máxima	D. P.	Média	C.V.%
AB1	8,08	30,98	8,24	16,44	50,12
AB2	9,42	30,98	7,90	17,10	46,21
AB3	11,05	27,84	4,86	19,57	24,83

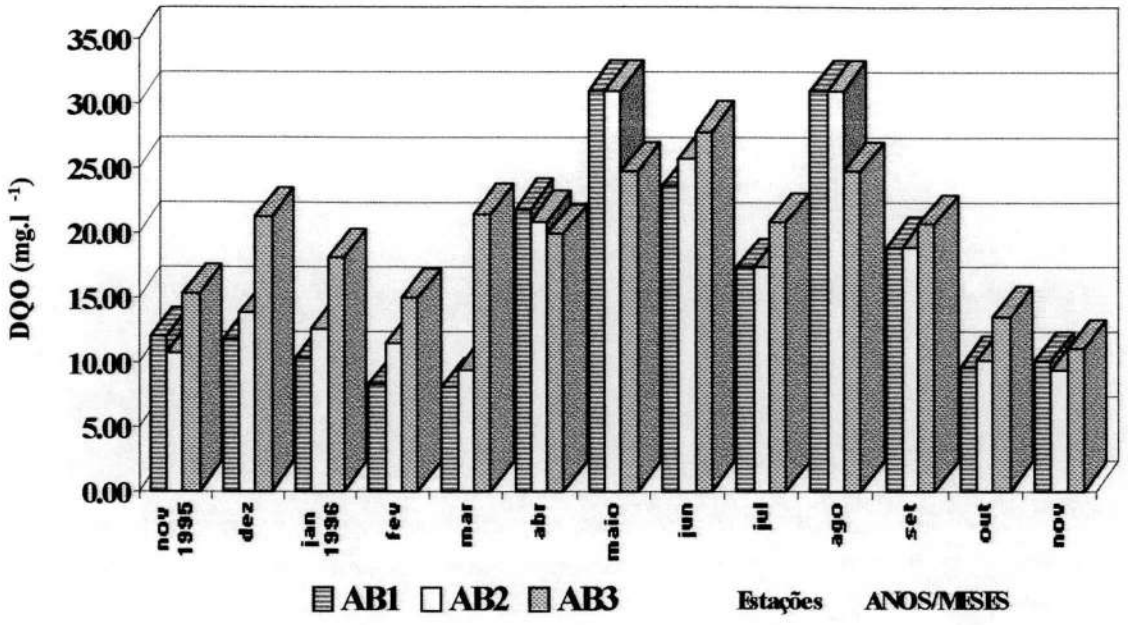


Fig. 46. Demanda química de oxigênio - DQO - ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.2.8. Sólidos totais em suspensão

Durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, as medidas de sólidos totais em suspensão na água do igarapé Água Boa variaram na **estação 1 (AB1)** de $0,3mg.L^{-1}$ (mínima) em março de 1996 a $2,3mg.L^{-1}$ (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de $2mg.L^{-1}$; na **estação 2 (AB2)** de $0,6mg.L^{-1}$ (mínima) em março de 1996 a $2,9mg.L^{-1}$ (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de $2,3mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (AB3)** de $0,9mg.L^{-1}$ (mínima) em abril de 1996 a $4,8mg.L^{-1}$ (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação $3,9mg.L^{-1}$ (tab. 15; fig. 47).

Tab. 15. Medidas de sólidos totais em suspensão ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
AB1	0,3	2,3	0,57	1,07	53,37
AB2	0,6	2,9	0,63	1,65	38,29
AB3	0,9	4,8	1,31	2,67	49,26

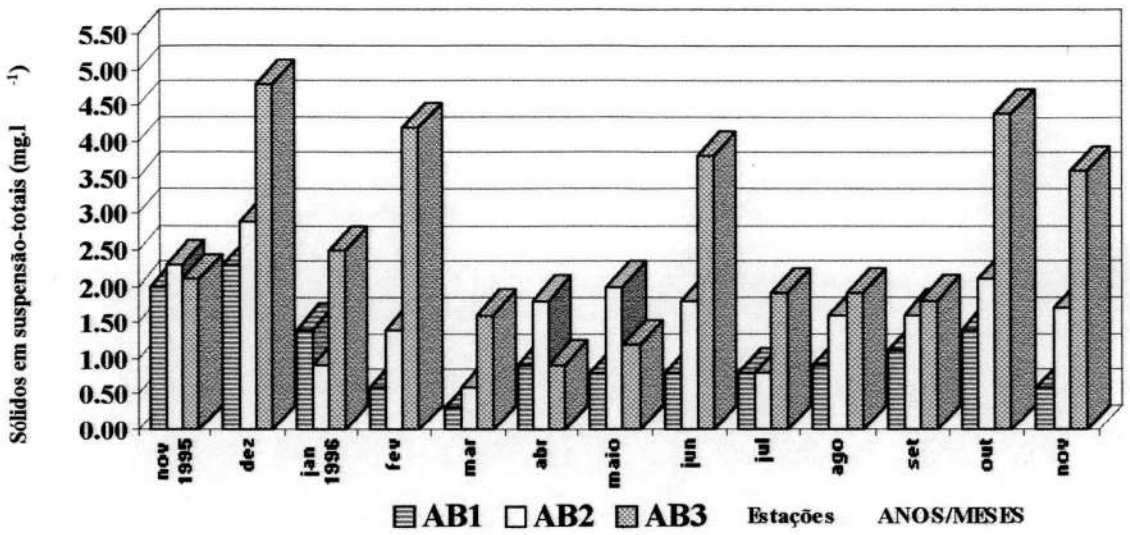


Fig. 47. Sólidos totais em suspensão ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.2.9. Nutrientes inorgânicos [amônio: NH_4^+; nitrato: NO_3^-; nitrito: NO_2^-; ortofosfato: PO_4^{3-}; e ortossilicato: $Si(OH)_4$]

Durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, as medidas dos valores do amônio (NH_4^+) na água do igarapé Água Boa variaram na **estação 1 (AB1)** de 14$\mu g.L^{-1}$ (mínima) em junho de 1996 a 251,82$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em abril de 1996, com amplitude de variação de 237,82$\mu g.L^{-1}$; na **estação 2 (AB2)** de 16,33$\mu g.L^{-1}$ (mínima) em março de 1996 a 237,17$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em abril de 1996, com amplitude de variação de 220,84$\mu g.L^{-1}$; e na **estação 3 (AB3)** de 38,95$\mu g.L^{-1}$ (mínima) em março de 1996 a 312,13$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em novembro de 1995, com amplitude de variação 273,15$\mu g.L^{-1}$ (tab. 16; fig. 48).

Tab. 16. Medidas de amônio - NH_4^+ - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
AB1	14,00	251,82	63,87	81,06	78,,79
AB2	16,33	237,17	57,32	83,06	69,01
AB3	38,95	312,13	86,41	13,88	66,02

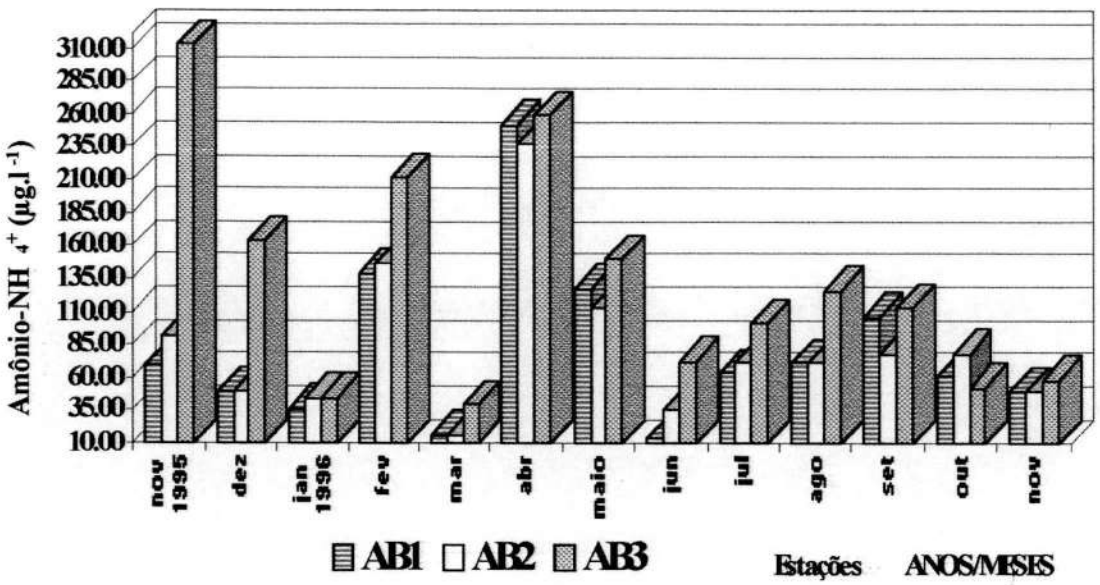


Fig. 48. Amônio - NH_4^+ - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Durante o já referido período de novembro de 1995 a novembro de 1996, os valores do nitrato (NO_3^-) medidos na água do igarapé Água Boa variaram na **estação 1 (AB1)** de não detectados (mínimo) em julho-setembro de 1996 a 68,18$\mu g.L^{-1}$ (máximo) em junho de 1996, com amplitude de variação de 68,18$\mu g.L^{-1}$; na **estação 2 (AB2)** variaram de não detectado (mínimo) em agosto de 1996 a 32,33$\mu g.L^{-1}$ (máximo) em abril de 1996, com amplitude de variação de 32,33$\mu g.L^{-1}$; e na **estação 3 (AB3)** variaram de não detectado (mínimo) em julho de 1996 a 73,95$\mu g.L^{-1}$ (máximo) em janeiro de 1996, com amplitude de variação 73,95$\mu g.L^{-1}$ (tab. 17; fig. 49).

Tab. 17. Medidas de nitrato - NO_3^- - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
AB1	n.d.	68,18	18,93	14,16	133,75
AB2	n.d.	32,33	9,98	10,02	99,63
AB3	n.d.	73,95	20,15	14,61	137,93

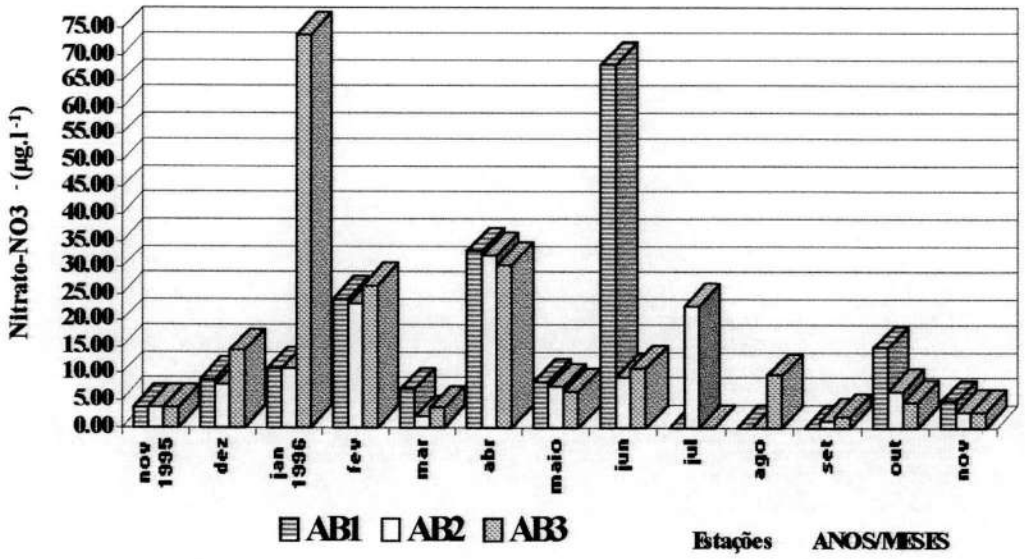


Fig. 49. Nitrato - NO_3^- - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, as medidas do nitrito (NO_2^-) na água do igarapé Água Boa variaram na **estação 1 (AB1)** entre não detectado (mínima) em dezembro de 1995 e em janeiro e julho de 1996 a 3,21$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 3,21$\mu g.L^{-1}$; na **estação 2 (AB2)** entre não detectada (mínima) em dezembro de 1995 e em abril e setembro de 1996 a 2,57$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 2,57$\mu g.L^{-1}$; e na **estação 3 (AB3)** entre não detectada (mínima) em abril e maio de 1996 a 3,36$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação 3,36$\mu g.L^{-1}$ (tab. 18; fig. 50).

Tab. 18. Medidas de nitrito - NO_2^- - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
AB1	n.d.	3,21	1,00	1,18	84,86
AB2	n.d.	2,57	0,86	1,16	74,25
AB3	n.d.	3,36	1,10	1,56	70,06

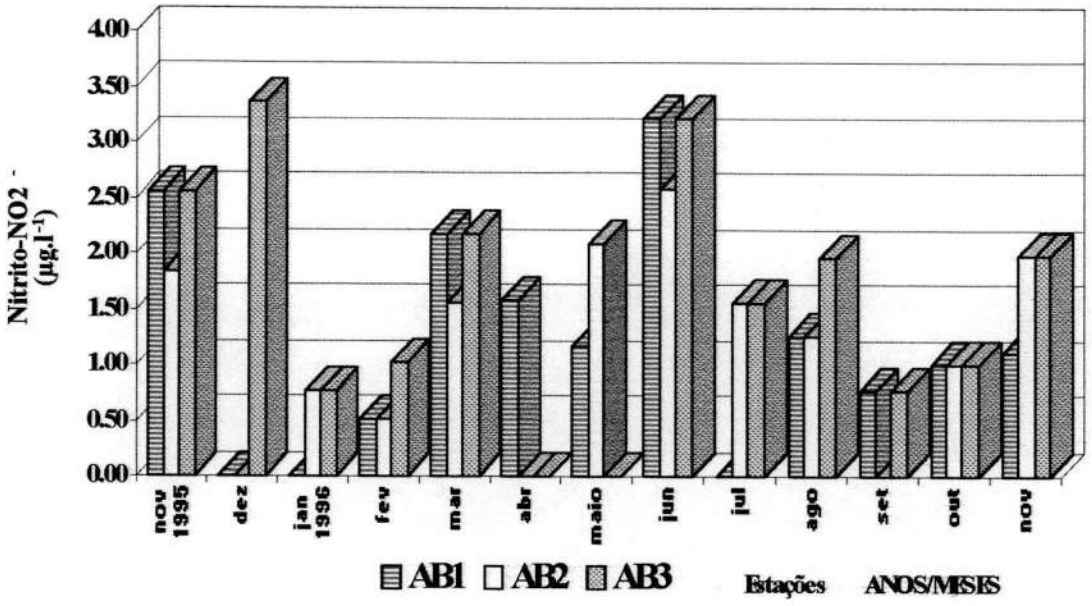


Fig. 50. Nitrito - NO_2^- - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, as medidas de ortofosfato (PO_4^{3-}) na água do igarapé Água Boa variaram na **estação 1 (AB1)** de não detectada (mínima) em dezembro de 1995 e em abril, junho e setembro de 1996 a 6,2$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em fevereiro de 1996, com amplitude de variação de 6,2$\mu g.L^{-1}$; na **estação 2 (AB2)** variaram de não detectada (mínima) em abril e setembro de 1996 a 5,07$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de 5,07$\mu g.L^{-1}$; e na **estação 3 (AB3)** variaram de não detectada (mínima) em abril e setembro de 1996 a 9,46$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação 9,46$\mu g.L^{-1}$ (tab. 19; fig. 51).

Tab. 19. Medidas de ortofosfato - PO_4^{3-} - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
AB1	n.d.	6,20	1,95	1,87	104,02
AB2	n.d.	5,07	1,83	2,09	87,55
AB3	n.d.	9,46	2,69	2,72	99,00

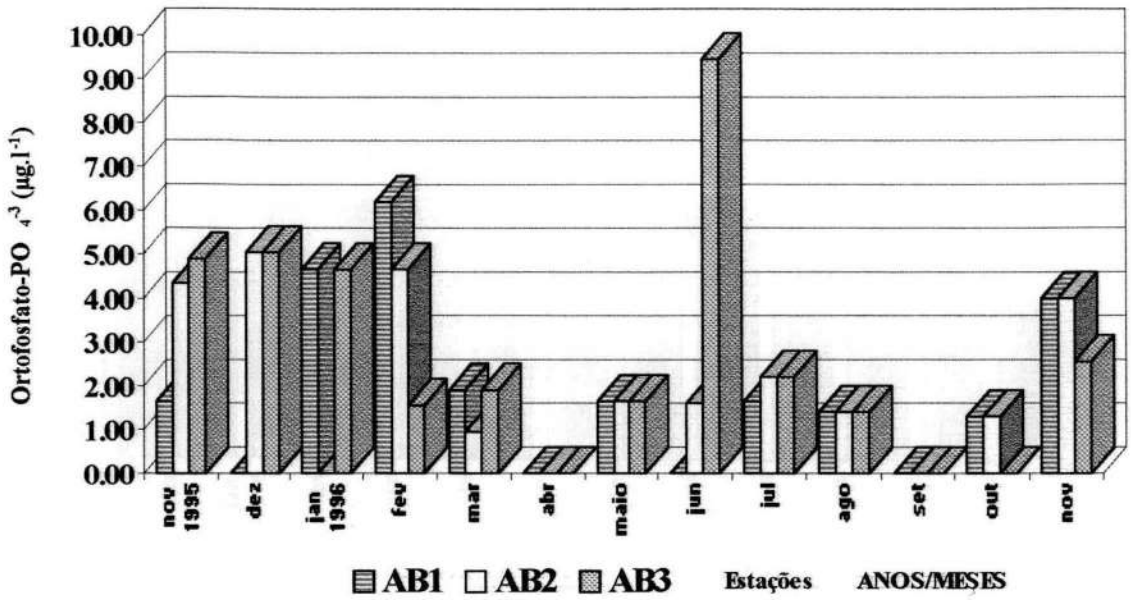
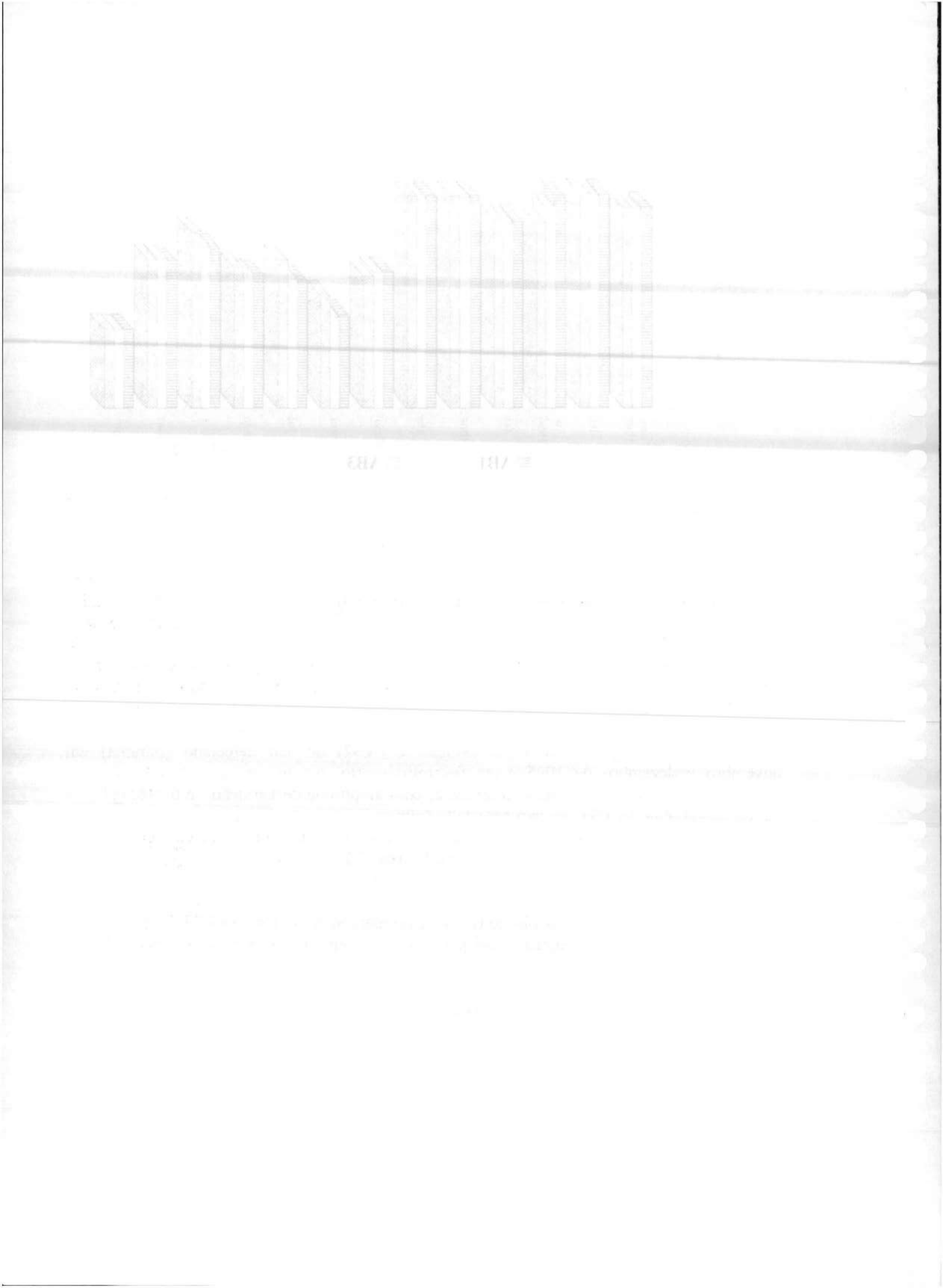


Fig. 51. Ortofosfato - PO_4^{3-} - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

No período de novembro de 1995 a novembro de 1996, as medidas do ortossilicato [$Si(OH)_4$] na água do igarapé Água Boa variaram na **estação 1 (AB1)** de 1,23mg.L^{-1} (mínima) em novembro de 1996 a 3,31mg.L^{-1} (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de 2,08mg.L^{-1}; na **estação 2 (AB2)** de 1,21g.L^{-1} (mínima) em novembro de 1996 a 3,27mg.L^{-1} (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de 2,06mg.L^{-1}; e na **estação 3 (AB3)** de 1,24mg.L^{-1} (mínima) em novembro de 1996 a 3,31mg.L^{-1} (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação 2,07mg.L^{-1} (tab. 20; fig. 52).

Tab. 20. Medidas de ortossilicato - $Si(OH)_4$ - (mg.L^{-1}) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
AB1	1,23	3,31	0,73	2,52	28,92
AB2	1,21	3,27	0,71	2,49	28,33
AB3	1,24	3,31	0,65	2,56	25,49



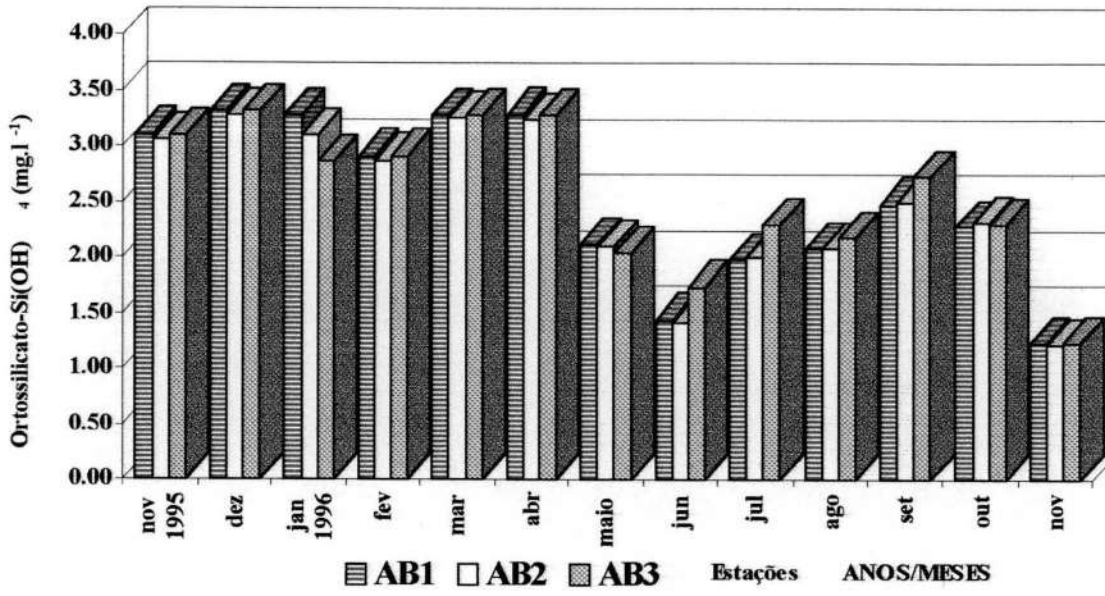


Fig. 52. Ortossilicato - $Si(OH)_4$ - ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.2.10. Micronutrientes (ferro dissolvido e ferro total)

No período de novembro de 1995 a novembro de 1996, a medida dos valores de ferro dissolvido no igarapé Água Boa variou na **estação 1 (AB1)** de não detectado (mínima) em novembro e dezembro de 1995 e em fevereiro, março, maio, junho-agosto, outubro e novembro de 1996 a 0,016mg.L^{-1} (máxima) em setembro de 1996, com amplitude de variação de 0,016mg.L^{-1}; variou na **estação 2 (AB2)** de não detectado (mínima) em novembro e dezembro de 1995 e em fevereiro-agosto, outubro e novembro de 1996 a 0,016mg.L^{-1} (máxima) em setembro de 1996, com amplitude de variação de 0,016mg.L^{-1}; e variou na **estação 3 (AB3)** de não detectado (mínima) em novembro e dezembro de 1995 e em fevereiro-maio, outubro e novembro de1996 a 0,031mg.L^{-1} (máxima) em setembro de 1996, com amplitude de variação de 0,031mg.L^{-1} (tab. 21; fig. 53).

Tab. 21. Medidas de ferro dissolvido ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
AB1	n.d.	0,016	0,005	0,002	259,173
AB2	n.d.	0,016	0,005	0,002	272,272
AB3	n.d.	0,031	0,011	0,008	142,290

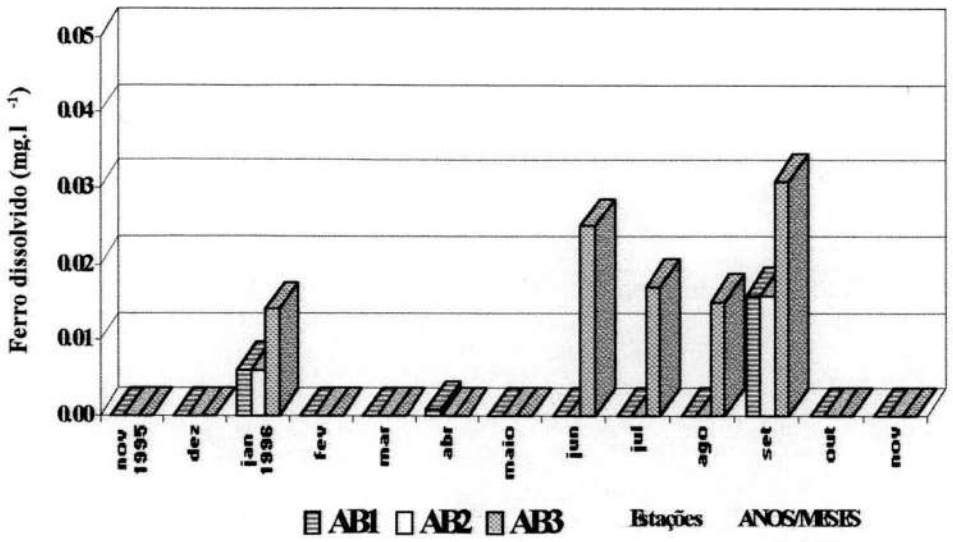


Fig. 53. Ferro dissolvido ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

No mesmo período acima, a medida dos teores de ferro total no igarapé Água Boa variou na **estação 1 (AB1)** de 0,001$mg.L^{-1}$ (mínima) em abril de 1996 a 0,107$mg.L^{-1}$ (máxima) em novembro de 1996, com amplitude de variação de 0,106$mg.L^{-1}$; na **estação 2 (AB2)** de 0,009$mg.L^{-1}$ (mínima) em abril de 1996 a 0,131$mg.L^{-1}$ (máxima) em setembro de 1996, com amplitude de variação de 0,122$mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (AB3)** de 0,067$mg.L^{-1}$ (mínima) em abril de1996 a 0,517$mg.L^{-1}$ (máxima) em agosto de 1996, com amplitude de variação 0,450$mg.L^{-1}$ (tab. 22; fig. 54).

Tab. 22. Medidas de ferro total ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
AB1	0,001	0,107	0,029	0,048	60,523
AB2	0,009	0,131	0,037	0,064	57,987
AB3	0,067	0,517	0,116	0,206	56,440

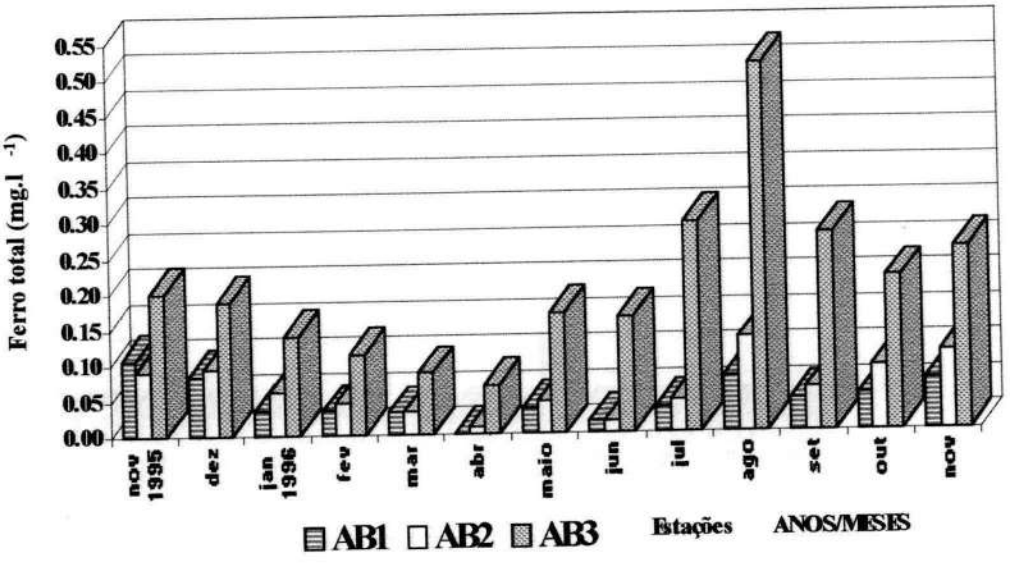


Fig. 54. Ferro total ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.2.11. Macronutrientes (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+} e Cl^{-}) e dureza

Os valores do cálcio no igarapé Água Boa permaneceram constantes no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 na **estação 1 (AB1)** e na **estação 2 (AB2)** sendo seus valores mínimo e máximo iguais a $0,02mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (AB3)** variou de $0,02mg.L^{-1}$ (mínimo) durante 12 dos 13 meses do presente estudo a $0,30mg.L^{-1}$ (máximo) em julho de 1996, com amplitude de variação de $0,28mg.L^{-1}$ (tab. 23; fig. 55).

Tab. 23. Medidas de cálcio-Ca^{2+} ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
AB1	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00
AB2	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00
AB3	0,02	0,30	0,08	0,04	186,95

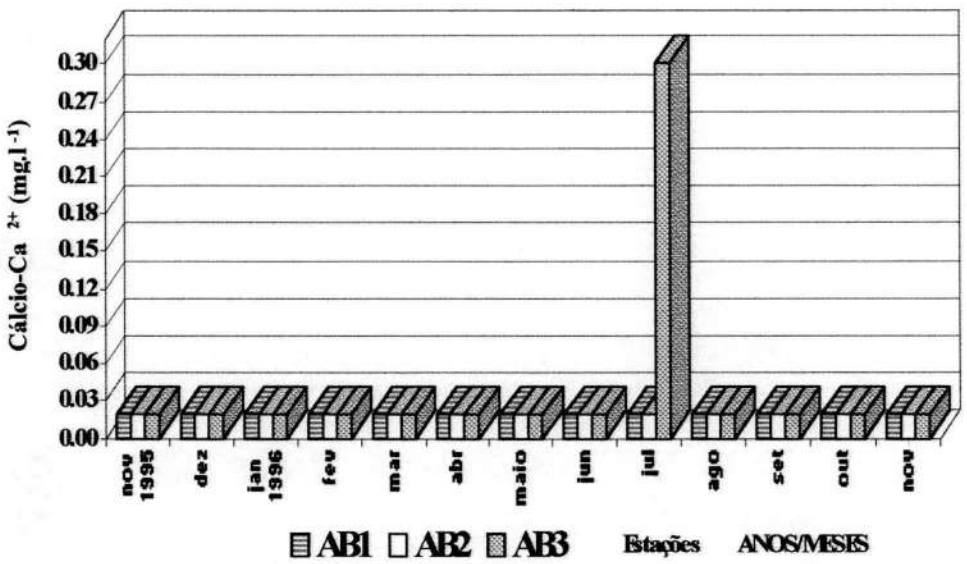


Fig. 55. Cálcio - Ca^{2+} - ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

No mesmo período de 13 meses antes mencionado, os teores de magnésio no igarapé Água Boa variaram de 0,02mg.L^{-1} (mínima) em dezembro de 1995 e em fevereiro, março e novembro de 1996 a 0,21mg.L^{-1} (máxima) em maio de 1996 na **estação 1 (AB1)**, com amplitude de variação de 0,19mg.L^{-1}; de 0,02mg.L^{-1} (mínima) em março e setembro-novembro de 1996 a 0,35mg.L^{-1} (máxima) em dezembro de 1995 na **estação 2 (AB2)**, com amplitude de variação de 0,33mg.L^{-1}; e de 0,02mg.L^{-1} (mínima) em novembro de1996 a 0,39mg.L^{-1} (máxima) em outubro de 1996 na **estação 3 (AB3)**, com amplitude de variação 0,37mg.L^{-1} (tab. 24; fig. 56).

Tab. 24. Medidas de magnésio - Mg^{2+} - ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
AB1	0,02	0,21	0,07	0,09	73,70
AB2	0,02	0,35	0,09	0,11	84,48
AB3	0,02	0,39	0,10	0,22	46,22

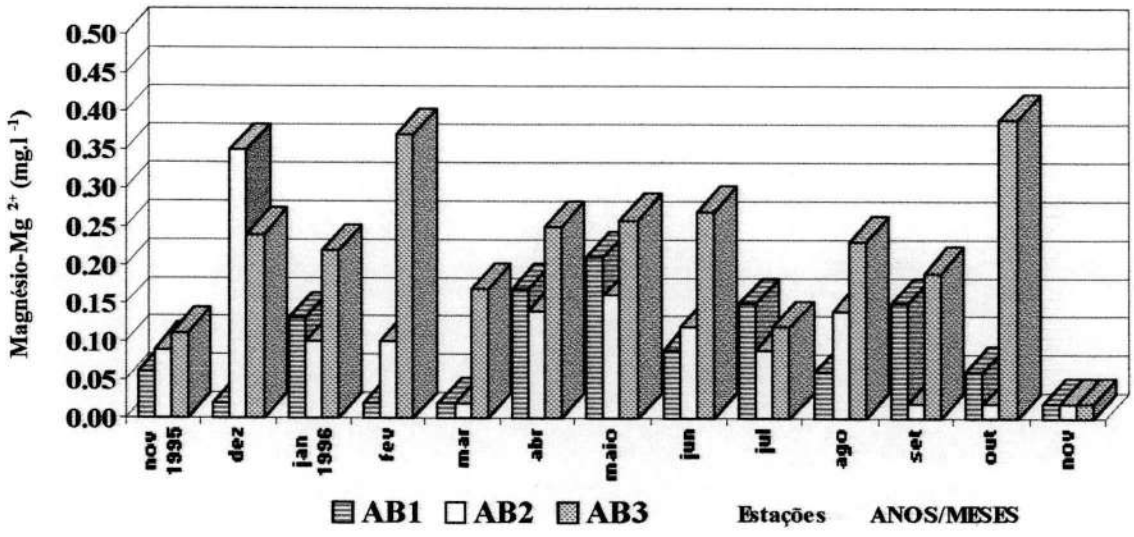


Fig. 56. Magnésio - Mg^{2+} ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

No período de novembro de 1995 a novembro de 1996, a medida dos valores de sódio no igarapé Água Boa variaram na **estação 1 (AB1)** de não detectado (mínima) em março de 1996 a 0,60mg.L^{-1} (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 0,60mg.L^{-1}; na **estação 2 (AB2)**, de 0,10mg.L^{-1} (mínima) em novembro e dezembro de 1995 e em janeiro-maio, agosto, outubro e novembro de 1996 a 0,40mg.L^{-1} (máxima) em julho e setembro de 1996, com amplitude de variação de 0,30mg.L^{-1}; e na **estação 3 (AB3)**, de 0,10mg.L^{-1} (mínima) em dezembro de 1995 e em fevereiro-abril, outubro e novembro de 1996 a 0,50mg.L^{-1} (máxima) em setembro de 1996, com amplitude de variação 0,40mg.L^{-1} (tab. 25; fig. 57).

Tab. 25. Medidas de sódio - Na^{+} ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
AB1	n.d.	0,60	0,16	0,15	104,86
AB2	0,10	0,40	0,11	0,15	73,23
AB3	0,10	0,50	0,11	0,18	61,72

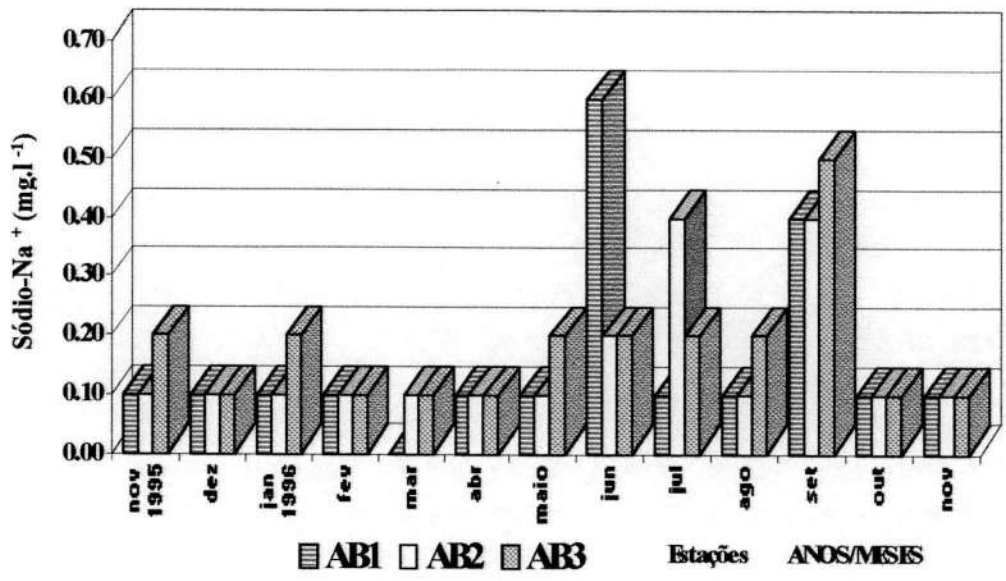


Fig. 57. Sódio - Na^+ ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

No já referido período de novembro de 1995 a novembro de 1996, a medida dos valores de potássio na **estação 1 (AB1)** do igarapé Água Boa variou de não detectado (mínima) em julho-novembro de 1996 a 0,10mg.L^{-1} (máxima) de novembro de 1995 até junho de 1996, com amplitude de variação de 0,10mg.L^{-1}; na **estação 2 (AB2)**, variou de não detectado (mínima) em novembro de 1995 e em maio, julho-novembro de 1996 a 0,10mg.L^{-1} (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de 0,10mg.L^{-1}; e na **estação 3 (AB3)**, variou de não detectado (mínima) em novembro de1996 a 0,10mg.L^{-1} (máxima) em outubro de 1996, com amplitude de variação 0,10mg.L^{-1} (tab. 26; fig. 58).

Tab. 26. Medidas de potássio - K^+ ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
AB1	n.d.	0,10	0,05	0,06	82,29
AB2	n.d.	0,10	0,05	0,05	112,42
AB3	n.d.	0,10	0,05	0,05	112,42

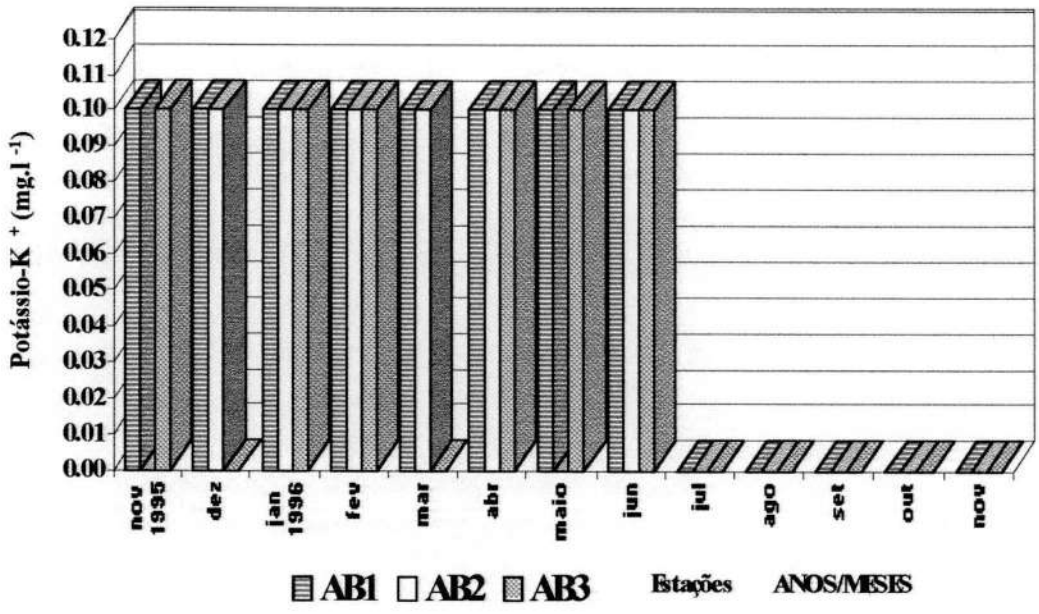


Fig. 58. Potássio - K^+ ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Ainda no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, a medida da dureza no igarapé Água Boa variou na **estação 1 (AB1)** de 0,02mg.L^{-1} (mínima) em fevereiro, março e novembro de 1996 a 0,98mg.L^{-1} (máxima) em maio de 1996, com amplitude de variação de 0,96mg.L^{-1}; na **estação 2 (AB2)**, de 0,02mg.L^{-1} (mínima) em março e em setembro-novembro de 1996 a 1,60mg.L^{-1} (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de 1,58mg.L^{-1}; e na **estação 3 (AB3)**, de 0,49mg.L^{-1} (mínima) em novembro de1995 a 1,78mg.L^{-1} (máxima) em outubro de 1996, com amplitude de variação de 1,29mg.L^{-1} (tab. 27; fig. 59).

Tab. 27. Medidas de dureza (mg.L^{-1}) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
AB1	0,02	0,98	0,33	0,39	85,84
AB2	0,02	1,60	0,43	0,45	94,93
AB3	0,49	1,78	0,37	1,14	32,22

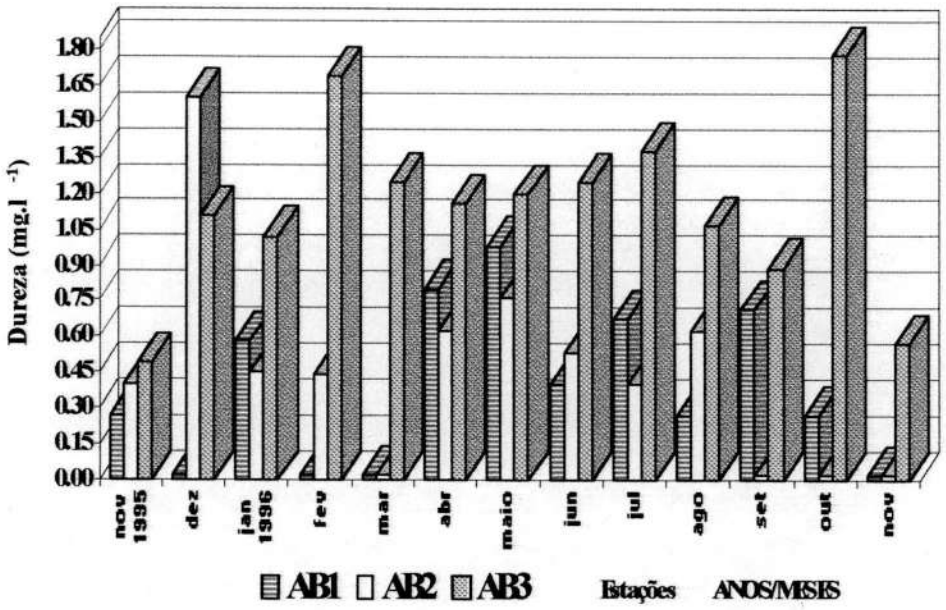
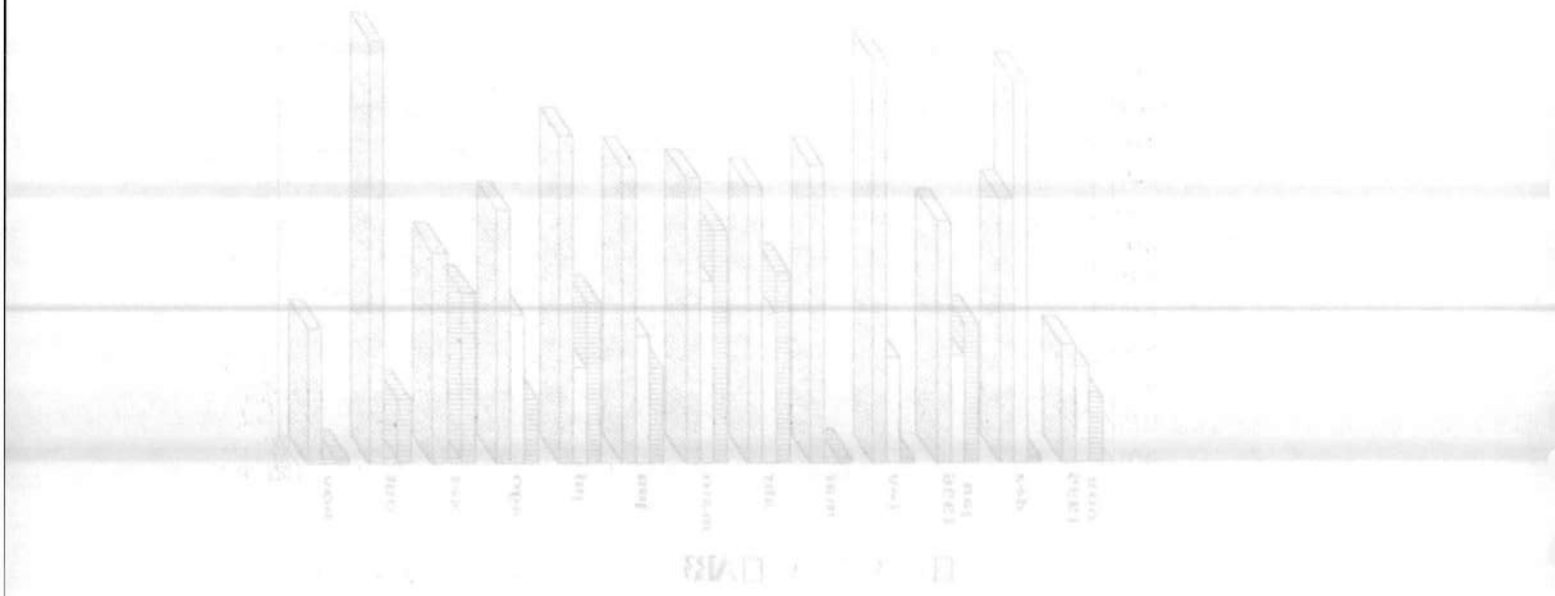


Fig. 59. Dureza (mg.L^{-1}) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Os valores de cloretos variaram, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 na **estação 1 (AB1)** do Igarapé Água Boa, de 1,14mg.L^{-1} (mínima) em fevereiro de 1996 a 4,12mg.L^{-1} (máxima) em agosto de 1996, com amplitude de variação de 2,98mg.L^{-1}; na **estação 2 (AB2)**, de 1,28mg.L^{-1} (mínima) em fevereiro de 1996 a 12,78mg.L^{-1} (máxima) em janeiro de 1996, com amplitude de variação de 11,5mg.L^{-1}; e na **estação 3 (AB3)**, de 0,99mg.L^{-1} (mínima) em junho de1996 a 3,27mg.L^{-1} (máxima) em agosto de 1996, com amplitude de variação 2,28mg.L^{-1} (tab. 28; fig. 60).

Tab. 28. Medidas de cloretos - Cl^- (mg.L^{-1}) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
AB1	1,14	4,12	0,84	2,03	41,50
AB2	1,28	12,78	3,09	2,83	109,11
AB3	0,99	3,27	0,62	1,84	33,82



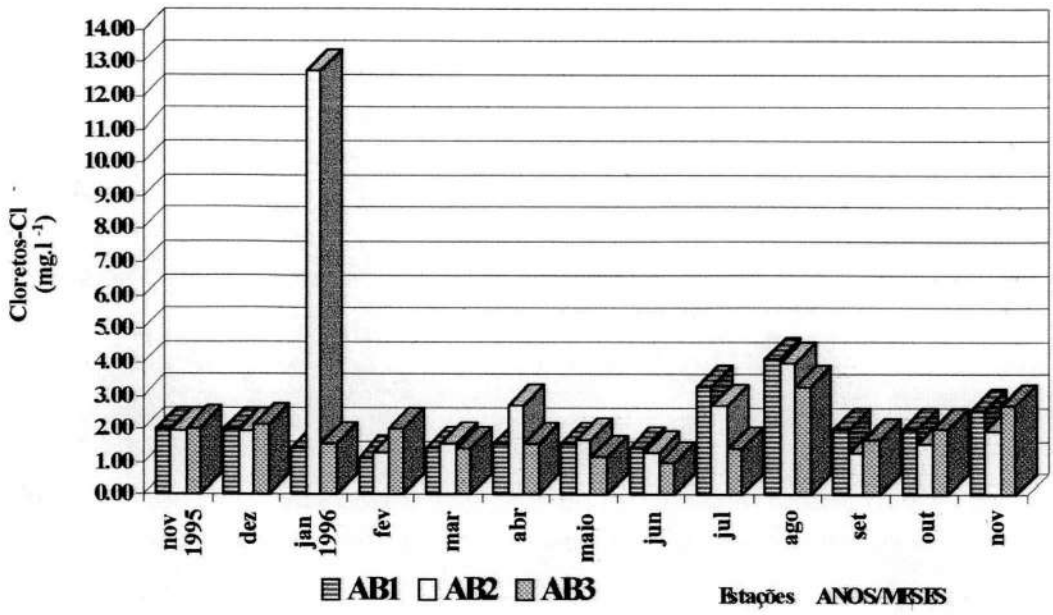


Fig. 60. Cloretos - Cl^- ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.3. Variáveis físicas e químicas do rio Cauamé

4.3.1. Temperatura do ar e da água (°C)

Durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, a temperatura do ar na área do rio Cauamé variou na **estação 1 (C1)** de 26,5°C (mínima) em julho de 1996 a 35°C (máxima) em março de 1996, com amplitude de variação de 8,5°C; na **estação 2 (C2)**, variou de 26,5°C (mínima) em julho de 1996 a 37,4°C (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de 10,9°C; e na **estação 3 (C3)**, variou de 26,5°C (mínima) em julho de 1996 a 33,6°C (máxima) em novembro de 1995, com amplitude de variação 7,1°C (tab. 29; fig. 61).

Tab. 29. Valores de temperatura do ar (°C) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	V.C. %
C1	26,5	35,0	2,62	31,34	8,35
C2	26,5	37,4	2,87	31,87	8,99
C3	26,5	33,6	2,56	30,75	8,33

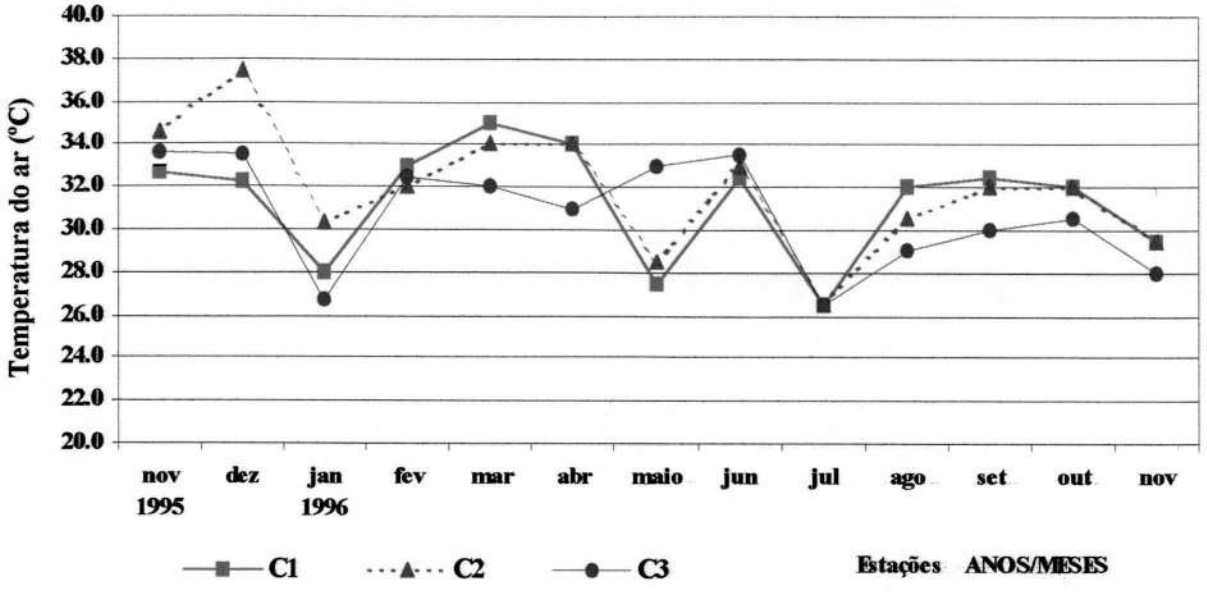


Fig. 61. Temperatura do ar (°C) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

No mesmo período acima, a temperatura da água do rio Cauamé variou na **estação 1 (C1)** de 27,5°C (mínima) em julho de 1996 a 31,5°C (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 4°C; na **estação 2 (C2)**, variou de 27°C (mínima) em julho de 1996 a 31,1°C (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de 4,1°C; e na **estação 3 (C3)**, variou de 26,2°C (mínima) em julho de 1996 a 31°C (máxima) em novembro de 1995, com amplitude de variação 4,8°C (tab. 30; fig. 62).

Tab. 30. Valores da temperatura da água (°C) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. %
C1	27,5	31,5	1,22	29,57	4,13
C2	27,0	31,1	1,21	29,44	4,12
C3	26,2	31,0	1,43	29,04	4,91

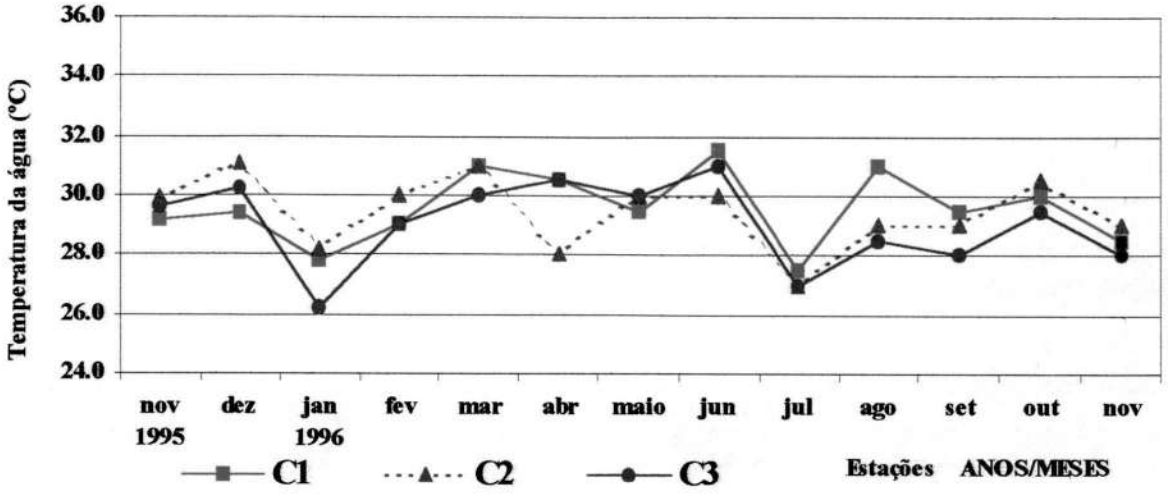


Fig. 62. Temperatura da água (°C) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.3.2. Turbidez (UNT)

A turbidez no rio Cauamé variou na **estação 1 (C1)**, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, de 3,5UNT (mínima) em março de 1996 a 42UNT (máxima) em julho de 1996, com amplitude de variação de 38,5UNT; na **estação 2 (C2)**, de 3,2UNT (mínima) em março de 1996 a 24UNT (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 20,8UNT; e na **estação 3 (C3)**, de 3,1UNT (mínima) em dezembro de 1995 a 24UNT (máxima) em julho de 1996, com amplitude de variação de 20,9UNT (tab. 31; fig. 63).

Tab. 31. Medidas de turbidez (UNT) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. %
C1	3,5	42,0	13,26	14,85	89,24
C2	3,2	24,0	7,86	11,89	66,11
C3	3,1	24,0	7,70	11,99	64,18

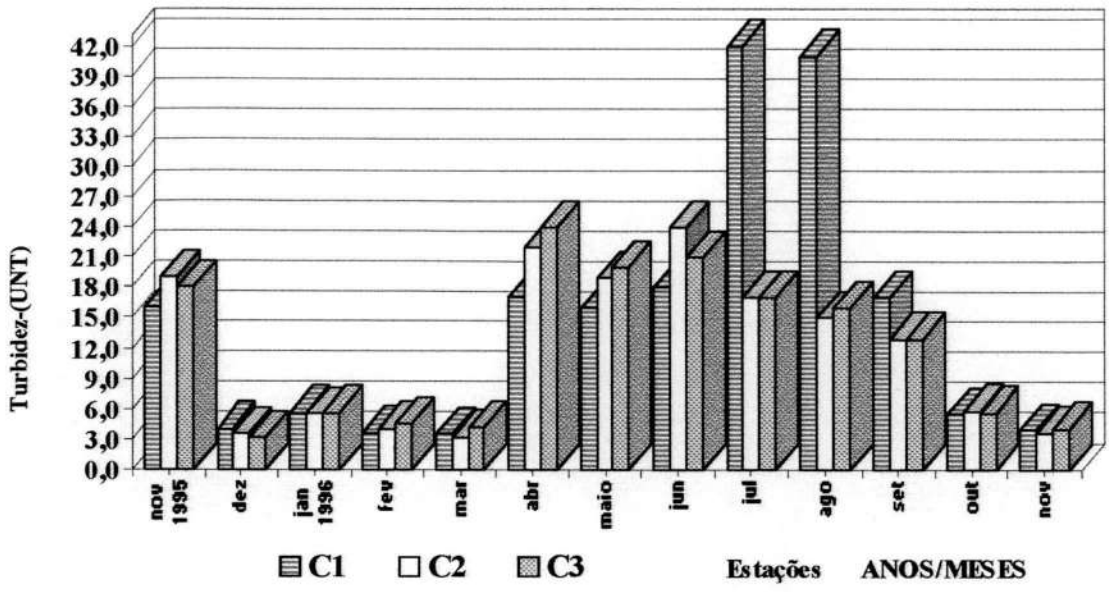


Fig. 63. Turbidez-(UNT) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.3.3. Condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$)

A condutividade elétrica no rio Cauamé variou na **estação 1 (C1)**, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, de 7,2$\mu S.cm^{-1}$ (mínima) em novembro de 1995 a 79$\mu S.cm^{-1}$ (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 71,8$\mu S.cm^{-1}$; na **estação 2 (C2)** variou de 7,3$\mu S.cm^{-1}$ (mínima) em novembro de 1995 a 86$\mu S.cm^{-1}$ (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 78,7$\mu S.cm^{-1}$; e na **estação 3 (C3)** variou de 7,2$\mu S.cm^{-1}$ (mínima) em novembro de 1995 a 74$\mu S.cm^{-1}$ (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 66,8$\mu S.cm^{-1}$ (tab. 32; fig. 64).

Tab. 32. Valores de condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. %
C1	7,2	79,0	19,39	14,68	132,13
C2	7,3	86,0	21,32	15,31	139,30
C3	7,2	74,0	17,96	14,61	122,95

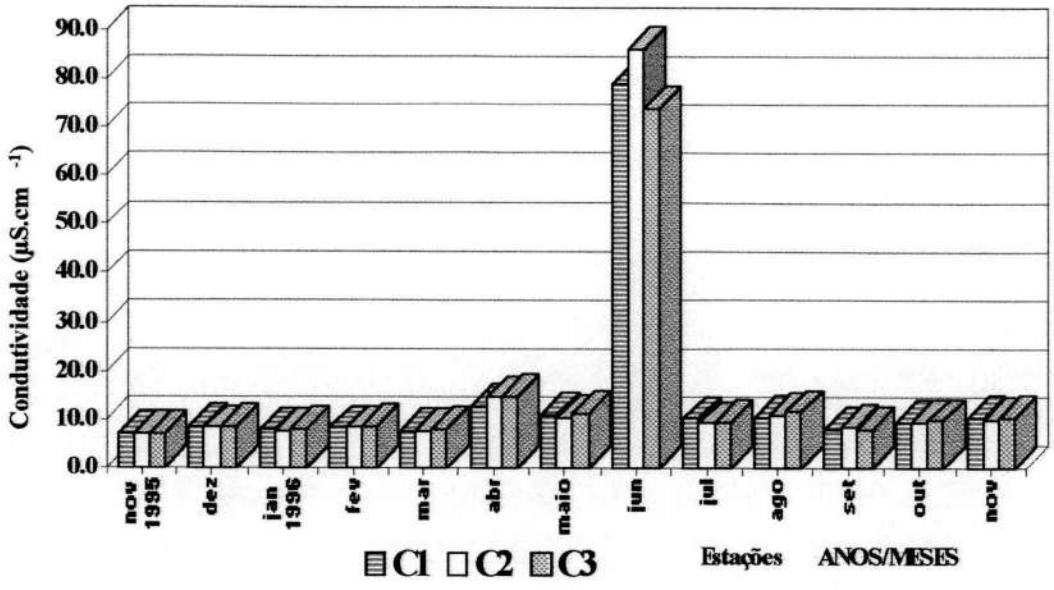


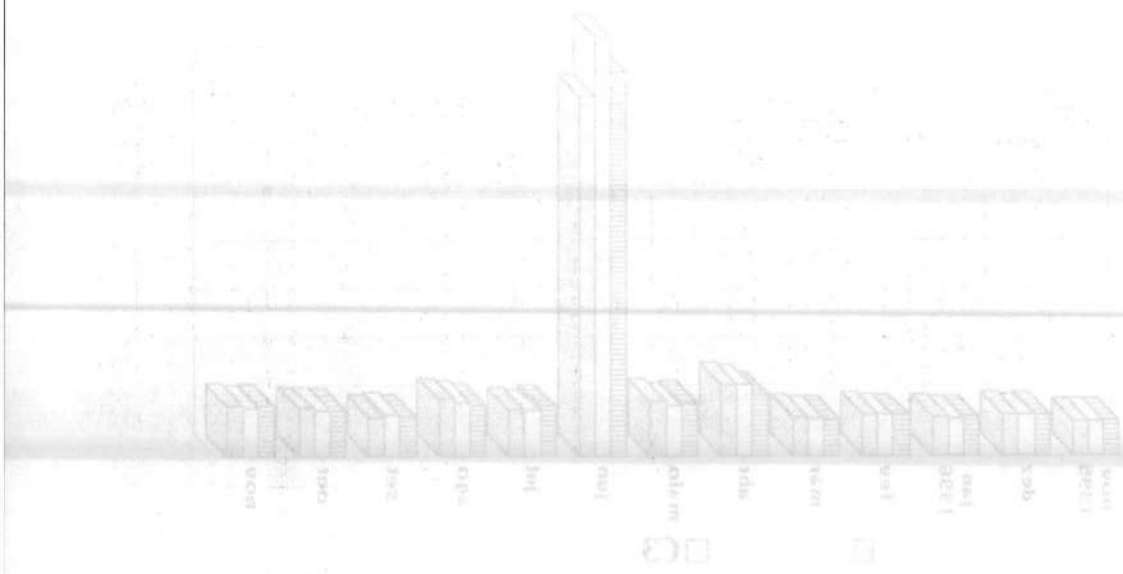
Fig. 64. Condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$) do rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.3.4. Potencial hidrogeniônico (pH) e alcalinidade

O pH no rio Cauamé variou na **estação 1 (C1)**, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, de 4,0 (mínima) em abril de 1996 a 6,2 (máxima) em outubro e novembro de 1996, com amplitude de variação de 2,2; na **estação 2 (C2)**, de 4,2 (mínima) em abril de 1996 a 6,2 (máxima) em outubro e novembro de 1996, com amplitude de variação de 2,0; e na **estação 3 (C3)**, de 4,4 (mínima) em maio de 1996 a 6,0 (máxima) em julho, outubro e novembro de 1996, com amplitude de variação de 1,6 (tab. 33; fig. 65).

Tab. 33. Valores de pH no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. %
C1	4,0	6,2	0,66	5,54	11,94
C2	4,2	6,2	0,64	5,61	11,45
C3	4,4	6,0	0,54	5,50	9,82



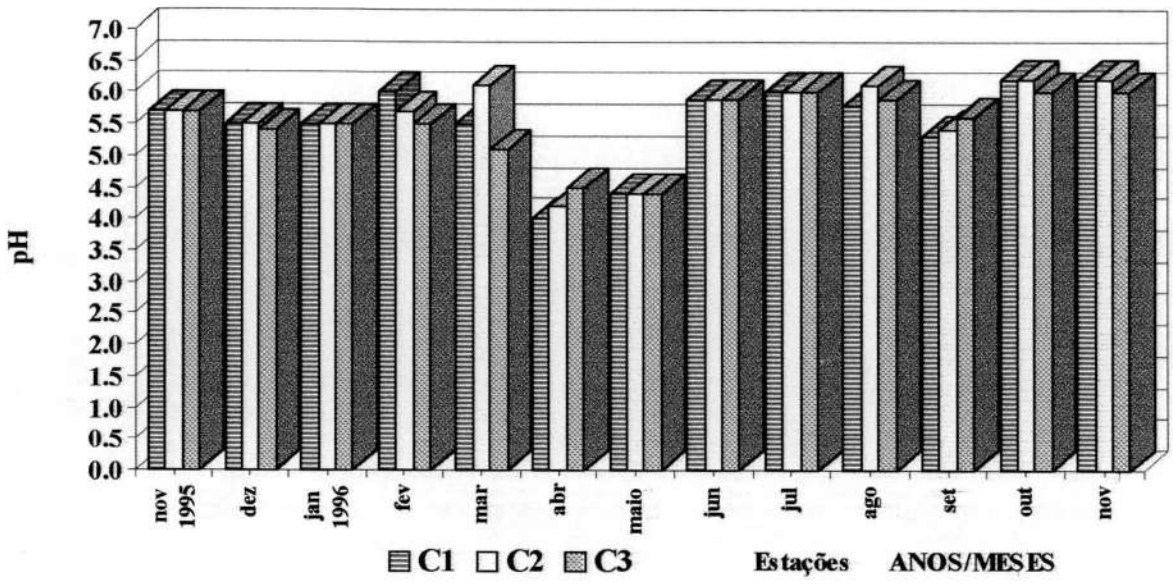


Fig. 65. O pH do rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

A alcalinidade no rio Cauamé variou, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, na **estação 1 (C1)** de 0,0mEq.L^{-1} (mínima) em abril e maio de 1996 a 6,1mEq.L^{-1} (máxima) em julho e outubro de 1996, com amplitude de variação de 6,1mEq.L^{-1}; na **estação 2 (C2)**, de 0,0mEq.L^{-1} (mínima) em abril e maio de 1996 a 6,1mEq.L^{-1} (máxima) em julho e outubro de 1996, com amplitude de variação de 6,1mEq.L^{-1}; e na **estação 3 (C3)**, de 0,0mEq.L^{-1} (mínima) em maio de 1996 a 6,1mEq.L^{-1} (máxima) em julho, agosto, outubro e novembro de 1996, com amplitude de variação de 6,1mEq.L^{-1} (tab. 34; fig. 66).

Tab. 34. Valores de alcalinidade (mEq.L^{-1}) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D. P.	Média	C.V. %
C1	0,0	6,1	2,1	3,4	62,0
C2	0,0	6,1	2,1	3,6	58,4
C3	0,0	6,1	2,1	3,8	54,7

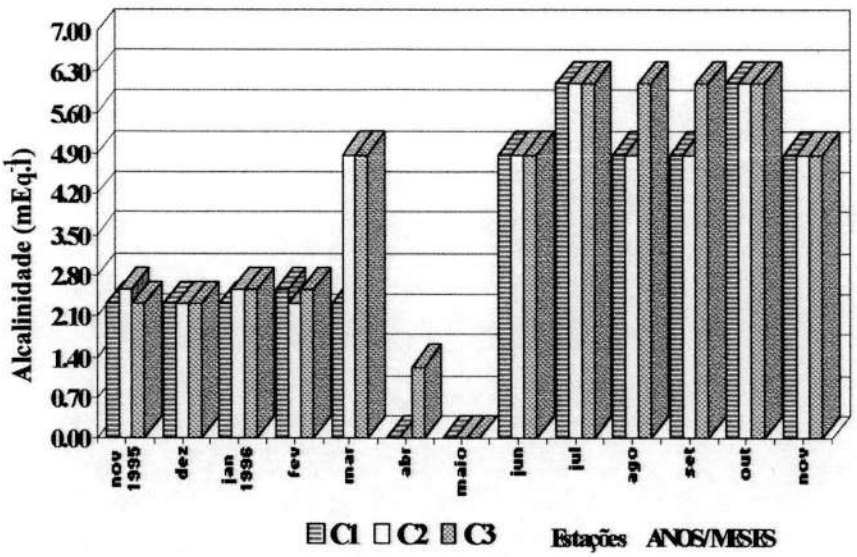


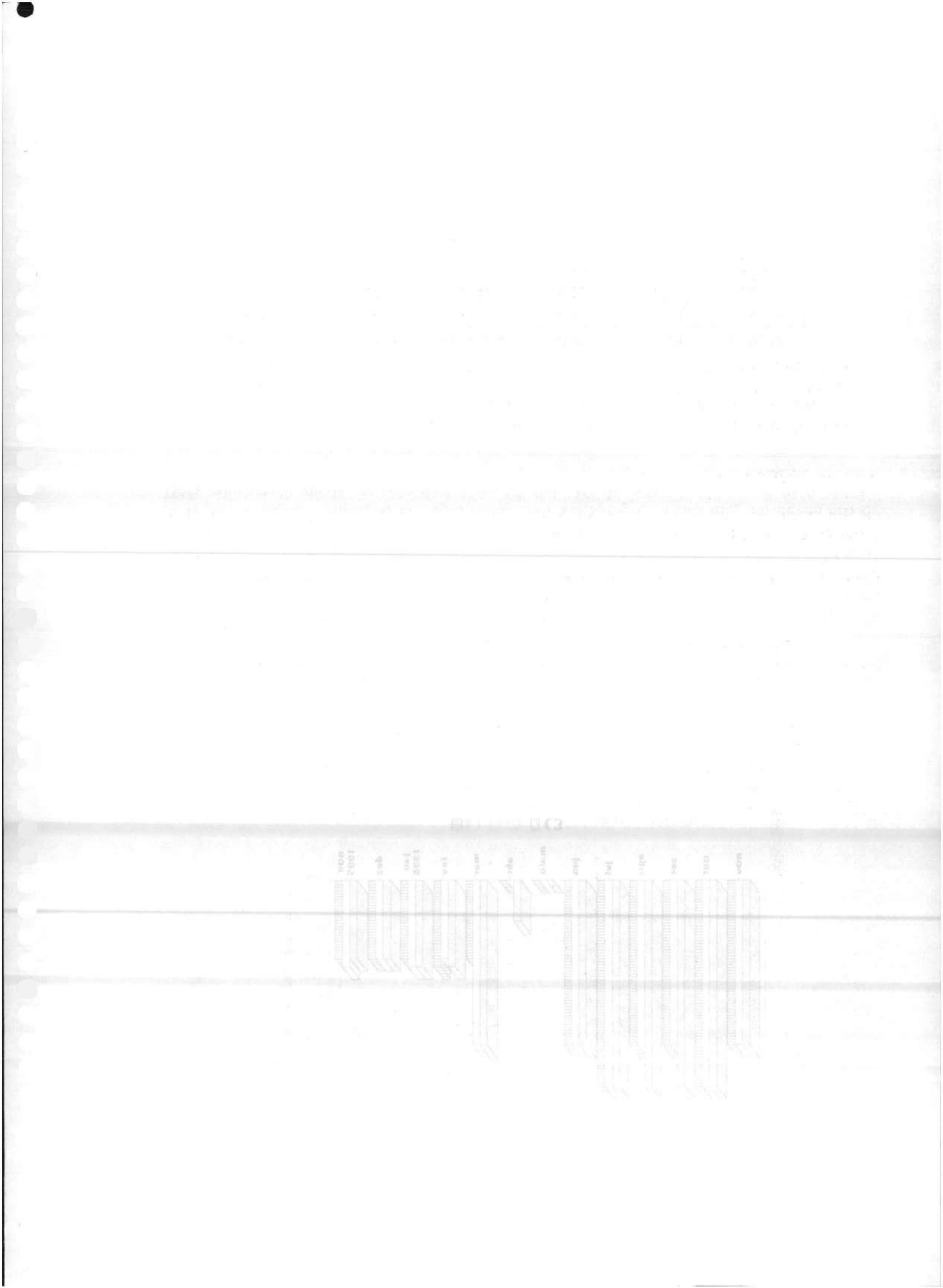
Fig. 66. Alcalinidade ($mEq.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.3.5. Concentração de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) e porcentagem de saturação de oxigênio (%)

Durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, a concentração de oxigênio dissolvido no rio Cauamé variou na **estação 1 (C1)** de 4,84$mg.L^{-1}$ (mínima) em agosto de 1996 a 9,51$mg.L^{-1}$ (máxima) em fevereiro de 1996, com amplitude de variação de 4,67$mg.L^{-1}$; na **estação 2 (C2)** de 5,35$mg.L^{-1}$ (mínima) em setembro de 1996 a 9,7$mg.L^{-1}$ (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de 4,35$mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (C3)** de 4,61$mg.L^{-1}$ (mínima) em agosto de 1996 a 9,83$mg.L^{-1}$ (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de 5,22$mg.L^{-1}$ (tab. 35; fig. 67).

Tab. 35. Valores de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. %
C1	4,84	9,51	1,31	7,03	18,70
C2	5,35	9,70	1,44	7,39	19,52
C3	4,61	9,83	1,60	6,93	23,03



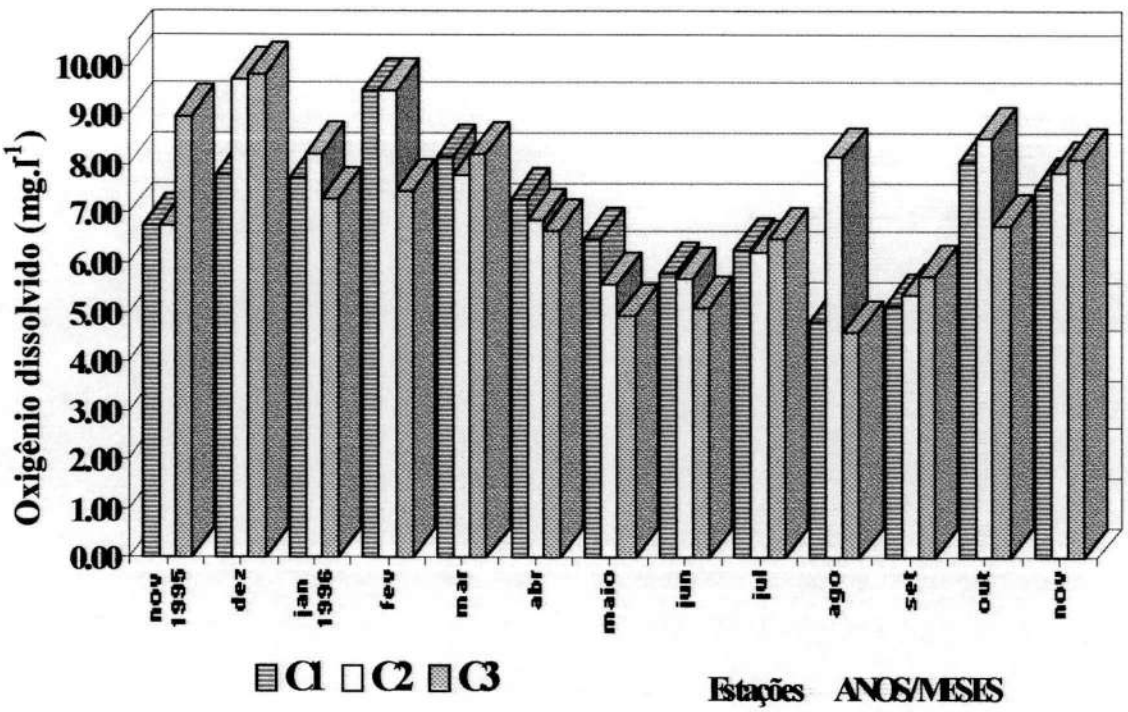
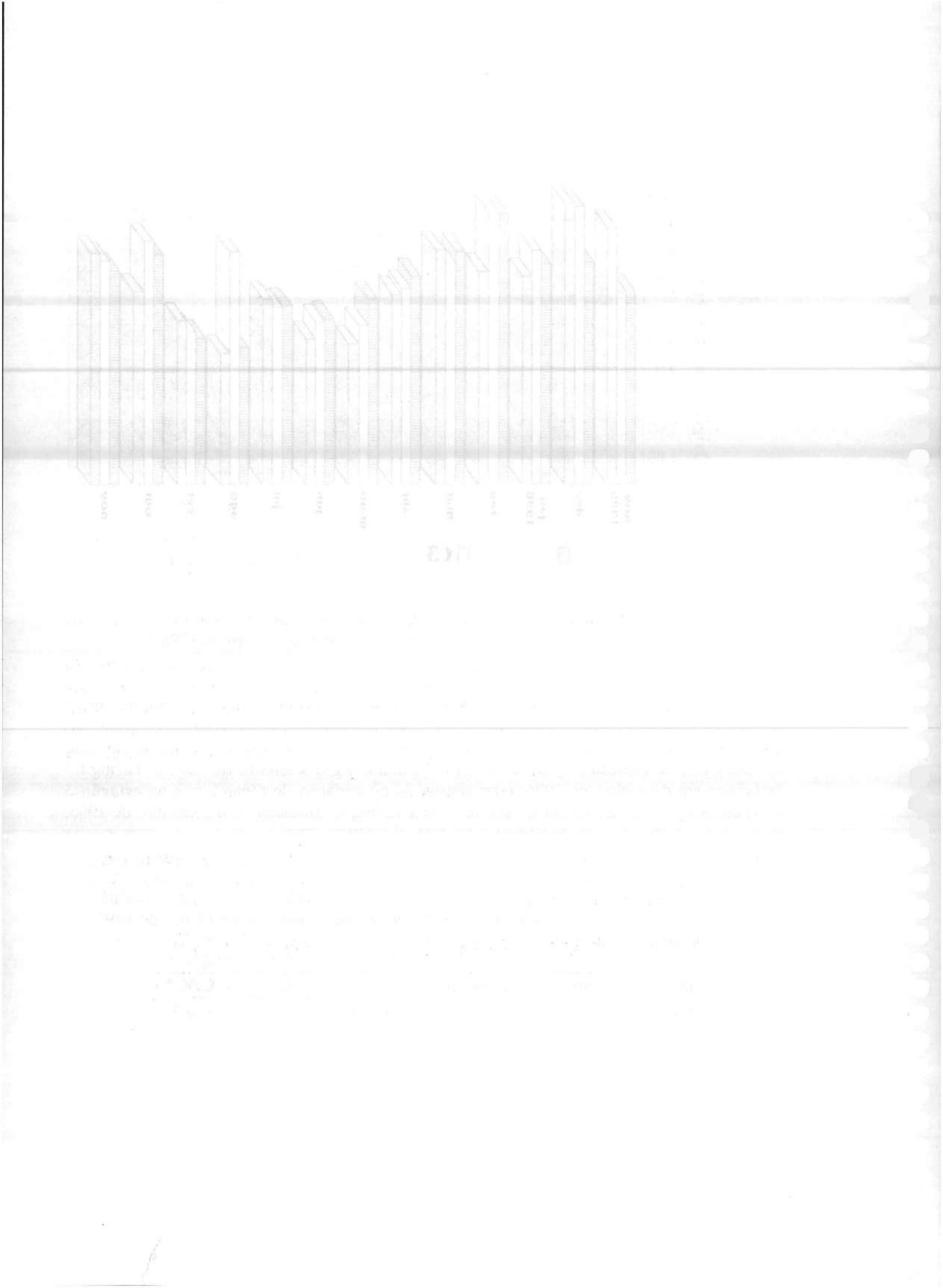


Fig. 67. Oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

A porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido no rio Cauamé variou, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, na **estação 1 (C1)** de $62mg.L^{-1}$ (mínima) em agosto de 1996 a $125mg.L^{-1}$ (máxima) em fevereiro de 1996, com amplitude de variação de $63mg.L^{-1}$; na **estação 2 (C2)** de $69mg.L^{-1}$ (mínima) em setembro de 1996 a $127mg.L^{-1}$ (máxima) em dezembro de 1996, com amplitude de variação de $69mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (C3)** de $58mg.L^{-1}$ (mínima) em agosto de 1996 a $125mg.L^{-1}$ (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de $67mg.L^{-1}$ (tab. 36; fig. 68).

Tab. 36. Valores da porcentagem de saturação de oxigênio (%) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. %
C1	62,0	125,0	18,53	91,08	20,34
C2	69,0	127,0	19,20	95,46	20,11
C3	58,0	125,0	20,38	88,31	23,08



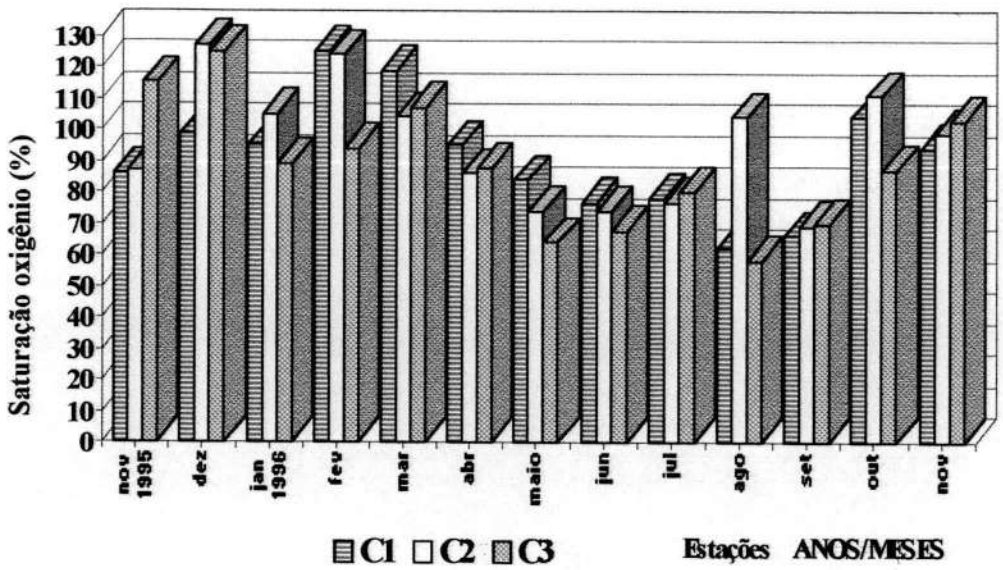


Fig. 68. Porcentagem de saturação do oxigênio (%) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.3.6. Demanda bioquímica de oxigênio – DBO ($mg.L^{-1}$)

A demanda bioquímica do oxigênio variou no rio Cauamé, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, da seguinte maneira: na **estação 1 (C1)** de 0,21$mg.L^{-1}$ (mínima) em setembro de 1996 a 2,76$mg.L^{-1}$ (máxima) em fevereiro de 1996, com amplitude de variação de 2,55$mg.L^{-1}$; na **estação 2 (C2)** de 0,18$mg.L^{-1}$ (mínima) em janeiro de 1996 a 3,11$mg.L^{-1}$ (máxima) em agosto de 1996, com amplitude de variação de 2,93$mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (C3)** de 0,14$mg.L^{-1}$ (mínima) em junho de 1996 a 2,08$mg.L^{-1}$ (máxima) em março de 1996, com amplitude de variação de 1,94$mg.L^{-1}$ (tab. 37; fig. 69).

Tab. 37. Valores da demanda bioquímica de oxigênio - DBO ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. %
C1	0,2	2,8	0,7	1,3	55,2
C2	0,2	3,1	0,9	1,4	63,4
C3	0,1	2,1	0,6	1,1	51,6

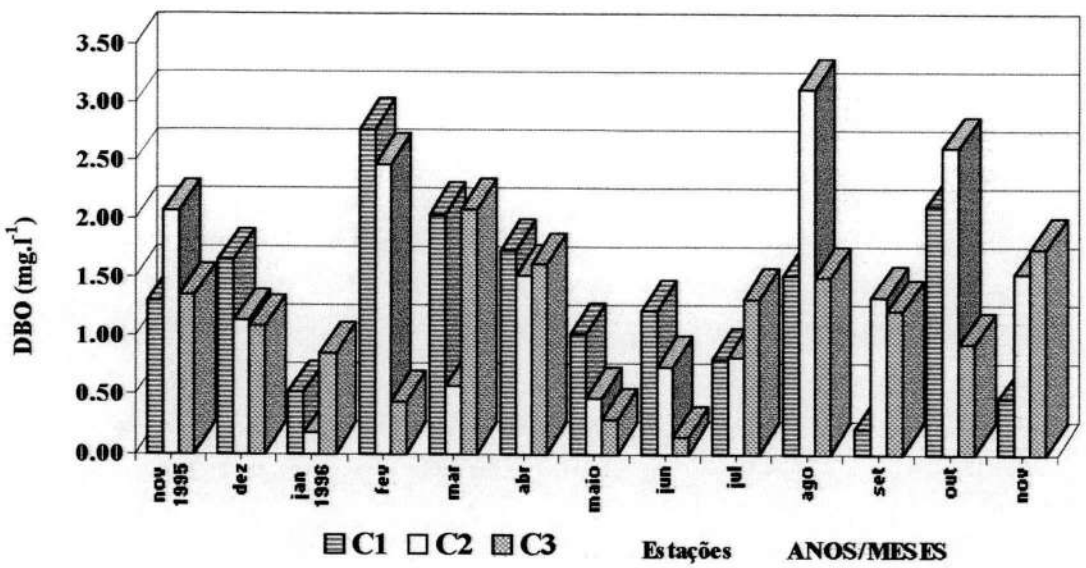


Fig. 69. Demanda bioquímica de oxigênio - DBO ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.3.7. Demanda química do oxigênio - DQO ($mg.L^{-1}$)

A demanda química de oxigênio no rio Cauamé, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, variou na **estação 1 (C1)** de 14,82$mg.L^{-1}$ (mínima) em março de 1996 a 38,42$mg.L^{-1}$ (máxima) em maio de 1996, com amplitude de variação de 23,6$mg.L^{-1}$; na **estação 2 (C2)** variou de 16,25$mg.L^{-1}$ (mínima) em novembro de 1996 a 50,19$mg.L^{-1}$ (máxima) em agosto de 1996, com amplitude de variação de 33,94$mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (C3)** variou de 16,9$mg.L^{-1}$ (mínima) em agosto de 1996 a 43,37$mg.L^{-1}$ (máxima) em novembro de 1996, com amplitude de variação de 26,47$mg.L^{-1}$ (tab. 38; fig. 70).

Tab. 38. Medidas da demanda química de oxigênio - DQO ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. %
C1	14,82	38,42	7,63	23,22	32,85
C2	16,25	50,19	11,41	26,37	43,26
C3	16,90	43,37	9,72	24,56	39,59

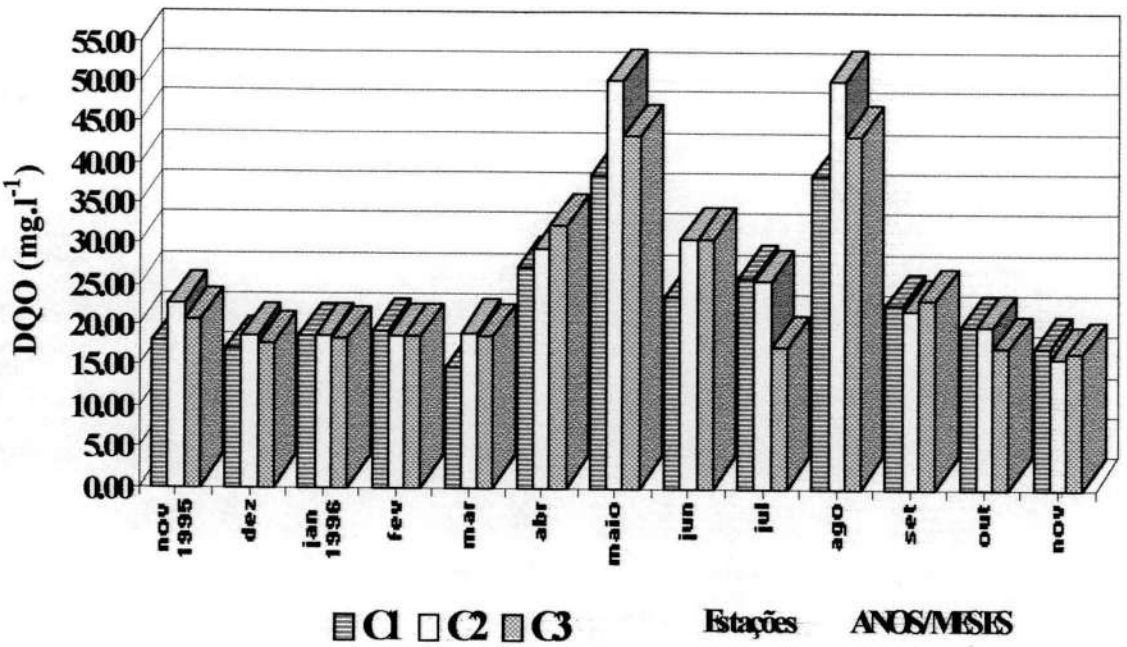


Fig. 70. Demanda química de oxigênio - DQO ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.3.8. Sólidos totais em suspensão

No período de novembro de 1995 a novembro de 1996, as medidas de sólidos totais em suspensão na água do rio Cauamé variaram na **estação 1 (C1)** de 2,9$mg.L^{-1}$ (mínima) em janeiro de 1996 a 17,6$mg.L^{-1}$ (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 14,7$mg.L^{-1}$; na **estação 2 (C2)** de 3,1$mg.L^{-1}$ (mínima) em janeiro de 1996 a 15,8$mg.L^{-1}$ (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de 12,7$mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (C3)** de 3,1$mg.L^{-1}$ (mínima) em abril e maio de 1996 a 19,4$mg.L^{-1}$ (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação 16,3$mg.L^{-1}$ (tab. 39; fig. 71).

Tab. 39. Medidas de sólidos totais em suspensão ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
C1	2,9	17,6	4,06	5,96	68,06
C2	3,1	15,8	3,33	6,05	55,09
C3	3,1	19,4	4,48	6,95	64,43

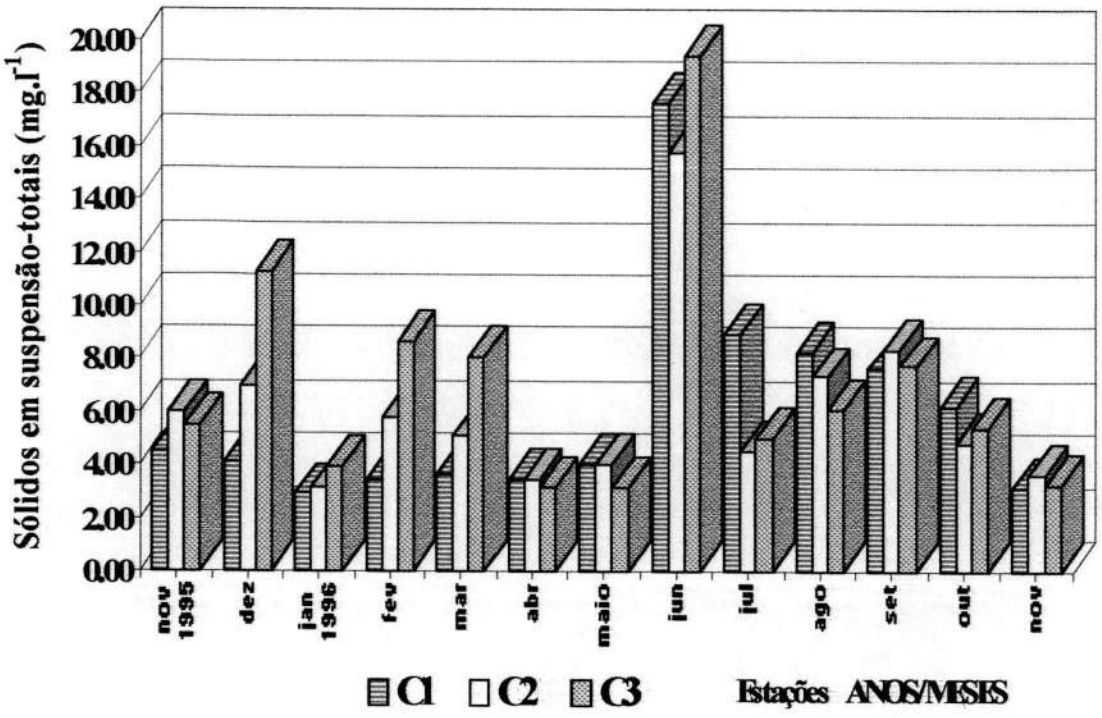


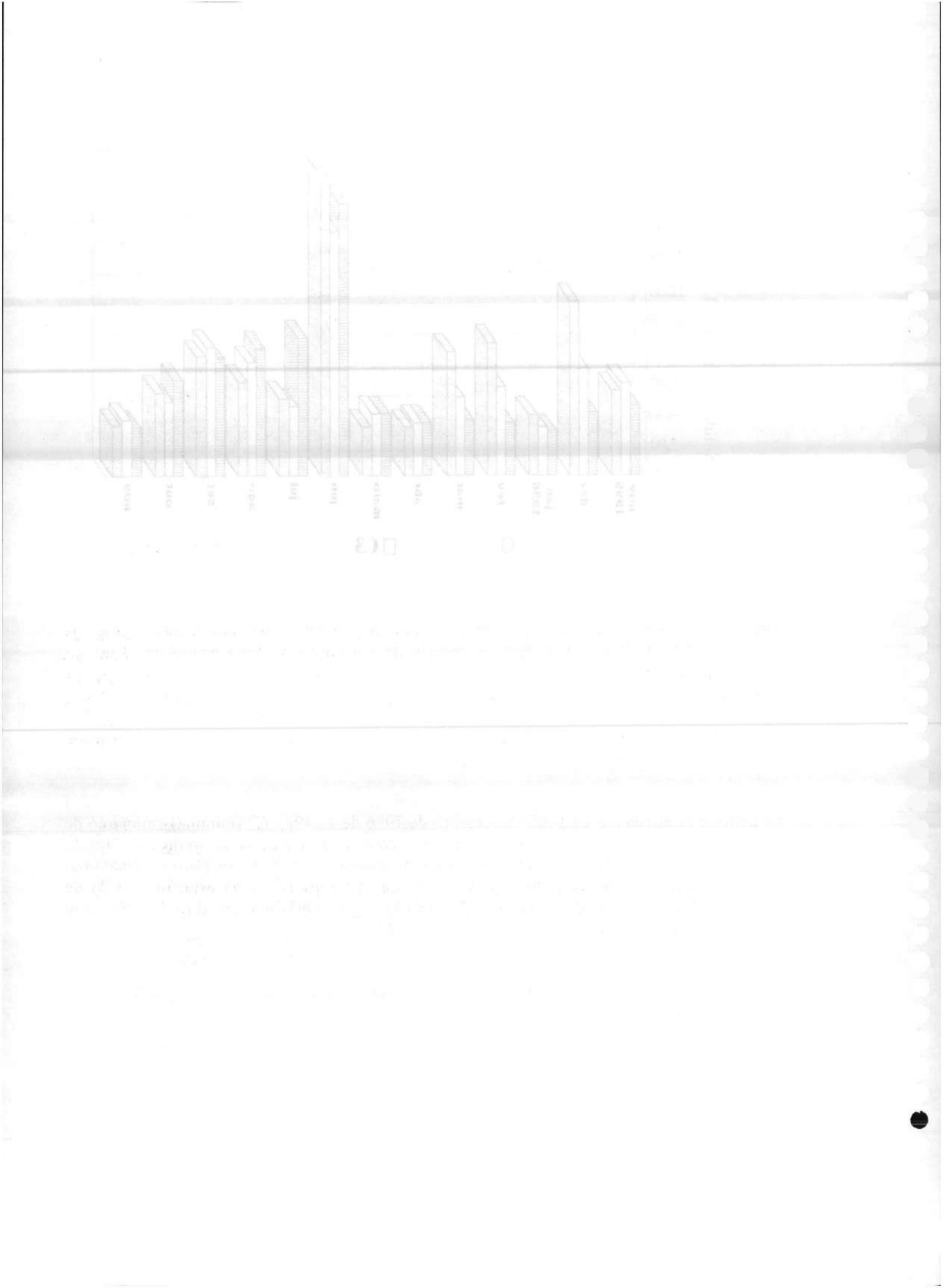
Fig. 71. Sólidos totais em suspensão ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.3.9. Nutrientes inorgânicos [amônio - NH_4^+, nitrato - NO_3^-, nitrito - NO_2^-, ortofosfato - PO_4^{3-} e ortossilicato - $Si(OH)_4$]

As medidas de amônio - NH_4^+ - na água do rio Cauamé variaram na **estação 1 (C1)** no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 de 46,49$\mu g.L^{-1}$ (mínima) em março de 1996 a 247,23$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em maio de 1996, com amplitude de variação de 200,74$\mu g.L^{-1}$; na **estação 2 (C2)** de 46,49$\mu g.L^{-1}$ (mínima) em março de 1996 a 239,73$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em maio de 1996, com amplitude de variação de 193,24$\mu g.L^{-1}$; e na **estação 3 (C3)** de 13,77$\mu g.L^{-1}$ (mínima) em dezembro de 1995 a 413,02$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em abril de 1996, com amplitude de variação 399,25$\mu g.L^{-1}$ (tab. 40; fig. 72).

Tab. 40. Medidas de amônio - NH_4^+ ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
C1	46,49	247,23	48,28	140,78	34,30
C2	46,49	239,73	62,35	142,58	43,73
C3	13,7	413,02	106,31	163,89	64,87



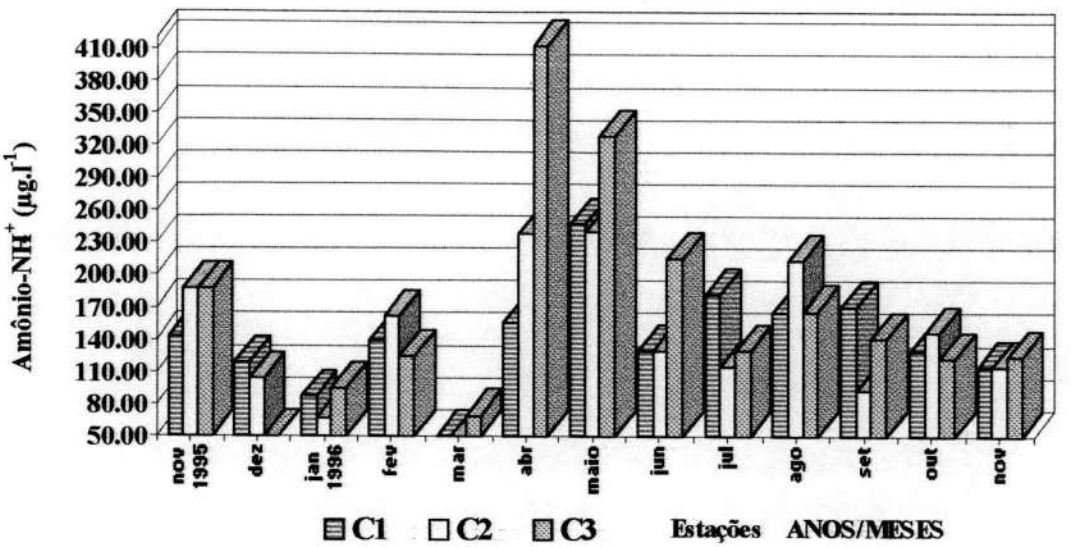
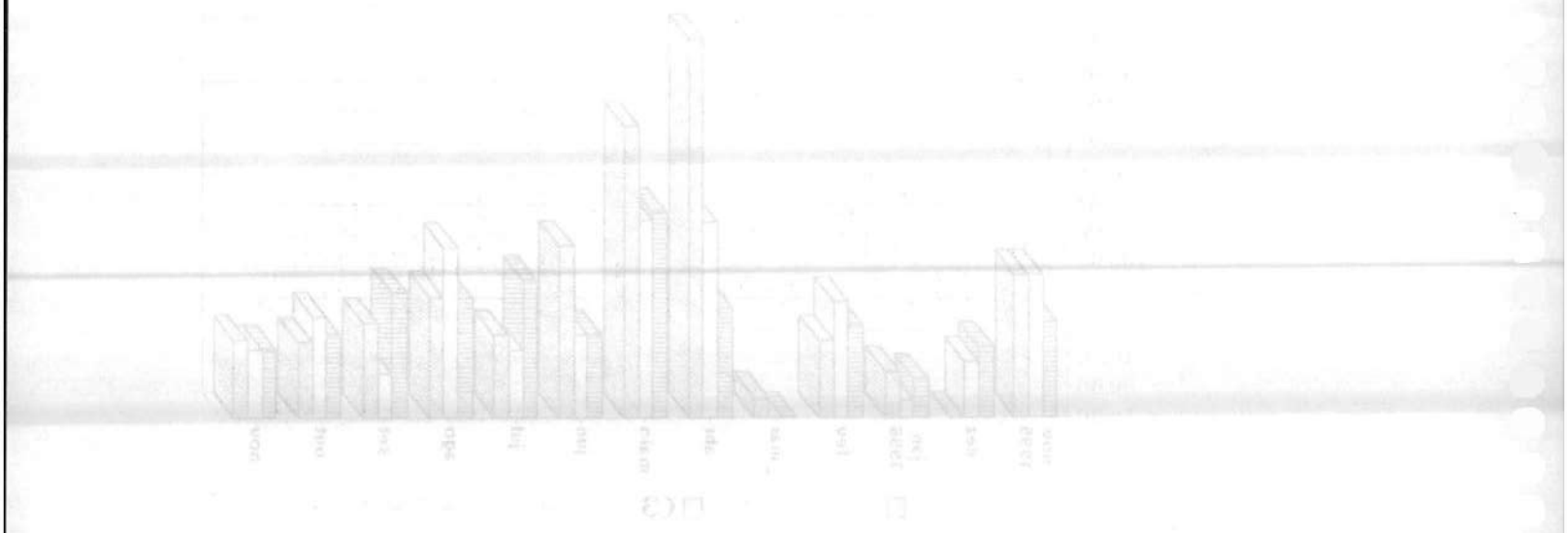


Fig. 72. Amônio - NH_4^+ - ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

No período de novembro de 1995 a novembro de 1996, as medidas dos teores de nitrato - NO_3^- - na água do rio Cauamé variaram na **estação 1 (C1)** de 1,74$\mu g.L^{-1}$ (mínima) em março de 1996 a 136,09$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em novembro de 1995, com amplitude de variação de 134,35$\mu g.L^{-1}$; na **estação 2 (C2)** de 2,62$\mu g.L^{-1}$ (mínima) em março de 1996 a 324,94$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em fevereiro de 1996, com amplitude de variação de 22,32$\mu g.L^{-1}$; e na **estação 3 (C3)** de 4,36$\mu g.L^{-1}$ (mínima) em março de 1996 a 58,64$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em outubro de 1996, com amplitude de variação 54,28$\mu g.L^{-1}$ (tab. 41; fig. 73).

Tab. 41. Medidas de nitrato - NO_3^- ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
C1	1,74	136,09	37,52	33,36	112,46
C2	2,62	24,94	6,88	8,95	76,82
C3	4,36	58,64	14,11	14,67	96,20



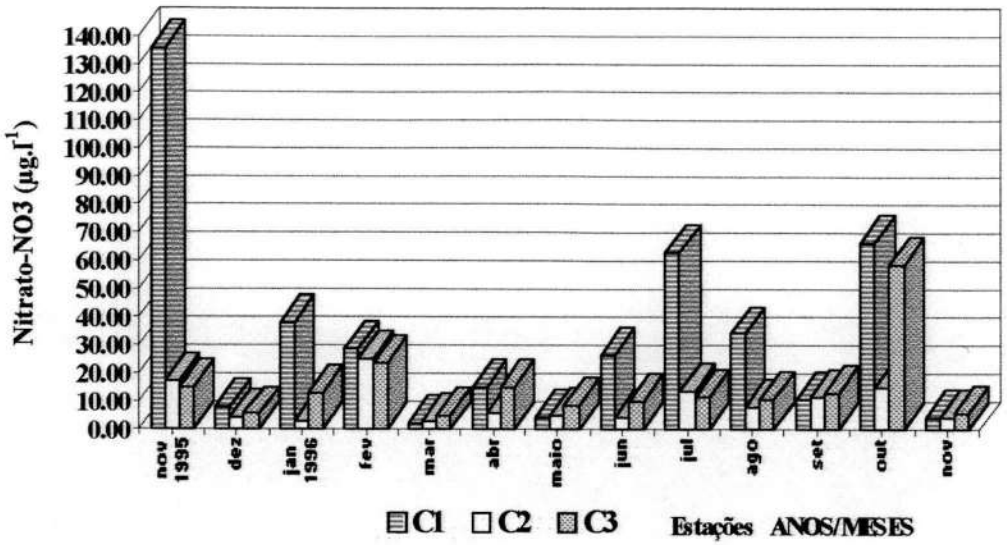


Fig. 73. Nitrato - $NO3^-$ - ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, Município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

No período de novembro de 1995 a novembro de 1996, as medidas dos valores de nitrito - NO_2^- na água do rio Cauamé variaram na **estação 1 (C1)** de não detectado (mínima) em dezembro de 1995 e março de 1996 a 7,44µg.L^{-1} (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 7,44µg.L^{-1}; na **estação 2 (C2)** variaram de não detectado (mínima) em dezembro de 1995, abril e junho de 1996 a 3,52µg.L^{-1} (máxima) em julho de 1996, com amplitude de variação de 3,52µg.L^{-1}; e na **estação 3 (C3)** variaram de não detectado (mínima) em dezembro de 1995 e maio de 1996 a 3,98µg.L^{-1} (máxima) em novembro de 1995, com amplitude de variação 3,98µg.L^{-1} (tab. 42; fig. 74).

Tab. 42. Medidas de nitrito - NO_2^-($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
C1	n.d.	7,44	2,09	2,92	71,74
C2	n.d.	3,52	1,30	1,72	75,39
C3	n.d.	3,98	1,39	2,12	65,76

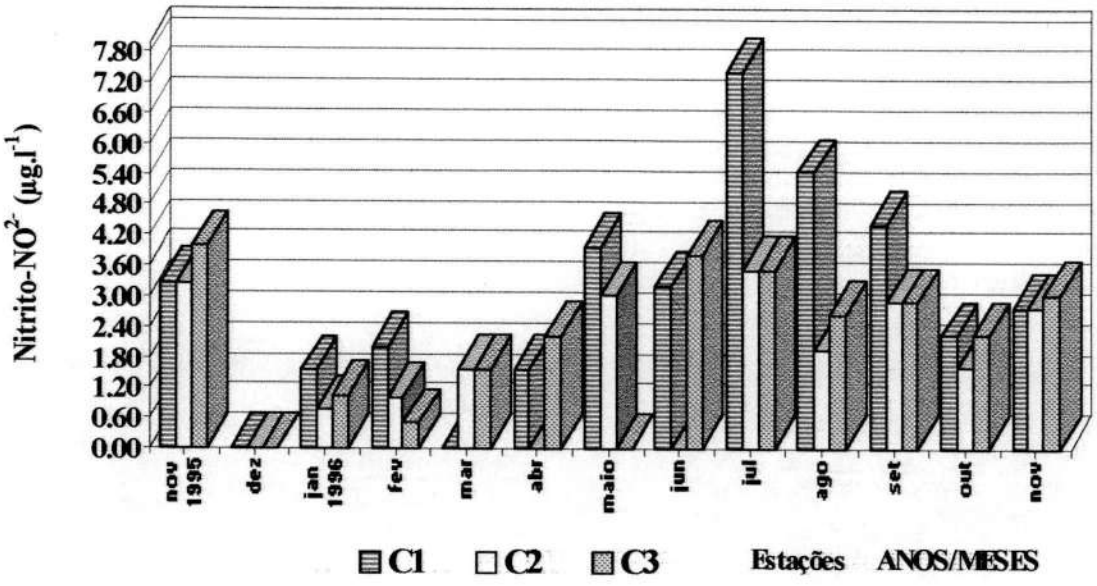


Fig. 74. Nitrito - NO_2^- - ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

No período de novembro de 1995 a novembro de 1996, as medidas de ortofosfato - PO_4^{3-} na água do rio Cauamé variaram na **estação 1 (C1)** de não detectado (mínima) em abril de 1996 a 9,09$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em julho de 1996, com amplitude de variação de 9,09$\mu g.L^{-1}$; na **estação 2 (C2)** variaram de não detectado (mínima) em abril de 1996 a 4,76$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 4,76$\mu g.L^{-1}$; e na **estação 3 (C3)** variaram de 1,08$\mu g.L^{-1}$ (mínima) em abril de 1996 a 3,26$\mu g.L^{-1}$ (máxima) em maio de 1996, com amplitude de variação 2,18$\mu g.L^{-1}$ (tab. 43; fig. 75).

Tab. 43. Medidas de ortofosfato - PO_4^{3-} ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
C1	n.d.	9,09	2,79	3,68	75,76
C2	n.d.	4,73	1,35	2,89	46,76
C3	1,08	3,26	0,77	2,14	35,97

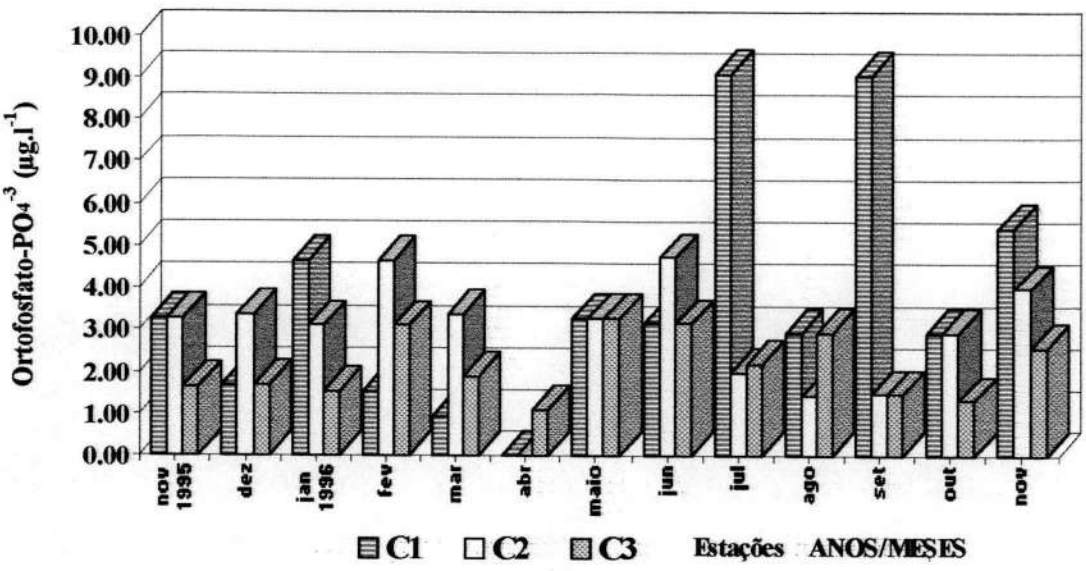


Fig. 75. Ortofosfato - PO_4^{3-} - ($\mu g.L^{-1}$) do rio Cauamé, Município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

As medidas de silicato - $Si(OH)_4$ - na água do rio Cauamé variaram na **estação 1 (C1)**, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996, de 0,80mg.L^{-1} (mínima) registrada em julho de 1996 a 3,58mg.L^{-1} (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de 2,78mg.L^{-1}; na **estação 2 (C2)** variaram de 1,36g.L^{-1} (mínima) em novembro de 1996 a 3,62mg.L^{-1} (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de 2,26mg.L^{-1}; e na **estação 3 (C3)** variaram de 1,35mg.L^{-1} (mínima) em novembro de 1996 a 3,62mg.L^{-1} (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação 2,27mg.L^{-1} (tab. 44; fig. 76).

Tab. 44. Medidas de ortossilicato - $Si(OH)_4$ (mg.L^{-1}) no rio Cauamé, Município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
C1	0,80	3,58	0,90	2,62	34,30
C2	1,36	3,62	0,71	2,80	25,17
C3	1,35	3,62	0,72	2,77	25,94

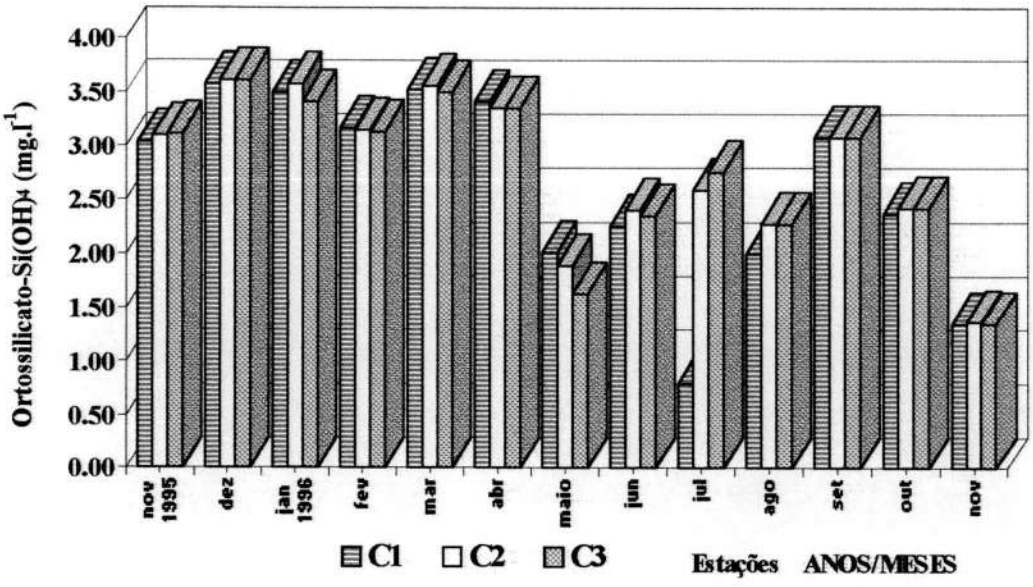


Fig. 76. Ortossilicato - $Si(OH)_4$ - ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.3.10. Micronutrientes (ferro dissolvido e ferro total)

No período de novembro de 1995 a novembro de 1996, a medida do teor de ferro dissolvido do rio Cauamé variou na **estação 1 (C1)** de não detectado (mínima) em dezembro de 1995 e em fevereiro-abril, outubro e novembro de 1996 a 0,07mg.L^{-1} (máxima) em julho de 1996, com amplitude de variação de 0,07mg.L^{-1}; na **estação 2 (C2)** variou de não detectado (mínima) em dezembro de 1995 e em março, abril, outubro e novembro de 1996 a 0,052mg.L^{-1} (máxima) em junho de 1996, com amplitude de variação de 0,052mg.L^{-1}; e na **estação 3 (C3)** variou de não detectado (mínima) em dezembro de 1995 e em março, abril, outubro e novembro de1996 a 0,046mg.L^{-1} (máxima) em agosto de 1996, com amplitude de variação de 0,046mg.L^{-1} (tab. 45; fig. 77).

Tab. 45. Medidas de ferro dissolvido ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
C1	n.d.	0,070	0,024	0,021	115,756
C2	n.d.	0,052	0,018	0,017	106,595
C3	n.d.	0,046	0,016	0,018	91,437

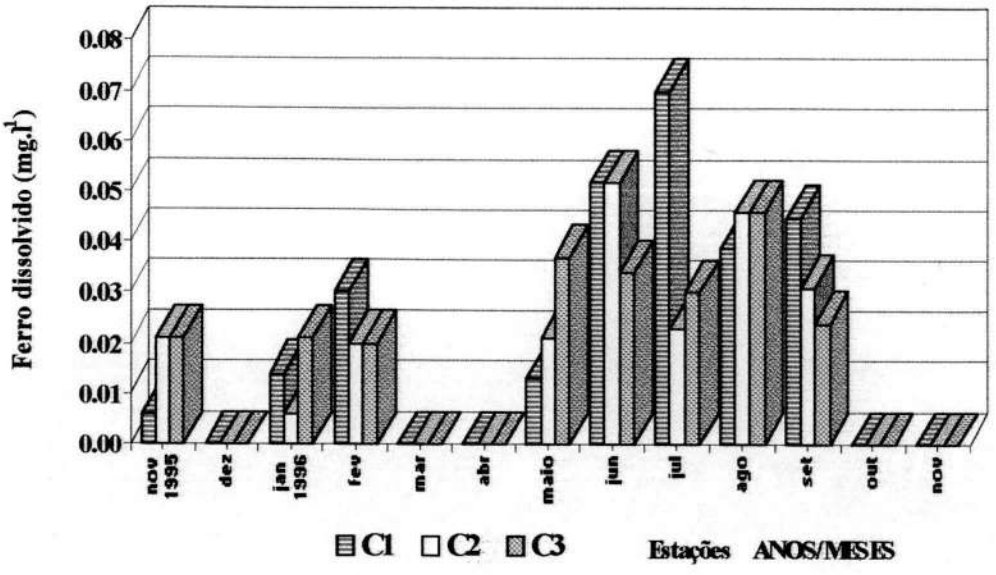


Fig. 77. Ferro dissolvido ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

A medida dos valores de ferro total do rio Cauamé variou, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, na **estação 1 (C1)**, de 0,407$mg.L^{-1}$ (mínima) em março de 1996 a 1,358$mg.L^{-1}$ (máxima) em agosto de 1996, com amplitude de variação de 0,951$mg.L^{-1}$; na **estação 2 (C2)**, de 0,297$mg.L^{-1}$ (mínima) em março de 1996 a 1,103$mg.L^{-1}$ (máxima) em agosto de 1996, com amplitude de variação de 0,806$mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (C3)**, de 0,489$mg.L^{-1}$ (mínima) em março de1996 a 1,142$mg.L^{-1}$ (máxima) em agosto de 1996, com amplitude de variação 0,653$mg.L^{-1}$ (tab. 46; fig. 78).

Tab. 46. Medidas de ferro total ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
C1	0,407	1,358	0,259	0,688	37,621
C2	0,297	1,103	0,254	0,633	40,093
C3	0,489	1,142	0,179	0,651	27,541

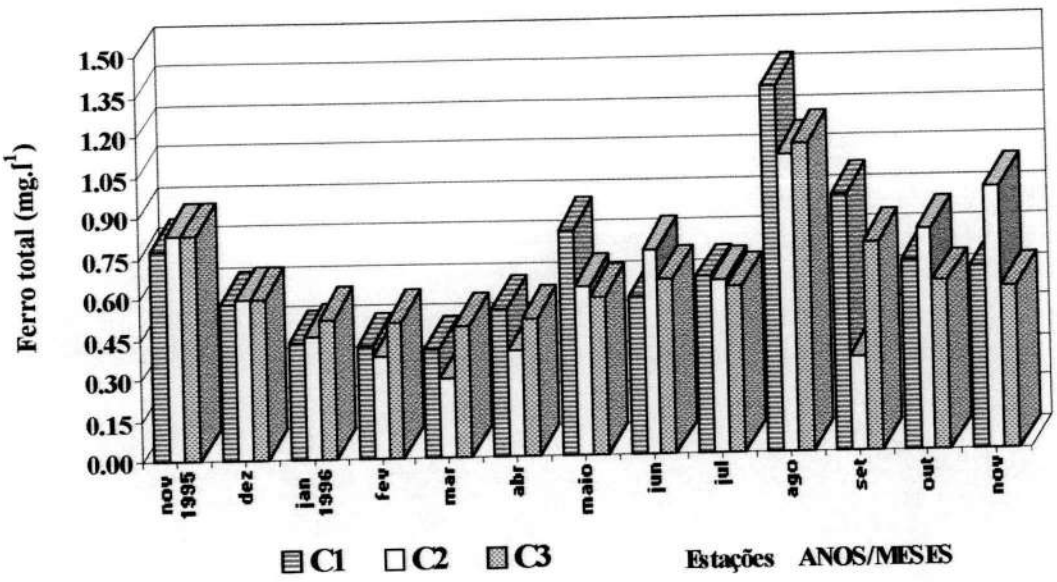


Fig. 78. Ferro total ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.3.11. Macronutrientes (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+} e Cl^{-}) e dureza

No período deste estudo, de novembro de 1995 a novembro de 1996, as medidas dos valores de cálcio no rio Cauamé variaram, na **estação 1 (C1)**, de não detectado (mínima) em junho de 1996 a $0,62mg.L^{-1}$ (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de $0,62mg.L^{-1}$; na **estação 2 (C2)**, de não detectado (mínima) em junho de 1996 a $1,07mg.L^{-1}$ (máxima) em dezembro de 1995, com amplitude de variação de $1,07mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (C3)**, de não detectado (mínima) em junho de1996 a $0,55mg.L^{-1}$ (máxima) em março e outubro de 1996, com amplitude de variação $0,55mg.L^{-1}$ (tab. 47; fig. 79).

Tab. 47. Medidas de cálcio - Ca^{2+} ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
C1	n.d.	0,62	0,21	0,20	108,78
C2	n.d.	1,07	0,30	0,23	131,55
C3	n.d.	0,55	0,21	0,18	118,69

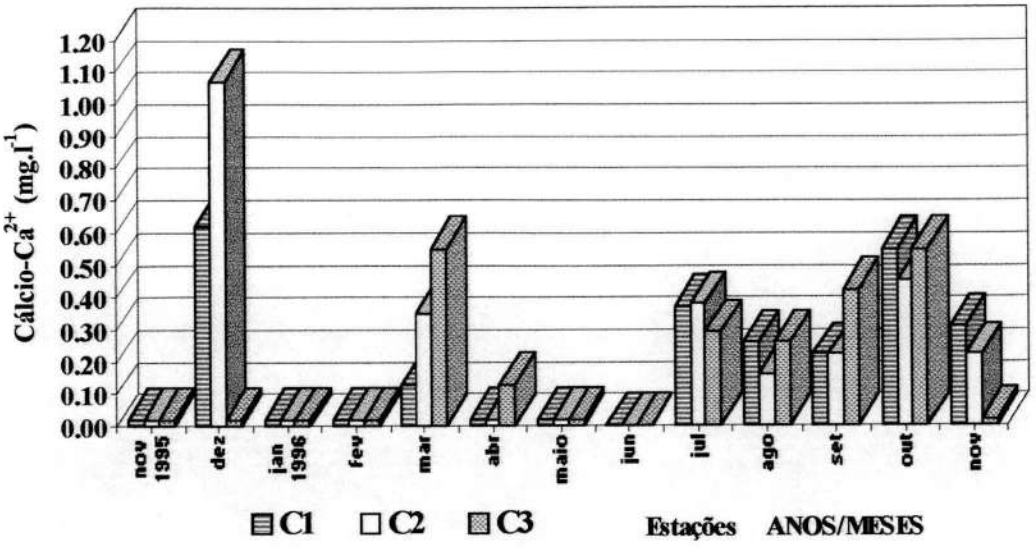


Fig. 79. Cálcio - Ca^{2+} - ($mg.L^{-1}l$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

No período de novembro de 1995 a novembro de 1996, os teores de magnésio no rio Cauamé variaram na **estação 1 (C1)** de 0,1$mg.L^{-1}$ (mínima) em julho de 1996 a 0,66$mg.L^{-1}$ (máxima) em abril de 1996, com amplitude de variação de 0,56$mg.L^{-1}$; na **estação 2 (C2)** variaram de 0,14$mg.L^{-1}$ (mínima) em julho de 1996 a 0,85$mg.L^{-1}$ (máxima) em fevereiro de 1996, com amplitude de variação de 0,71$mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (C3)** variaram de 0,14$mg.L^{-1}$ (mínima) em outubro de1996 a 0,84$mg.L^{-1}$ (máxima) em fevereiro de 1996, com amplitude de variação 0,70$mg.L^{-1}$ (tab. 48; fig. 80).

Tab. 48. Medidas de magnésio - Mg^{2+} ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
C1	0,10	0,66	0,17	0,36	45,68
C2	0,14	0,85	0,20	0,45	43,44
C3	0.14	0,84	0,23	0,45	51,81

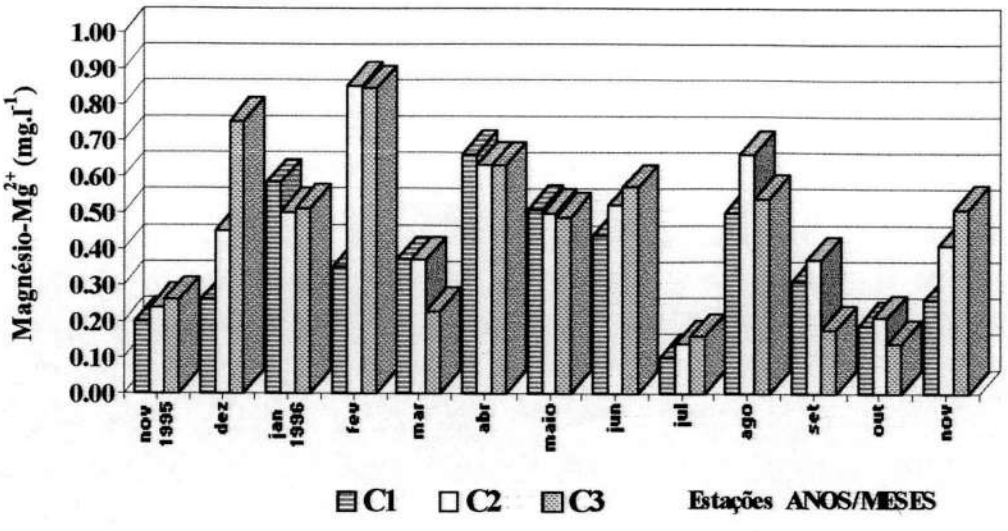


Fig. 80. Magnésio - Mg^{2+} ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

No período de novembro de 1995 a novembro de 1996, a medida dos teores de sódio no rio Cauamé variou na **estação 1 (C1)** de 0,2mg.L^{-1} (mínima) em novembro de 1995 e em março de 1996 a 0,5mg.L^{-1} (máxima) em junho, setembro e outubro de 1996, com amplitude de variação de 0,3mg.L^{-1}; na **estação 2 (C2)** variou de 0,3mg.L^{-1} (mínima) em novembro e dezembro de 1995 e em janeiro-abril, junho, agosto, outubro e novembro de 1996 a 0,5mg.L^{-1} (máxima) em setembro de 1996, com amplitude de variação de 0,2mg.L^{-1}; e na **estação 3 (C3)** variou de 0,3mg.L^{-1} (mínima) em novembro e dezembro de 1995 e em janeiro-março, julho e novembro de 1996 a 0,5mg.L^{-1} (máxima) em setembro e outubro de 1996, com amplitude de variação 0,2mg.L^{-1} (tab. 49; fig. 81).

Tab. 49. Medidas de sódio - Na^{+} ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
C1	0,2	0,5	0,11	0,35	29,67
C2	0,3	0,5	0,06	0,33	19,06
C3	0,3	0,5	0,08	0,36	21,24

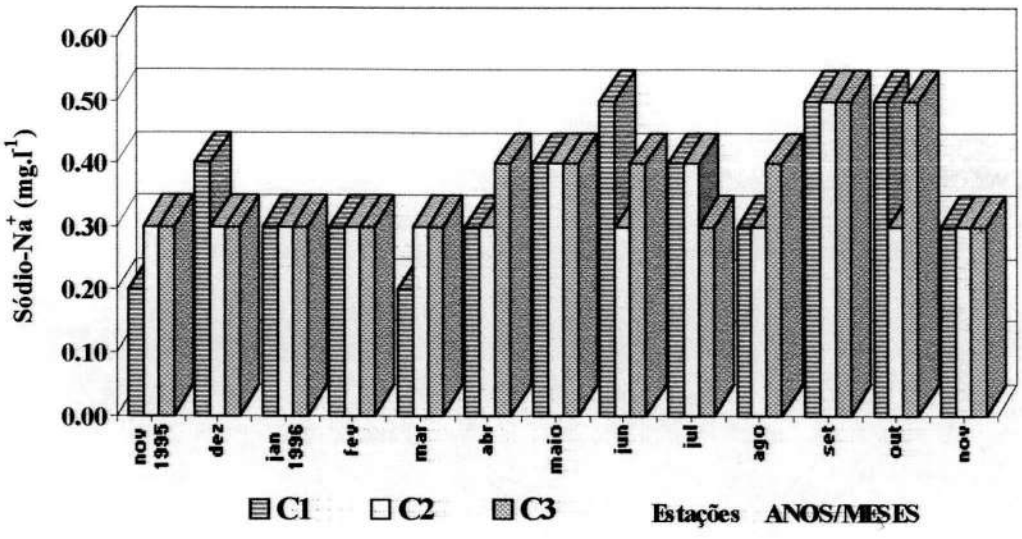


Fig. 81. Sódio - Na^+ ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

A medida dos valores de potássio no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 no rio Cauamé variaram, na **estação 1 (C1)**, de $0,1mg.L^{-1}$ (mínima) em novembro e dezembro de 1995 e em janeiro, março e outubro de 1996 a $0,4mg.L^{-1}$ (máxima) em abril de1996, com amplitude de variação de $0,3mg.L^{-1}$; na **estação 2 (C2)**, de $0,1mg.L^{-1}$ (mínima) em novembro de 1995 e em janeiro, março, julho e agosto-novembro de 1996 a $0,5mg.L^{-1}$ (máxima) em abril de 1996, com amplitude de variação de $0,4mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (C3)**, de $0,1mg.L^{-1}$ (mínima) em novembro e dezembro de 1995 e em janeiro, julho, outubro e novembro de 1996 a $0,6mg.L^{-1}$ (máxima) em agosto de 1996, com amplitude de variação $0,5mg.L^{-1}$ (tab. 50; fig. 82).

Tab. 50. Medidas de potássio - K^+ ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
C1	0,1	0,4	0,09	0,18	48,68
C2	0,1	0,5	0,12	0,17	69,85
C3	0,1	0,6	0,18	0,23	77,89

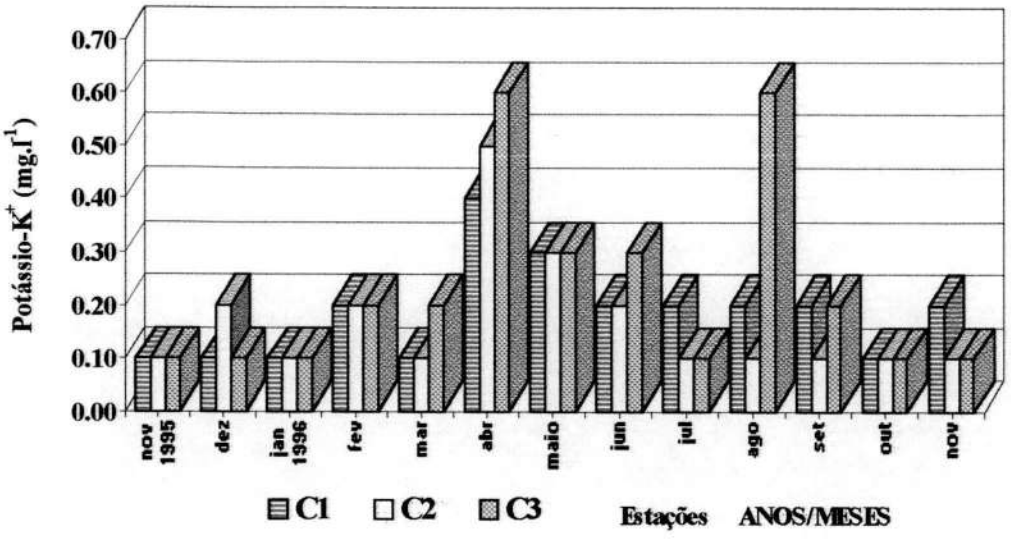


Fig. 82. Potássio - K^+ ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

No período de novembro de 1995 a novembro de 1996, as medidas de dureza no rio Cauamé variaram na **estação 1 (C1)** de 0,93$mg.L^{-1}$ (mínima) em novembro de 1995 a 3,03$mg.L^{-1}$ (máxima) em abril de 1996, com amplitude de variação de 2,1$mg.L^{-1}$; na **estação 2 (C2)** variaram de 1,11$mg.L^{-1}$ (mínima) em novembro de 1995 a 3,91$mg.L^{-1}$ (máxima) em fevereiro de 1996, com amplitude de variação de 2,8$mg.L^{-1}$; e na **estação 3 (C3)** variaram de 1,2$mg.L^{-1}$ (mínima) em novembro de1995 a 3,83$mg.L^{-1}$ (máxima) em fevereiro de 1996, com amplitude de variação 2,63$mg.L^{-1}$ (tab. 51; fig. 83).

Tab. 51. Medidas de dureza ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
C1	0,93	3,03	0,63	2,20	28,84
C2	1,11	3,91	0,78	2,57	30,25
C3	1,20	3,83	0,75	2,52	29,83

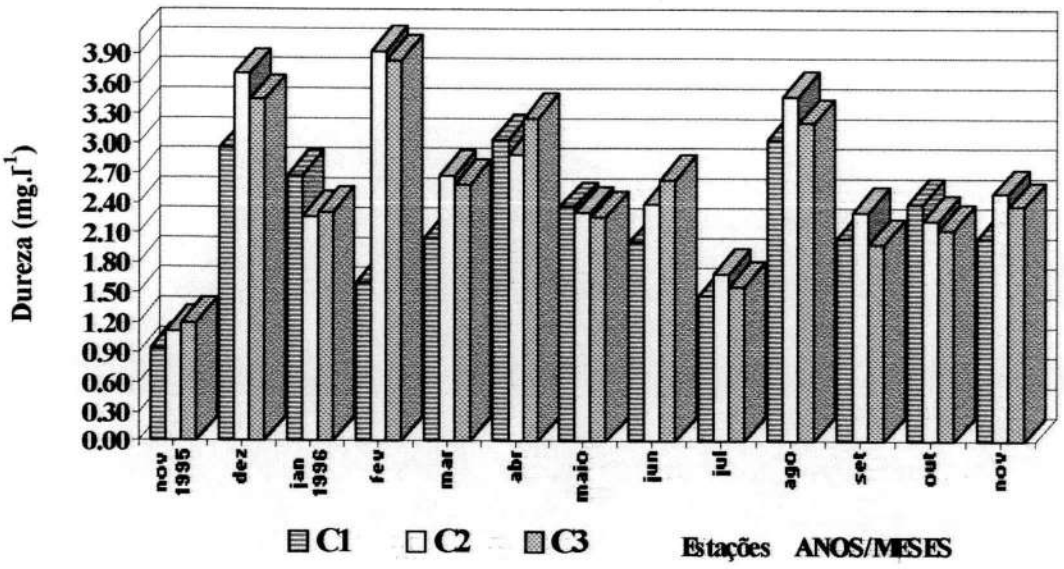


Fig. 83. Dureza ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

No período de novembro de 1995 a novembro de 1996 a medida de cloretos do rio Cauamé variou na **estação 1 (C1)** de mínima de 1,14$mg.L^{-1}$, em fevereiro e outubro de 1996 a máxima de 2,27$mg.L^{-1}$, em julho de 1996, com amplitude de variação de 1,13$mg.L^{-1}$; na **estação 2 (C2)** variou de mínima de 0,99$mg.L^{-1}$, em março e maio de 1996, a máxima de 2,56$mg.L^{-1}$, em abril de 1996, com amplitude de variação de 1,57$mg.L^{-1}$ e na **estação 3 (C3)** variou de mínima de 0,99$mg.L^{-1}$, junho e agosto de1996 a máxima de 2,27$mg.L^{-1}$, em abril de 1996, com amplitude de variação 1,28$mg.L^{-1}$ (tab. 52 e fig. 84).

Tab. 52. Medidas de cloretos - Cl^- ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estação	Mínima	Máxima	D.P.	Média	C.V. (%)
C1	1,14	2,27	0,34	1,54	21,79
C2	0,99	2,56	0,49	1,63	29,97
C3	0,99	2,27	0,36	1,55	23,22

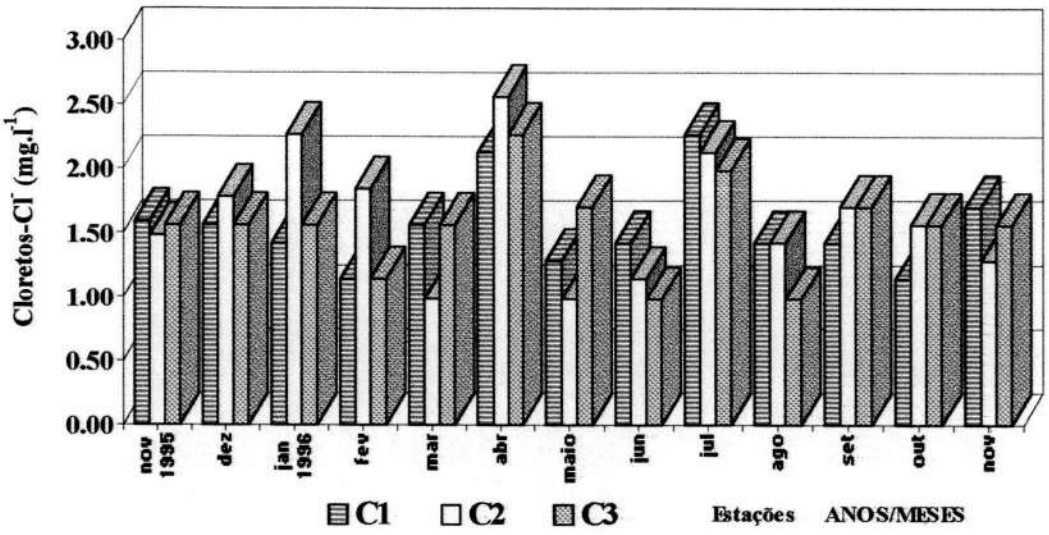


Fig. 84. Cloretos - Cl^- ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.4. Variáveis hidrodinâmicas

4.4.1. Largura e profundidade

No período de novembro de 1995 a março de 1996, período seco, e abril e maio de 1996, meses chuvosos, a medida da largura do igarapé Água Boa variou na **estação 1 (AB1)** de mínima de 0,32m, em fevereiro e março de 1996, a máxima de 1,50m, em novembro de 1996, com amplitude de variação de 1,18m; na **estação 2 (AB2)** variou de mínima de 0,30m, em dezembro de 1995, a máxima de 1,35m, em novembro de 1996, com amplitude de variação de 1,05 e na **estação 3 (AB3)** variou de mínima de 0,50m, março e abril de1996 a máxima de 2,80m, em maio de 1996, com amplitude de variação 2,30m (tab. 53 e fig. 87). A largura nos meses citados acima, variou de mínima de 5,85m, em abril de 1996 e máxima de 15,00m, em maio de 1996, com amplitude de variação de 9,15m (tab. 53 e fig. 85).

No período de novembro de 1995 a março de 1996 e novembro de 1996, período seco e abril e maio de 1996, meses chuvosos, a medida da profundidade do rio Cauamé, na margem direita, meio e margem esquerda, variou na **estação 1 (C1)** de mínima de 0,20m, em abril de 1996 a máxima de 1,70m, em novembro de 1996, com amplitude de variação de 1,50m; na **estação 2 (C2)** variou de mínima de 0,15m, em março de 1996, a máxima de 1,40m, em dezembro de 1995, com amplitude de variação de 1,25m e na **estação 3 (C3)** variou de mínima de 0,25m, em fevereiro de 1996 a máxima de 1,50m, em abril de 1996, com amplitude de variação 1,25m (tab. 54 e fig. 88). As mudanças de localização dos bancos de areia são visíveis, principalmente após o período chuvoso. A largura nos meses citados acima, variou de mínima de 36,30m, em março de 1996 e máxima de 105,00m, em maio de 1996, com amplitude de variação de 68,70m (tab. 54 e fig. 86).

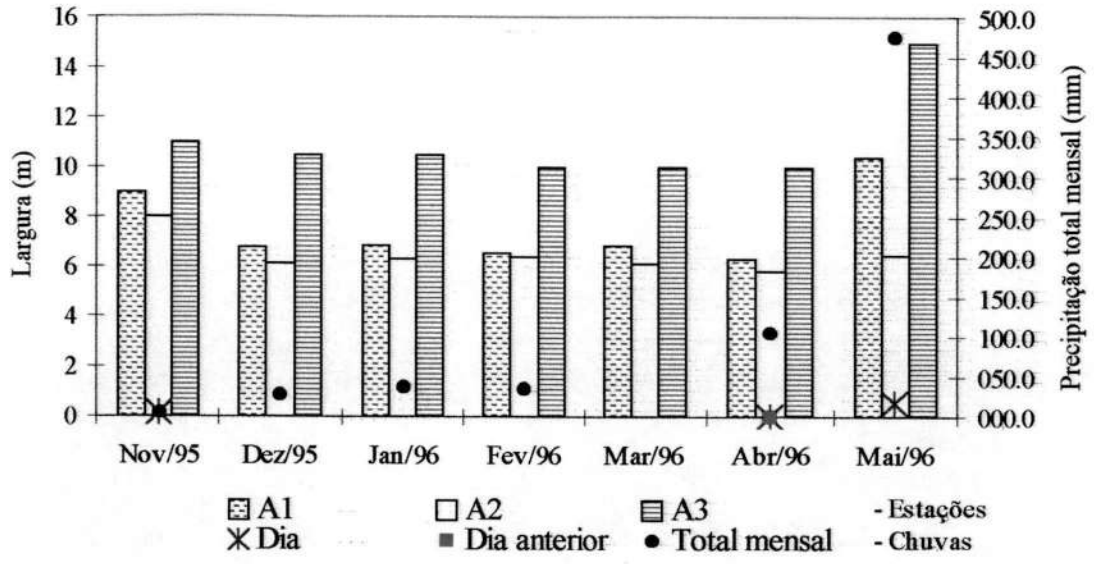


Fig. 85. Largura (m) no Igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a maio de 1996.

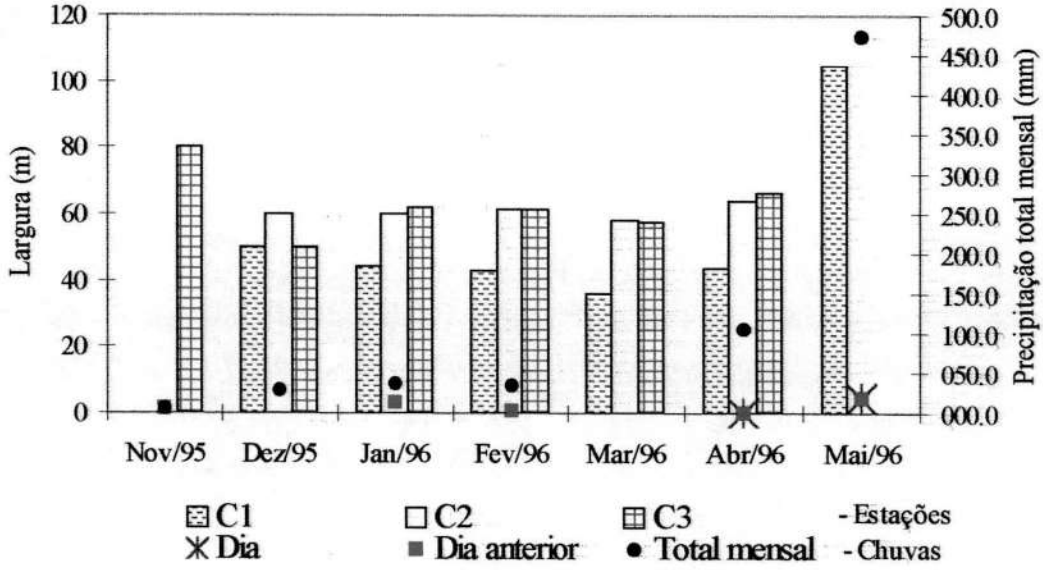


Fig. 86. Largura (m) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a maio de 1996.

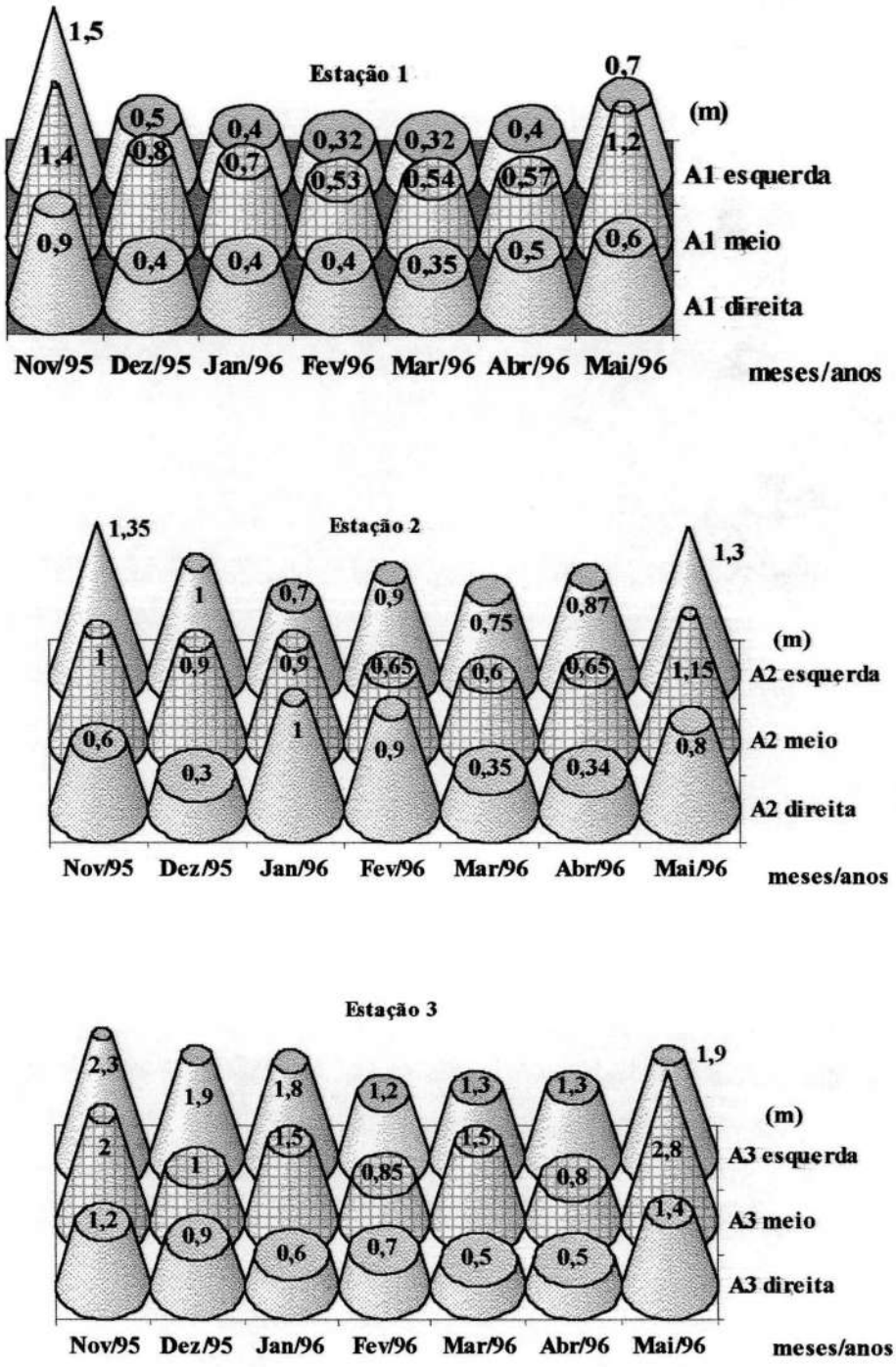


Fig. 87. Profundidade (m) em três estações no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a maio de 1996.

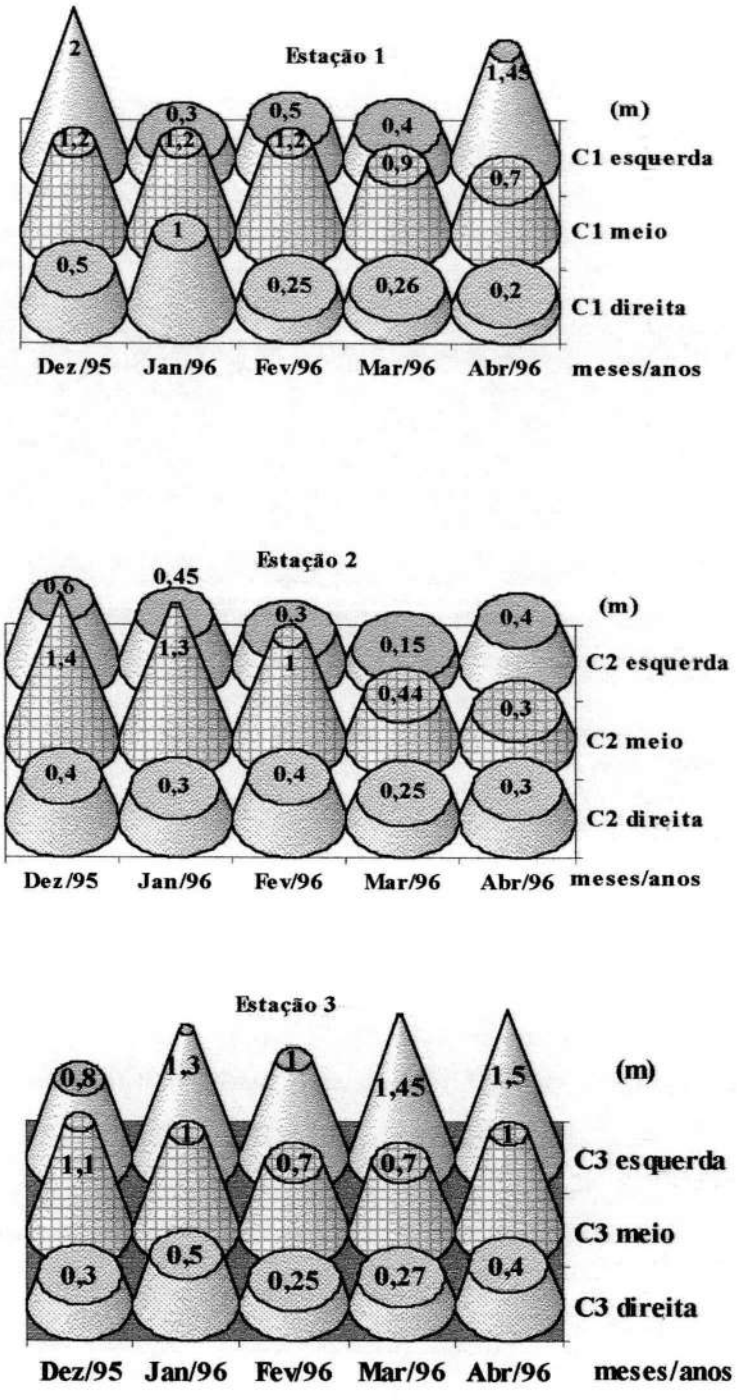


Fig. 88. Profundidade (m) em três estações no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, durante o período de novembro de 1995 a maio de 1996.

Tab. 53. Medidas de profundidade e largura (m) do igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de dezembro de 1995 a novembro de 1996.

		ESTAÇÕES											
ANOS	**MESES**	M.D	**AB1 Leito**	M.E*	**LARG.**	M.D	**AB2 Leito**	M.E*	**LARG.**	M.D	**AB3 Leito**	M.E*	**LARG.**
1995	**nov**	0,90	1,40	1,50	**9,00**	0,60	1,00	1,35	**8,00**	1,20	2,00	2,30	**11,00**
	dez	0,40	0,80	0,50	**6,80**	0,30	0,90	1,00	**6,20**	0,90	1,10	1,90	**10,50**
1996	**jan**	0,40	0,70	0,40	**6,90**	1,00	0,90	0,70	**6,30**	0,60	1,50	1,80	**10,50**
	fev	0,40	0,53	0,32	**6,60**	0,90	0,65	0,90	**6,40**	0,70	0,85	1,20	**10,00**
	mar	0,35	0,54	0,32	**6,90**	0,35	0,60	0,75	**6,15**	0,50	1,50	1,30	**10,00**
	abr	0,50	0,57	0,40	**6,35**	0,34	0,65	0,87	**5,85**	0,50	0,80	1,30	**10,00**
	maio	0,60	1,20	0,70	**10,40**	0,80	1,15	1,30	**6,50**	2,70	2,80	2,80	**15,00**
	jun	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**
	jul	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**
	ago	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**
	set	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**
	out	0,55	1,20	0,35	**8,60**	1,00	1,20	1,05	**6,70**	...	...	...	**...**
	nov	0,45	0,85	0,45	**7,50**	0,45	0,80	1,20	**6,30**	...	...	...	**...**
	Mínima	0,35	0,53	0,32	**6,35**	0,30	0,60	0,70	**5,85**	0,50	0,80	1,20	**10,00**
	Máxima	0,60	1,20	0,70	**10,40**	1,00	1,20	1,30	**6,70**	2,70	2,80	2,80	**15,00**
	Média	0,46	0,80	0,43	**7,51**	0,64	0,86	0,97	**6,30**	0,98	1,43	1,72	**11,00**

M.D = margem direita, M.E* = margem esquerda (* = profundidade do local da coleta) e LARG = largura

Tab. 54. Medidas de profundidade e largura (m) do rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de dezembro de 1995 a novembro de 1996.

		ESTAÇÕES											
ANOS	**MESES**	M.D	**C1 Leito**	M.E	**LARG.**	M.D	**C2 Leito**	M.E	**LARG.**	M.D	**C3 Leito**	M.E	**LARG.**
1995	**dez**	0,50	1,20	0,30	**50,00**	0,40	1,40	0,60	**60,00**	0,30	1,10	0,80	**50,00**
1996	**jan**	0,50	1,20	0,30	**44,40**	0,30	1,30	0,45	**60,00**	0,50	1,00	1,30	**62,00**
	fev	0,25	1,20	0,50	**43,00**	0,40	1,00	0,30	**61,00**	0,25	0,70	1,00	**61,50**
	mar	0,26	0,90	0,40	**36,30**	0,25	0,44	0,15	**57,80**	0,27	0,70	1,45	**57,50**
	abr	0,20	0,70	1,45	**43,40**	0,30	0,30	0,40	**63,80**	0,40	1,00	1,50	**66,30**
	maio	0,50	0,50	0,70	**105,00**	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**
	jun	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**
	jul	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**
	ago	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**
	set	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**
	out	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**	...	...	...	**...**
	nov	0,40	1,30	1,70	**39,70**	0,50	1,10	0,50	**65,00**	...	...	...	**...**
	Mínima	0,20	0,50	0,30	**36,30**	0,25	0,30	0,15	**57,80**	0,25	0,70	0,80	**50,00**
	Máxima	0,50	1,30	1,70	**105,00**	0,50	1,40	0,60	**65,00**	0,50	1,10	1,50	**66,30**
	Média	0,37	1,00	0,76	**51,69**	0,36	0,92	0,40	**61,27**	0,34	0,90	1,21	**59,46**

M.D = margem direita, M.E* = margem esquerda (* = profundidade do local da coleta) e LARG = largura

4.5. Pigmentos totais (PT)

4.5.1. Igarapé Água Boa

Na estação 1, os pigmentos totais variaram de mínimo de 0,00mg.m^{-2}, em julho de 1996, a máximo de 9,97mg.m^{-2}, em maio de 1996. Na estação 2, os pigmentos totais variaram de mínimo de 0,35mg.m^{-2}, em junho e julho de 1996, a máximo de 7,30mg.m^{-2}, em agosto de 1996. E na estação 3, os pigmentos totais variaram de mínimo de 0,00mg.m^{-2}, em maio de 1996 e máximo de 28,84mg.m^{-2}, em outubro de 1996 (tab. 55 e fig. 89). Não ocorreu um padrão de variação na distribuição dos pigmentos totais nos meses e nas estações analisadas.

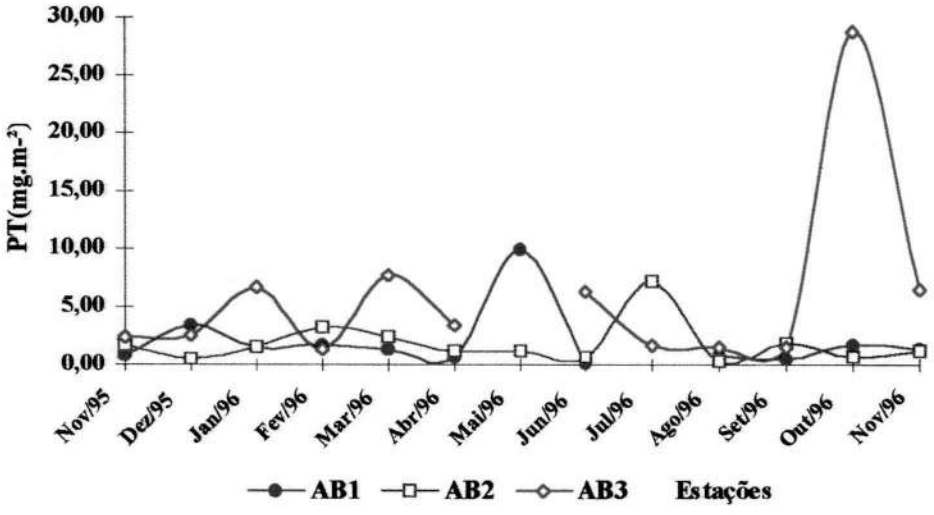


Fig. 89 . Pigmentos totais – PT (mg.m^{-2}) de algas perifíticas em folhas vivas, igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.5.2. Rio Cauamé

Na estação 1, os pigmentos totais variaram de mínimo de 0,00mg.m^{-2}, em julho de 1996, a máximo de 8,33mg.m^{-2}, em outubro de 1996. Na estação 2, os pigmentos totais variaram de mínimo de 0,00mg.m^{-2}, em junho e julho de 1996 a máximo de 17,42mg.m^{-2}, em dezembro de 1995. E na estação 3, os pigmentos totais variaram de mínima de 0,00mg.m^{-2}, em julho de 1996 e máximo de 3,18mg.m^{-2}, em maio de 1996 (tab. 56 e fig. 90). Não ocorreu um padrão de variação na distribuição dos pigmentos totais nos meses e nas estações analisadas.

Tab. 55. Dados de pigmentos totais ($mg.m^{-2}$), de algas perifíticas em folhas vivas, no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estações	PT($mg.m^{-2}$)	SUBSTRATO NATURAL
NOV/95 - 1	0,88	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
DEZ/95 - 1	3,51	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
JAN/96 - 1	1,51	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
FEV/96 - 1	1,76	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
MAR/96 - 1	1,30	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
ABR/96 - 1	0,70	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
MAI/96 - 1	9,97	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
JUN/96 - 1	0,25	Fanerógama 1- limbo serrilhado
JUL/96 - 1	0,00	Ausente
AGO/96 - 1	0,81	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
SET/96 - 1	0,49	Fanerógama 3-folha grossa (mirici)
OUT/96 - 1	1,76	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
NOV/96 - 1	1,32	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
NOV/95 - 2	1,79	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
DEZ/95 - 2	0,56	*Montrichardia arborescens* Schott (aningá)
JAN/96 - 2	1,62	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
FEV/96 - 2	3,27	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
MAR/96 - 2	2,42	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
ABR/96 - 2	1,26	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
MAI/96 - 2	1,19	*Montrichardia arborescens* Schott (aningá)
JUN/96 - 2	0,70	Gramineae - fina
JUL/96 - 2	7,30	Gramineae - com pelos
AGO/96 - 2	0,35	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
SET/96 - 2	1,90	*Montrichardia arborescens* Schott (aningá)
OUT/96 - 2	0,70	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
NOV/96 - 2	1,25	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
NOV/95 - 3	2,42	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
DEZ/95 - 3	2,53	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
JAN/96 - 3	6,74	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
FEV/96 - 3	1,44	Fanerógama 2
MAR/96 - 3	7,77	Gramineae
ABR/96 - 3	3,51	*Anacharis* sp (elódia)
MAI/96 - 3	0,00	Ausente
JUN/96 - 3	6,32	Gramineae - fina
JUL/96 - 3	1,79	Fanerógama 3-folha grossa (mirici)
AGO/96 - 3	1,50	Gramineae
SET/96 - 3	1,47	Fanerógama 3-folha grossa (mirici)
OUT/96 - 3	28,84	Gramineae
NOV/96 - 3	6,62	Fanerógama 3-folha grossa (mirici)

Tab. 56. Dados de pigmentos totais ($mg.m^{-2}$), de algas perifíticas em folhas vivas, no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estações	PT($mg.m^{-2}$)	SUBSTRATO NATURAL
NOV/95 - 1	1,58	*Bactris* sp - Arecaceae (jauari)
DEZ/95 - 1	0,67	*Bactris* sp - Arecaceae (jauari)
JAN/96 - 1	0,70	Folha verde escura
FEV/96 - 1	0,35	Folha verde escura
MAR/96 - 1	2,25	*Paspalum* sp - Gramineae
ABR/96 - 1	2,34	*Paspalum* sp - Gramineae
MAI/96 - 1	1,97	Gramineae - com pelos
JUN/96 - 1	0,56	*Paspalum* sp - Gramineae
JUL/96 - 1	0,00	Ausente
AGO/96 - 1	1,40	Folha grossa 1
SET/96 - 1	1,37	Folha fina
OUT/96 - 1	8,33	Gramineae
NOV/96 - 1	2,35	*Sacoglottis* sp - Humiriaceae
NOV/95 - 2	1,86	*Paspalum* sp - Gramineae
DEZ/95 - 2	17,42	*Paspalum* sp - Gramineae
JAN/96 - 2	13,39	*Paspalum* sp - Gramineae
FEV/96 - 2	1,31	Gramineae - fina
MAR/96 - 2	1,31	*Paspalum* sp - Gramineae
ABR/96 - 2	6,37	*Paspalum* sp - Gramineae
MAI/96 - 2	2,90	*Paspalum* sp - Gramineae
JUN/96 - 2	0,00	Ausente
JUL/96 - 2	0,00	Ausente
AGO/96 - 2	2,06	Gramineae - fina
SET/96 - 2	1,62	*Bactris* sp - Arecaceae (jauari)
OUT/96 - 2	4,49	*Paspalum* sp - Gramineae
NOV/96 - 2	1,77	*Bactris* sp - Arecaceae (jauari)
NOV/95 - 3	0,39	*Sacoglottis* sp - Humiriaceae
DEZ/95 - 3	0,60	*Sacoglottis* sp - Humiriaceae
JAN/96 - 3	2,11	*Sacoglottis* sp - Humiriaceae
FEV/96 - 3	0,39	"goiaba braba"
MAR/96 - 3	0,67	*Sacoglottis* sp - Humiriaceae
ABR/96 - 3	1,44	*Sacoglottis* sp - Humiriaceae
MAI/96 - 3	3,18	*Paspalum* sp - Gramineae
JUN/96 - 3	0,75	*Paspalum* sp - Gramineae
JUL/96 - 3	0,00	Ausente
AGO/96 - 3	2,56	Folha grossa
SET/96 - 3	0,74	*Cassia* sp - Caesalpinoideae
OUT/96 - 3	2,49	*Bactris* sp - Arecaceae (jauari)
NOV/96 - 3	1,44	*Bactris* sp - Arecaceae (jauari)

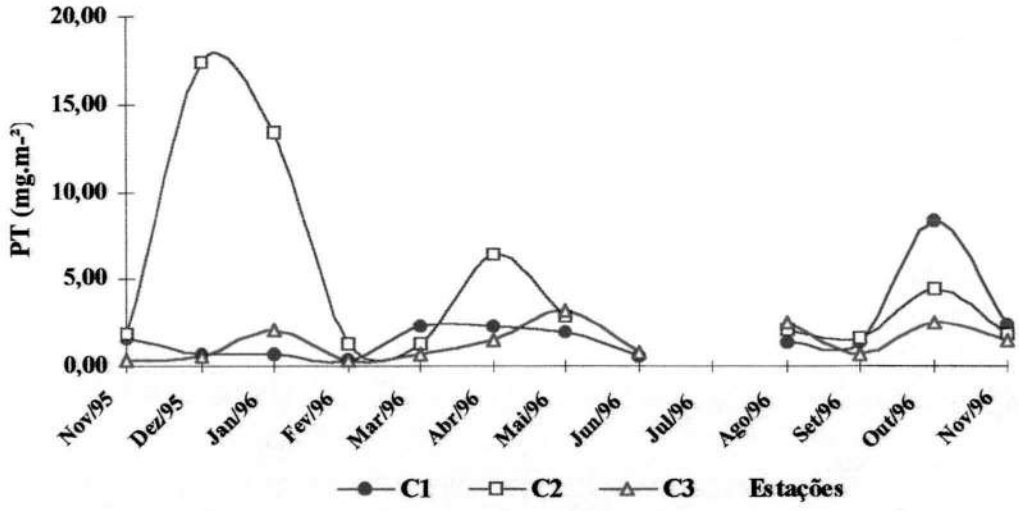


Fig. 90. Pigmentos totais – PT (mg.m^{-2}) de algas perifíticas em folhas vivas, rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Os pigmentos totais foram mais representativos no igarapé Água Boa do que no rio Cauamé, tendo a maior abundância de algas perifíticas no igarapé do que no rio (tab. 55-56 e fig. 89-91).

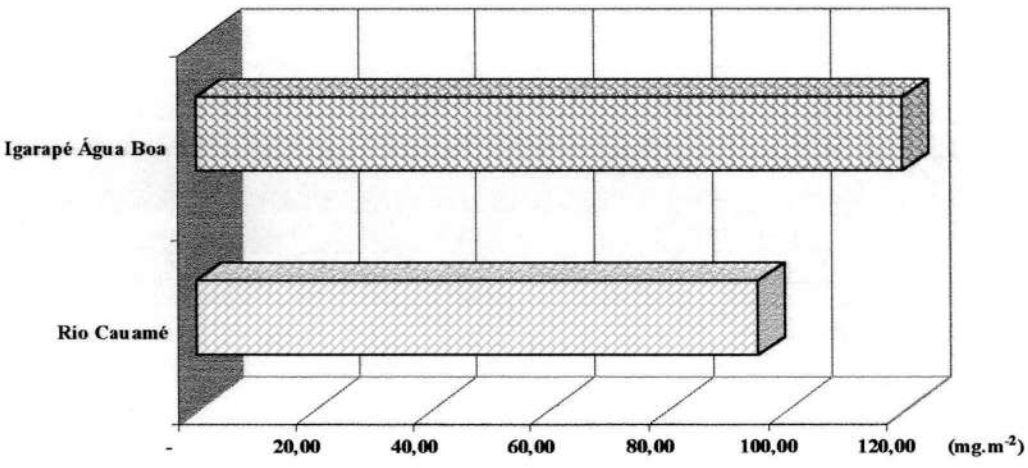


Fig. 91. Totais de Pigmentos totais - PT (mg.m^{-2}) de algas perifíticas em folhas vivas, igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.6. Variáveis biológicas

A comunidade perifítica agregou cinco grupos de algas assim representada: algas verdes (AV), diatomáceas (DIA), algas azuis (AA), fitoflagelados (FIT), onde estão incluídas as algas flageladas dos diversos grupos e Outros (OUT), as algas que não foram possíveis de serem identificadas e algas vermelhas.

A densidade foi expressa em indivíduos por área, independente do seu hábito (filamentoso, simples ou ramificado, etc.), características morfológicas e organização celular unicelular ou pluricelular (solitário ou colonial, móvel ou imóvel).

Os tipos de substratos, ou seja folhas vivas, de macrófitas aquáticas e outras fanerógamas às margens dos ambientes aquáticos que mantinham partes das suas folhas submersas onde cresceram o perifíton estão representados para os dois ambientes analisados nas tab. 58 e 60.

4.6.1. Análise quantitativa - igarapé Água Boa

Na estação 1, em julho de 1996, cheia, não foram encontradas algas perifíticas nas folhas vivas, ocorrendo uma variação na densidade total mínima de 0 ind.cm^{-2}, em julho de 1996, a uma densidade total máxima de 58658 ind.cm^{-2}, em abril de 1996. As algas azuis foram as menos representativas, sendo que o mínimo ocorreu em maio de 1996, com 123 ind.cm^{-2} e as diatomáceas foram as mais representativas durante os treze meses de estudo, sendo que o máximo ocorreu no mês de outubro de 1996, com 30774 ind.cm^{-2} e densidade relativa de quase 90%, no mesmo mês, seguidas dos fitoflagelados (tab. 57 e fig. 92-93).

Na estação 2, ocorreu uma variação na densidade total mínima de 4523 ind.cm^{-2}, em setembro de 1996 e máxima de 206594 ind.cm^{-2}, em agosto de 1996. Os fitoflagelados foram os mais representativos durante os treze meses de estudo, sendo que o máximo ocorreu no mês de agosto de 1996, com 95427 ind.cm^{-2} , porém a densidade relativa desses organismos variou de 15%, no período seco, a 60%, no período chuvoso (tab. 57 e fig. 92-93).

E na estação 3, em maio de 1996, também não foi encontrada alga perifítica. A densidade total máxima ocorreu no mês de novembro de 1995, com 234862 ind.cm^{-2}. Os fitoflagelados foram os mais representativos durante os treze meses de estudo, sendo que o máximo ocorreu no mês de junho de 1996, com 130268 ind.cm^{-2} e a densidade relativa desses organismos variou de 10%, no período seco a 80%, no período chuvoso (tab. 57 e fig. 92-93).

Um padrão de variação na densidade relativa de dois grupos de algas, fitoflagelados e diatomáceas, ocorreu no período seco, com densidade relativa oposta, quando um aumenta o outro diminui, porém em pequena escala, já no período chuvoso, ocorreu uma diminuição muito grande das diatomáceas, favorecendo o aumento dos fitoflagelados e aumento das algas verdes.

Não ocorreu padrão de variação espacial e temporal bem definido entre os grupos, nos diferentes substratos, durante os treze meses de coletas, nas três estações.

Não ocorreu um padrão de variação temporal na distribuição dos grupos de algas, apenas ocorreu uma variação espacial entre as três estações, com dois grupos mais abundantes, os fitoflagelados e as algas verdes. A abundância das diatomáceas parece ser regulada pelo crescimento das algas verdes e dos fitoflagelados, no período seco, ocorrendo aumento ou diminuição das mesmas, de acordo com aumento ou diminuição dos dois grupos citados.

Entre maio e agosto, no período chuvoso, ocorreu uma diminuição da abundância dos representantes de cada grupo e posterior recuperação lenta dos mesmos. Os fitoflagelados apresentaram uma recuperação mais rápida, acompanhados das diatomáceas e algas verdes, respectivamente.

Tab. 57. Dados quantitativos (ind.cm^{-2}) de algas perifíticas em folhas, no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	GRUPOS DE ALGAS					
Estações	**Algas Verdes**	**Diatomáceas**	**Algas Azuis**	**Fitoflagelados**	**Outros**	**Densidade Total**
no/95-1	934	26833	170	16177	2760	**46874**
de/95-1	1640	14579	628	15227	1822	**33896**
ja/96-1	415	10748	149	12067	1029	**24408**
fe/96-1	315	9790	1092	19474	1218	**31889**
mr/96-1	1992	16142	456	10831	581	**30002**
ab/96-1	2410	22848	172	28899	4329	**58658**
mi/96-1	1304	26587	123	20241	4132	**52387**
ju/96-1	11287	5976	581	10872	6142	**34858**
jl/96-1	0	0	0	0	0	**0**
ag/96-1	15940	14190	648	13218	32340	**47236**
se/96-1	295	4476	1427	5214	1427	**12839**
ou/96-1	357	30774	349	1394	1328	**34202**
nv/96-1	1295	17811	531	2672	614	**22923**
no/95-2	1529	32352	48940	80351	4706	**167878**
de/95-2	166	3436	60	1876	116	**5654**
ja/96-2	197	9543	57	12117	935	**22849**
fe/96-2	1096	27786	324	25645	2141	**56992**
mr/96-2	1840	30629	202	31487	2168	**66326**
ab/96-2	19260	17042	706	15563	3227	**55798**
mi/96-2	963	11287	50	21081	3486	**36867**
ju/96-2	4099	1476	1148	36072	17380	**60175**
jl/96-2	8797	3320	1660	24068	8631	**46476**
ag/96-2	46238	36400	11805	95427	16724	**206594**
se/96-2	315	1361	332	2133	382	**4523**
ou/96-2	590	22061	172	4944	984	**28751**
nv/96-2	365	6689	166	2158	349	**9727**
no/95-3	7288	130127	9030	77187	11230	**234862**
de/95-3	664	26226	747	11503	1162	**40302**
já/96-3	10353	47226	1210	41310	3832	**103931**
fe/96-3	1869	11314	664	22406	1623	**37876**
mr/96-3	4154	32738	492	28257	4427	**70068**
ab/96-3	1312	14306	471	30477	3771	**50337**
mi/96-3	0	0	0	0	0	**0**
ju/96-3	5278	1992	1992	130268	11652	**151182**
jl/96-3	2017	2804	443	42253	4280	**51797**
ag/96-3	4082	2624	4762	13899	3110	**28477**
se/96-3	648	1478	223	9982	1701	**14032**
ou/96-3	3785	65731	1593	27388	8167	**106664**
nv/96-3	404	6628	77	1658	543	**9310**

Tab. 58. Tipos de substratos naturais (folhas), da análise quantitativa das algas perifíticas, nas três estações de coletas, igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Estações	Nº	SUBSTRATO NATURAL
NOV/95 - 1	A1	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
DEZ/95 - 1	A2	*Sacoglottis* sp.
JAN/96 - 1	A3	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
FEV/96 - 1	A4	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
MAR/96 - 1	A5	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
ABR/96 - 1	A6	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
MAI/96 - 1	A7	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
JUN/96 - 1	A8	sp. 2
JUL/96 - 1	A9	-
AGO/96 - 1	A10	sp. 2
SET/96 - 1	A11	*Ptecoelobium* sp.
OUT/96 - 1	A12	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
NOV/96 - 1	A13	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
NOV/95 - 2	A14	*Paspalum* sp.
DEZ/95 - 2	A15	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
JAN/96 - 2	A16	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
FEV/96 - 2	A17	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
MAR/96 - 2	A18	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
ABR/96 - 2	A19	*Anacharis* sp.
MAI/96 - 2	A20	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
JUN/96 - 2	A21	*Paspalum* sp.
JUL/96 - 2	A22	sp. 2
AGO/96 - 2	A23	sp. 4
SET/96 - 2	A24	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
OUT/96 - 2	A25	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
NOV/96 - 2	A26	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
NOV/95 - 3	A27	*Paspalum* sp.
DEZ/95 - 3	A28	*Sacoglottis* sp.
JAN/96 - 3	A29	*Qualea* sp.
FEV/96 - 3	A30	*Montrichardia arborescens* Schott "aningá"
MAR/96 - 3	A31	*Montrichardia arborescens* Schott "aningá"
ABR/96 - 3	A32	*Trichomanes hostmannianum* (Kl.) Kunze
MAI/96 - 3	A33	-
JUN/96 - 3	A34	*Paspalum* sp.
JUL/96 - 3	A35	*Hirtela* sp.
AGO/96 - 3	A36	*Paspalum* sp.
SET/96 - 3	A37	sp. 3
OUT/96 - 3	A38	*Paspalum* sp.
NOV/96 - 3	A39	*Byrsonima crassifolia* Kunth "murici"

Estações - AB1 = A1 a A13; AB2 = A14 a A26; e AB3 = A27 a A39.

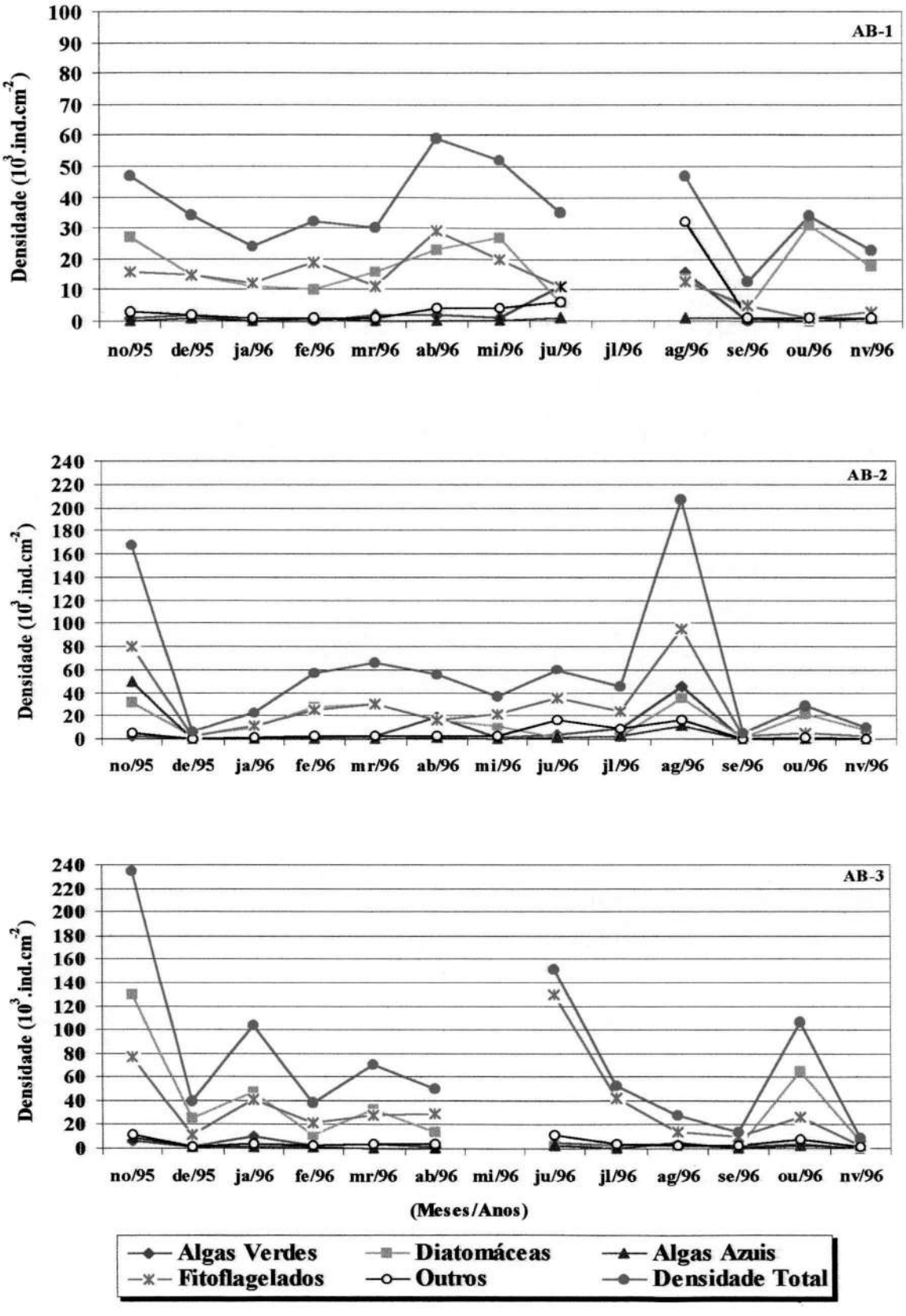


Fig. 92. Densidade (10^3 ind.cm^{-2}) das algas perifíticas do igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

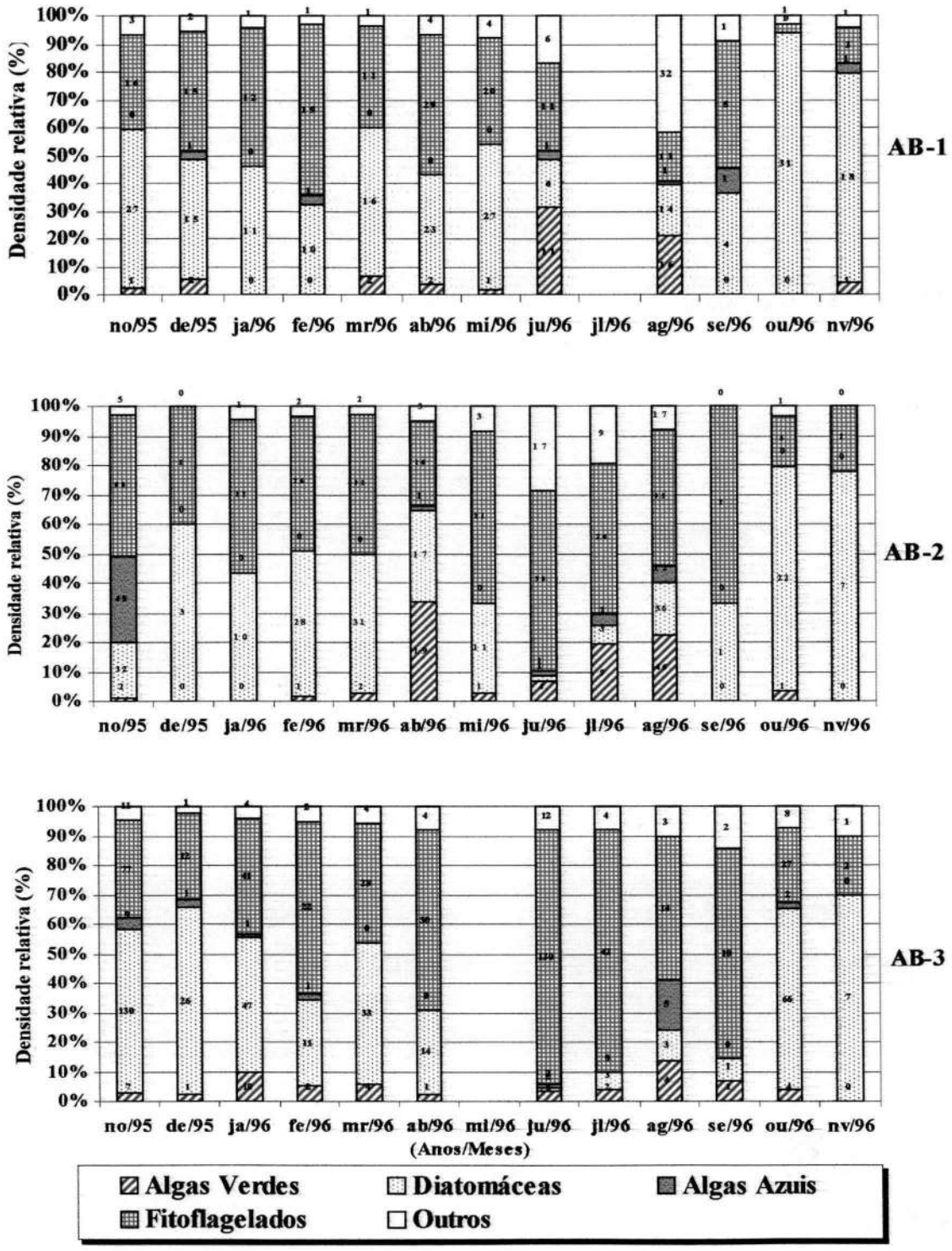


Fig. 93. Densidade relativa (%) das algas perifíticas do igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.5.2. Análise quantitativa - rio Cauamé

Nas estações 1, 2 e 3, em julho de 1996, e estação 2, em junho de 1996, período de cheia, não foram encontradas algas perifíticas nas folhas vivas. O valor máximo ocorreu no mês de novembro de 1995, com uma densidade total de 49180 ind.cm^{-2}. Os fitoflagelados foram os mais representativos na maioria dos meses analisados, onde o máximo ocorreu no mês de novembro de 1996, com 23743 ind.cm^{-2} e densidade relativa variando de 20-60% entre os grupos. No período seco a densidade foi maior que no período chuvoso, sendo os fitoflagelados os mais abundantes, seguido das diatomáceas e algas verdes (tab. 58 e fig. 94-95).

Na estação 2, em junho e julho de 1996, cheia, também não foram encontradas algas perifíticas nas folhas vivas. Ocorreu uma variação na densidade total mínima de 4893 ind.cm^{-2}, em maio de 1996 e máxima de 82828 ind.cm^{-2}, em janeiro de 1996. Os fitoflagelados foram os mais representativos durante os treze meses de estudo. Porém as algas verdes foram mais abundantes no mês de janeiro de 1996, com 37762 ind.cm^{-2} (tab. 59 e fig. 94-95).

Na estação 3, em julho de 1996, também não foram encontradas algas perifíticas. Ocorreu uma variação na densidade total com mínima de 2648 ind.cm^{-2}, no mês de agosto de 1996, e máxima de 83480 ind.cm^{-2}. Os fitoflagelados foram os mais representativos durante os treze meses de estudo, sendo que o máximo ocorreu no mês de novembro de 1995, com 40860 ind.cm^{-2}, sucedido pelas algas verdes e diatomáceas (tab. 59 e fig. 94-95).

Não ocorreu um padrão de variação temporal na distribuição dos grupos de algas, apenas ocorreu um padrão de variação espacial entre as três estações, com dois grupos mais abundantes os fitoflagelados e as algas verdes.

Tab. 59 . Dados quantitativos (ind.cm^{-2}) das algas perifíticas em folhas, no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	GRUPOS DE ALGAS					
Estações	**Algas Verdes**	**Diatomáceas**	**Algas Azuis**	**Fitoflagelados**	**Outros**	**Densidade Total**
no/95-1	10562	9849	2657	22354	3758	**49180**
de/95-1	7276	9592	1189	15822	3402	**37281**
ja/96-1	6806	9428	1195	22840	4316	**44585**
fe/96-1	6198	3050	394	15052	2263	**26957**
mr/96-1	6573	7768	2988	23703	4382	**45414**
ab/96-1	7805	4591	754	10527	4886	**28563**
mi/96-1	1010	1017	104	4585	1950	**8666**
ju/96-1	4361	2525	1607	19053	3443	**30989**
jl/96-1	0	0	0	0	0	**0**
ag/96-1	1115	2951	66	1771	918	**6821**
se/96-1	3804	7608	1180	8264	2492	**23348**
ou/96-1	328	1262	443	4689	869	**7591**
nv/96-1	4980	5378	3187	23743	4502	**41790**
no/95-2	9838	15026	1937	22696	11309	**60806**
de/95-2	5017	1909	453	5194	748	**13321**
ja/96-2	37762	13030	2158	26558	3320	**82828**
fe/96-2	24595	9838	1574	24300	4034	**64341**
mr/96-2	18757	6972	1494	16350	2573	**46146**
ab/96-2	7149	7510	1049	10166	3804	**29678**
mi/96-2	866	708	79	2387	853	**4893**
ju/96-2	0	0	0	0	0	**0**
jl/96-2	0	0	0	0	0	**0**
ag/96-2	4657	19479	984	11543	4460	**41123**
se/96-2	350	3094	153	2427	394	**6418**
ou/96-2	1115	1399	306	1749	503	**5072**
nv/96-2	21282	3870	2492	8920	2164	**38728**
no/95-3	18134	14768	1760	40860	7958	**83480**
de/95-3	17981	5184	2268	10335	1976	**37744**
já/96-3	4581	7793	672	18724	3386	**35156**
fe/96-3	517	1279	98	812	370	**3076**
mr/96-3	6972	9496	1295	10690	2357	**30810**
ab/96-3	4935	8006	430	5911	2669	**21951**
mi/96-3	7761	1093	328	8526	3498	**21206**
ju/96-3	459	656	131	1443	1049	**3738**
jl/96-3	0	0	0	0	0	**0**
ag/96-3	295	574	41	1435	303	**2648**
se/96-3	1918	1771	426	10117	1607	**15839**
ou/96-3	407	407	118	1509	459	**2900**
nv/96-3	2067	2606	365	3220	614	**8872**

Tab. 60. Tipos de substratos naturais (folhas), da análise quantitativa das algas perifíticas, nas três estações de coletas, rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de novembro de 1995 a novembro a novembro de 1996.

Estações	Nº	SUBSTRATO NATURAL
NOV/95 - 1	C1	*Paspalum* sp. (2)
DEZ/95 - 1	C2	*Sacoglottis* sp. (3)
JAN/96 - 1	C3	*Psidium* sp. (5)
FEV/96 - 1	C4	*Paspalum* sp.
MAR/96 - 1	C5	*Paspalum* sp.
ABR/96 - 1	C6	*Paspalum* sp.
MAI/96 - 1	C7	*Solanum* sp. "caimbé" (4)
JUN/96 - 1	C8	*Paspalum* sp.
JUL/96 - 1	C9	-
AGO/96 - 1	C10	*Paspalum* sp.
SET/96 - 1	C11	*Paspalum* sp.
OUT/96 - 1	C12	*Paspalum* sp.
NOV/96 - 1	C13	sp. 5 (0)
NOV/95 - 2	C14	*Paspalum* sp.
DEZ/95 - 2	C15	*Paspalum* sp.
JAN/96 - 2	C16	*Paspalum* sp.
FEV/96 - 2	C17	*Paspalum* sp.
MAR/96 - 2	C18	*Paspalum* sp.
ABR/96 - 2	C19	*Paspalum* sp.
MAI/96 - 2	C20	*Solanum* sp. "caimbé"
JUN/96 - 2	C21	-
JUL/96 - 2	C22	-
AGO/96 - 2	C23	*Paspalum* sp.
SET/96 - 2	C24	*Solanum* sp. "caimbé"
OUT/96 - 2	C25	*Paspalum* sp.
NOV/96 - 2	C26	*Paspalum* sp.
NOV/95 - 3	C27	*Paspalum* sp.
DEZ/95 - 3	C28	*Paspalum* sp.
JAN/96 - 3	C29	sp. 1 (6)
FEV/96 - 3	C30	sp. 1
MAR/96 - 3	C31	sp. 1
ABR/96 - 3	C32	*Byrsonima crassifolia* Kunth "murici" (13)
MAI/96 - 3	C33	*Paspalum* sp.
JUN/96 - 3	C34	*Paspalum* sp.
JUL/96 - 3	C35	-
AGO/96 - 3	C36	*Solanum* sp. "caimbé"
SET/96 - 3	C37	*Cassia* sp. (7)
OUT/96 - 3	C38	*Cassia* sp.
NOV/96 - 3	C39	*Solanum* sp. "caimbé"

Estações - C1 = C1 a C13; C2 = C14 a C26; e C3 = C27 a C39.

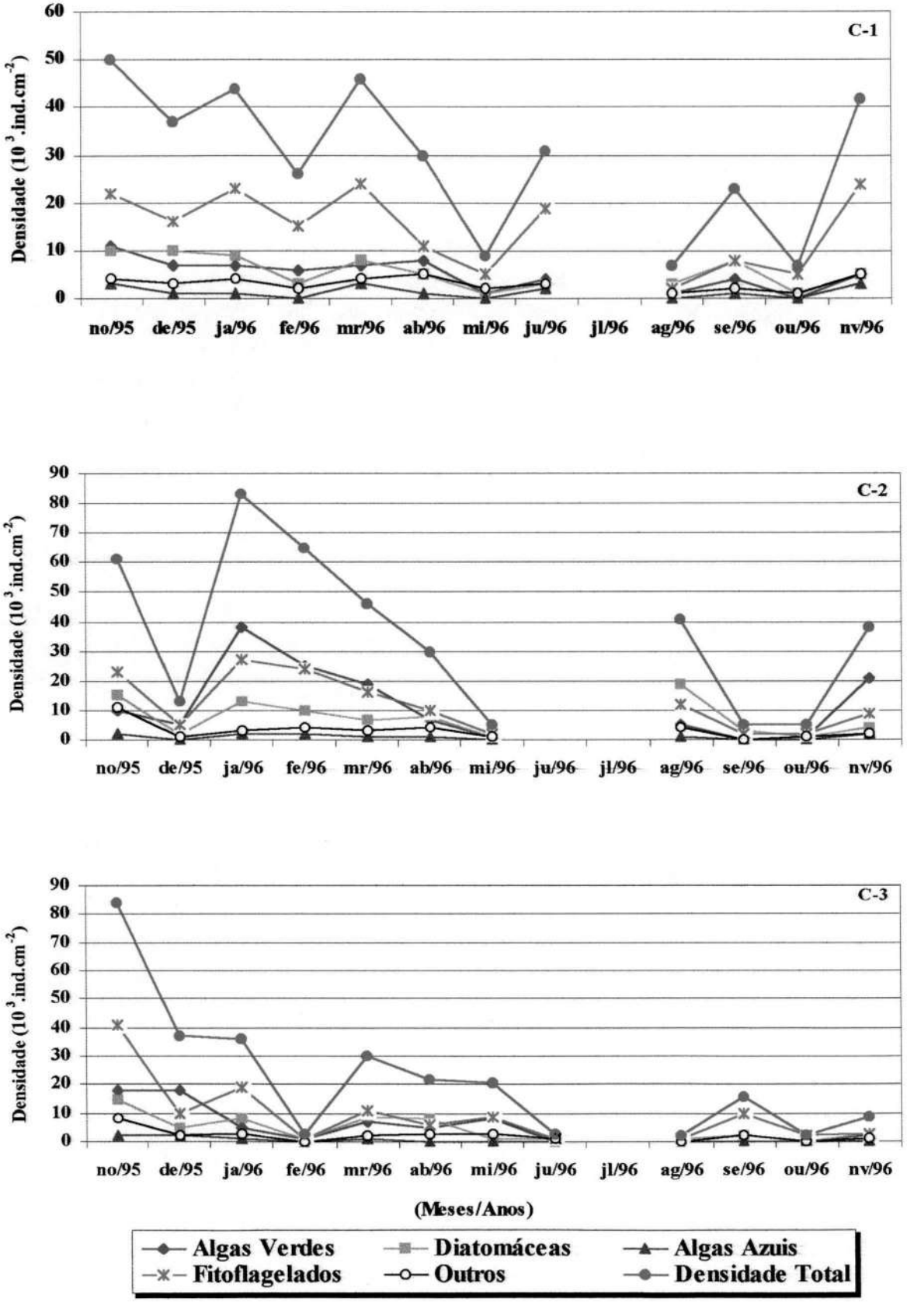


Fig. 94. Densidade (10^3 ind.cm^{-2}) das algas perifíticas do rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

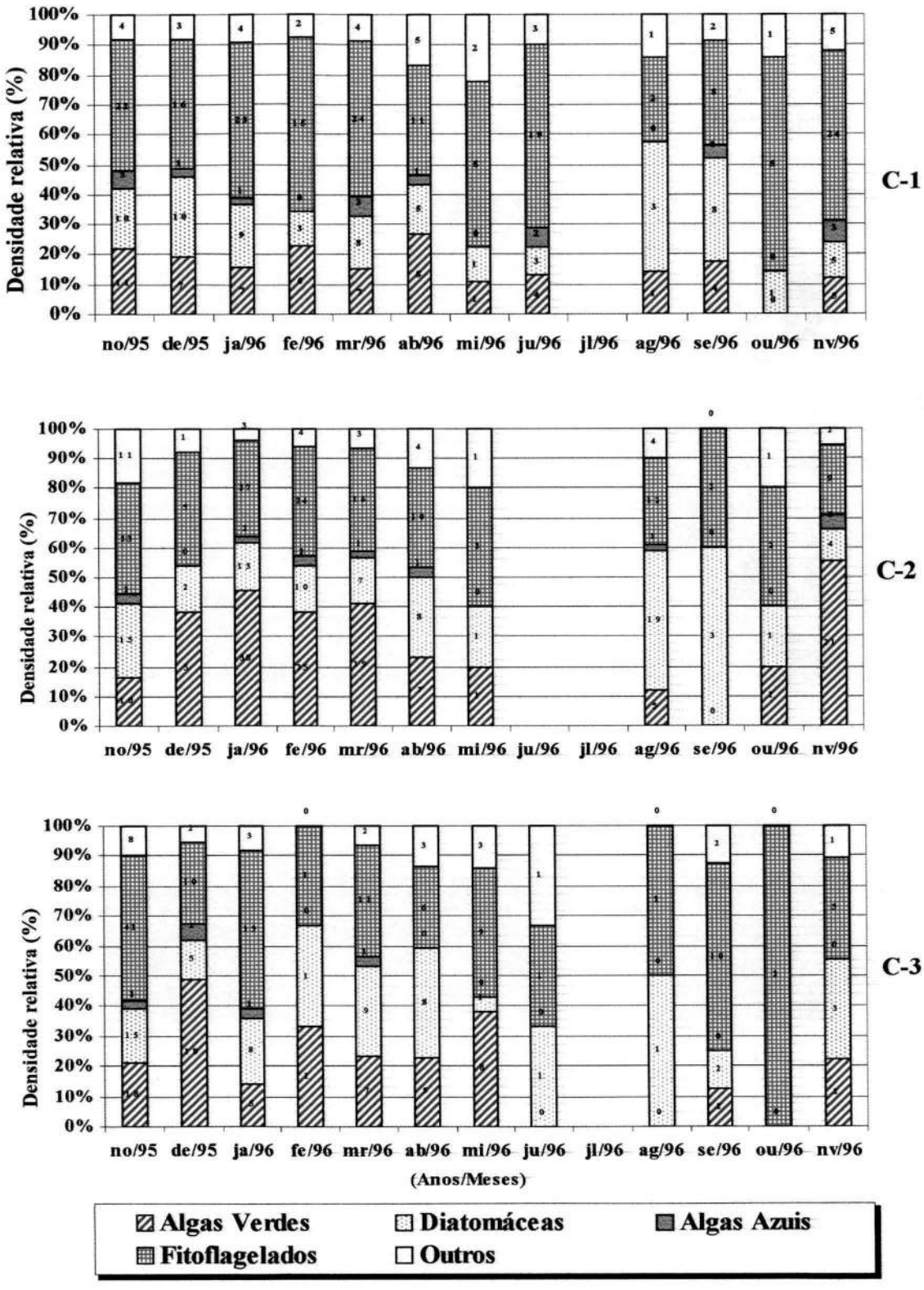


Fig. 95. Densidade relativa (%) das algas perifíticas do rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.6.3. Análise quantitativa - igarapé Água Boa e rio Cauamé

Os diferentes grupos de algas foram mais abundantes no igarapé Água Boa do que no rio Cauamé, com exceção às algas verdes. Nos dois ambientes estudados, os fitoflagelados e as diatomáceas foram os grupos mais abundantes, ambos com maior representatividade no igarapé (fig. 96-97).

As desmídias foram as mais representativas entre as algas verdes, tanto no rio, como no igarapé, em períodos diferentes, pois no rio Cauamé, durante o período seco, ocorreu aumento de algas verdes e diminuição no período chuvoso e o contrário ocorreu no igarapé Água Boa, onde as mesmas aumentaram no período chuvoso.

O rio apresentou uma densidade baixa das algas perifíticas, durante todo o período chuvoso, enquanto que o igarapé no mesmo período, apresentou densidade equivalente ao período seco do rio, com exceção dos fitoflagelados (fig. 96).

A fig. 97 mostra as densidades totais de cada grupo, nos treze meses de estudo, nos dois ambientes analisados, tendo o igarapé Água Boa apresentado o dobro da densidade total de indivíduos por centímetro quadrado do que o rio Cauamé.

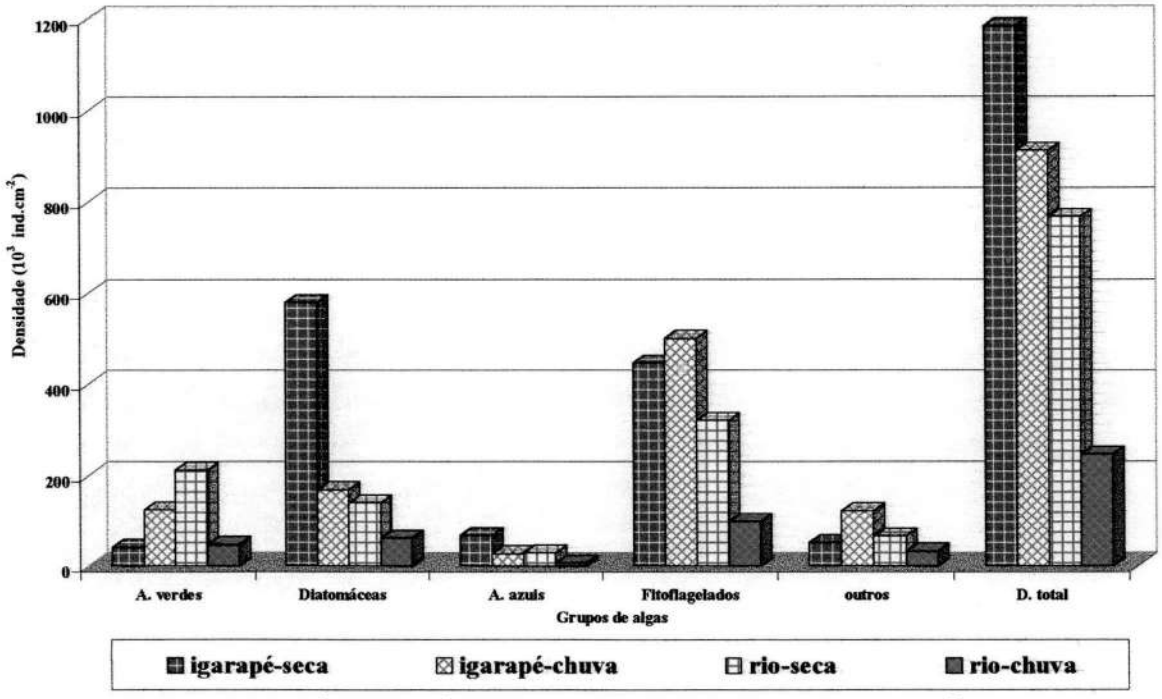


Fig. 96. Densidade (10^3 ind.cm^{-2}) das algas perifíticas do igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, durante o período de seca e de chuva, de novembro de 1995 a novembro de 1996.

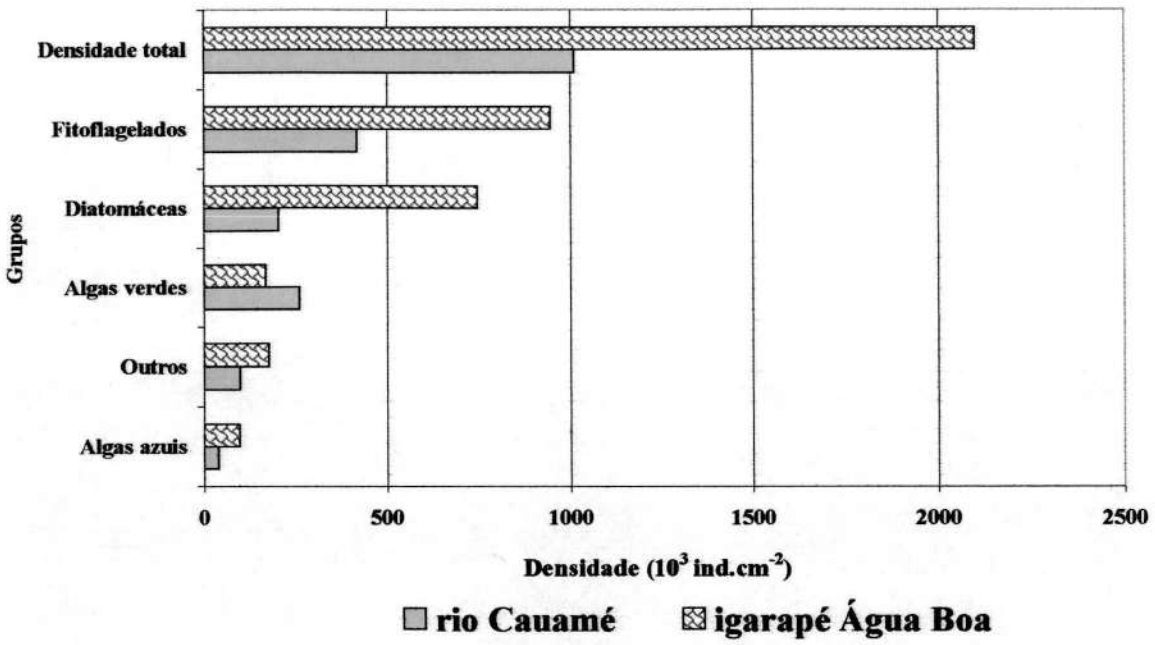


Fig. 97. Somatório da Densidade (10^3 ind.cm^{-2}) das algas perifíticas do igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.7. Análise dos componentes principais (ACP)

A Análise dos componentes principais quantificam o grau de associação das variáveis ambientais bióticas e abióticas.

As variáveis abióticas utilizadas nesta análise multivariada foram: **PREC** = precipitação; **VVEN** = velocidade do vento; **O2** = oxigênio dissolvido; **DBO** = demanda biológica de oxigênio, **DQO** = demanda química de oxigênio; **tH2O** = temperatura da água; **pH** = potencial hidrogeniônico; **CL**= cloretos; **FeT** = ferro total; **FeD** = ferro dissolvido; **SIL** = ortossilicato; **Ca** = cálcio; **Na** = sódio; **K** = potássio; **Mg** = magnésio, **PS** = sólidos em suspensão; **ALC** = alcalinidade; **NH4** = amônio; **NO3** = nitrato; **COND** = condutividade elétrica; **Turb** = turbidez; e **Dur** = dureza. Algumas variáveis como percentual de saturação de oxigênio, umidade relativa do ar, temperatura do ar, entre outros, foram retirados deste teste para não haver duplicidade de peso aos componentes principais, já que o aumento ou diminuição das mesmas, implicariam em aumentos destas variáveis correlatas.

4.7.1. Variáveis abióticas - igarapé Água Boa

A ordenação das variáveis abióticas das amostras analisadas nas três estações do igarapé Água Boa em função da afinidade quantitativa foi realizada por Análise dos Componentes Principais (ACP) que explicou em seus dois eixos 47,60% (fig. 98) e em seus três eixos 61,85%, da variabilidade destas variáveis (tab. 61 e fig. 101).

Tab. 61. Correlação de Pearson através das variáveis abióticas com os componentes principais I, II e III (igarapé Água Boa) N = 39.

Variáveis	Componentes Principais		
	I	II	III
Temp. da água	.266	-.403	-.243
Condutividade	-.071	**-.584**	**-.553**
Turbidez	-.448	-.380	.415
pH	**-.531**	-.451	-.116
Amônio	.323	-.179	.430
Nitrato	.374	-.374	-.124
Sílica	**.678**	.217	.451
Ferro total	-.471	-.116	**.527**
Ferro dissolvido	-.461	-.271	.225
Sódio	-.394	-.328	-.221
Potássio	**.847**	-.413	-.137
Cálcio	-.267	-.108	.163
Magnésio	.023	**-.555**	**.722**
Dureza	-.086	**-.544**	**.764**
DQO	-.348	**-.722**	.035
DBO	-.420	.408	.091
Oxigênio dissolvido	-.180	**.566**	.170
Cloretos	.024	.134	-.049
Sólidos suspensão-PS	-.177	-.122	**.644**
Precipitação	-.361	**-.783**	-.349
Velocidade vento	**.818**	.102	.203
% de variação explicada	**26,99**	**20,61**	**14,26**

Foi realizada a ACP sem as variáveis climáticas precipitação e velocidade do vento, para determinar quais as variáveis hidrológicas que influenciariam na ordenação das estações, em função da afinidade quantitativa entre as mesmas. A explicabilidade em seus dois e três eixos, teve uma pequena diminuição sem as variáveis climáticas e a distribuição temporal das estações e vetores foram semelhantes, mostrando que as modificações nos dois ambientes eram provavelmente em função da precipitação, decidimos manter as variáveis climáticas.

1°, 2° e 3° componentes principais

Analisando a fig. 98 verificou-se que a explicabilidade do primeiro componente principal (eixo 1 = 26,99%), estando relacionado de forma indireta (coordenada negativa) em relação a este eixo, foi pH e estando relacionado de forma direta (coordenada positiva) em relação a este eixo, foram potássio, velocidade do vento e sílica. A explicabilidade do segundo componente principal (eixo 2 = 20,61%) estando relacionado de forma indireta (coordenada negativa) em relação a este eixo, foi precipitação, demanda química de oxigênio, condutividade, magnésio e dureza e estando relacionado de forma direta (coordenada positiva) em relação a este eixo, foi oxigênio dissolvido. Os dois componentes principais relacionados de forma indireta (coordenadas negativas) apresentaram um maior incremento das variáveis abióticas (f. 98).

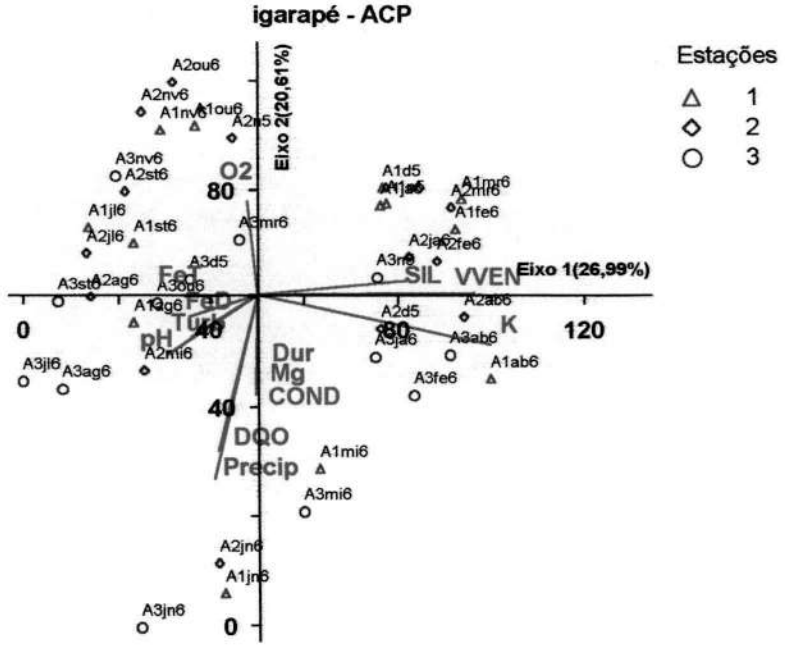


Fig. 98. Diagrama de ordenação dos pontos de coletas no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **PREC**= precipitação; **VVEN**= velocidade do vento; **O2**= oxigênio dissolvido; **DQO**= demanda química de oxigênio; **pH**= potencial hidrogeniônico; **FeT**= ferro total; **FeD**= ferro dissolvido; **SIL**= ortossilicato; **K**= potássio; **Mg**= magnésio; ; **COND**= condutividade; **Turb**= turbidez; **Dur**= dureza; **A**= igarapé; **1, 2 e 3**= estações; **meses e anos**, respectivamente.

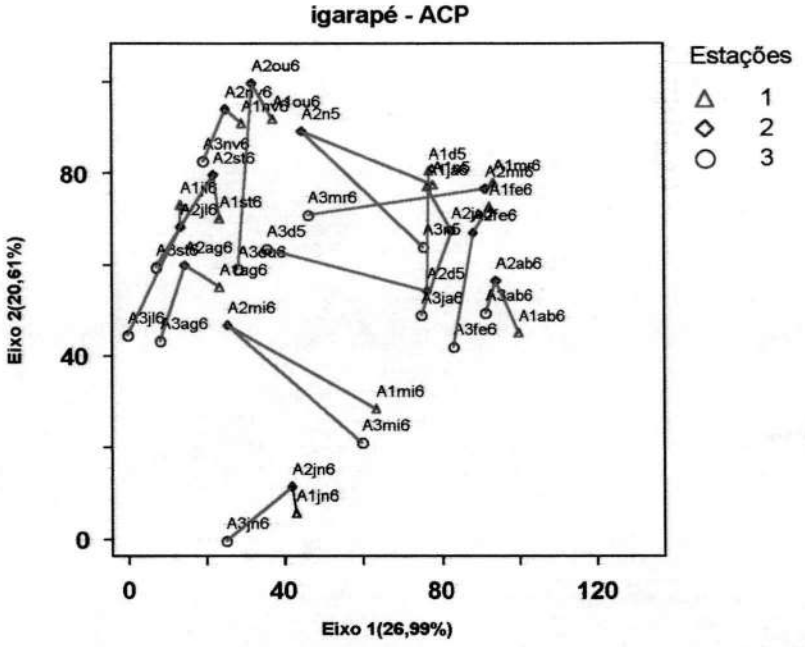


Fig. 99. Diagrama de ordenação das estações por meses de coletas no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **A**= igarapé; **1, 2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente.

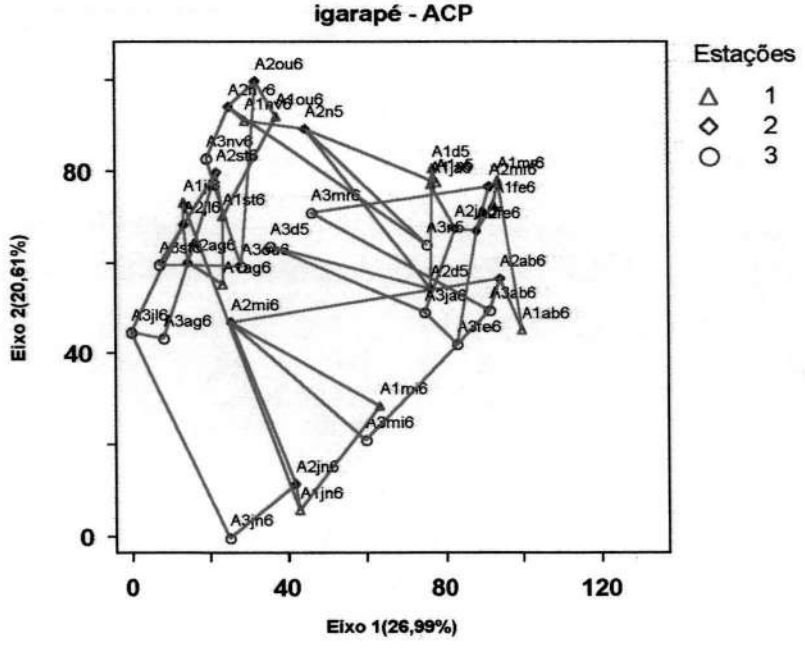


Fig. 100. Diagrama de ordenação das estações por meses de coletas no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **A**= igarapé; **1, 2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente.

A fig. 99 evidencia uma variação espacial entre as estações, determinada pelas variáveis abióticas, dentro do mesmo mês. Em ambos componentes principais, ocorreu um gradiente contínuo na variação temporal, demonstrado pelas variáveis abióticas, relacionadas ao período seco e chuvoso, também é notada, a presença de uma perturbação no ambiente, devido as modificações ocorrentes na estação AB3, em nove meses (fig. 100).

Analisando a fig. 101 verificou-se que a explicabilidade do primeiro componente principal (eixo 1 = 26,99%), estando relacionado de forma indireta (coordenada negativa) em relação a este eixo, foi pH e estando relacionados de forma direta (coordenada positiva) em relação a este eixo, foram potássio, velocidade do vento e sílica. A explicabilidade do terceiro componente principal (eixo 3 = 14,26%) estando relacionado de forma indireta (coordenada negativa) em relação a este eixo, foi condutividade e estando relacionados de forma direta (coordenada positiva) em relação a este eixo, foram dureza, magnésio, sólido em suspensão e ferro total. Em ambos os componentes principais ocorreu variação temporal relacionados ao período seco e chuvoso. A estação AB3, apresentou uma variação espacial em relação as outras duas (AB1 e AB2), apresentando em nove dos 13 meses analisados, diferenças significativas nas variáveis abióticas, como amônio, sólidos totais em suspensão, DBO, ferro total e apenas nos meses de janeiro, de abril, de maio e de novembro 1996, a mesma, teve suas medidas das variáveis físicas e químicas próxima as das estações AB1 e AB2 (fig. 102).

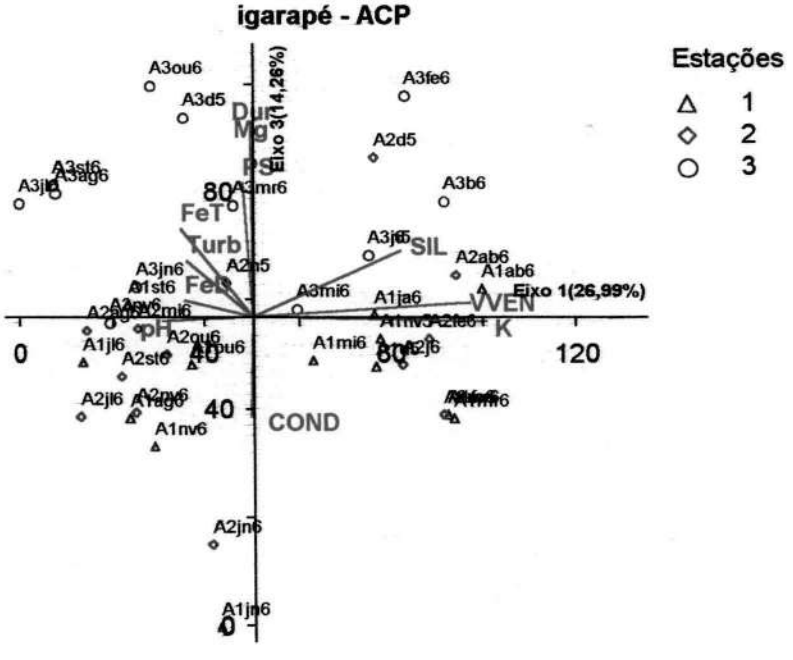


Fig. 101. Diagrama de ordenação dos pontos de coletas no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I, II e III da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **VVEN**= velocidade do vento; **pH**= potencial hidrogeniônico; **FeT**= ferro total; **FeD**= ferro dissolvido; **SIL**= ortossilicato; **K**= potássio; **Mg**= magnésio, **PS**= sólidos em suspensão; **COND**= condutividade; **Turb**= turbidez; e **Dur**= dureza; **A**= igarapé; **1, 2 e 3**= estações; **meses e anos**, respectivamente.

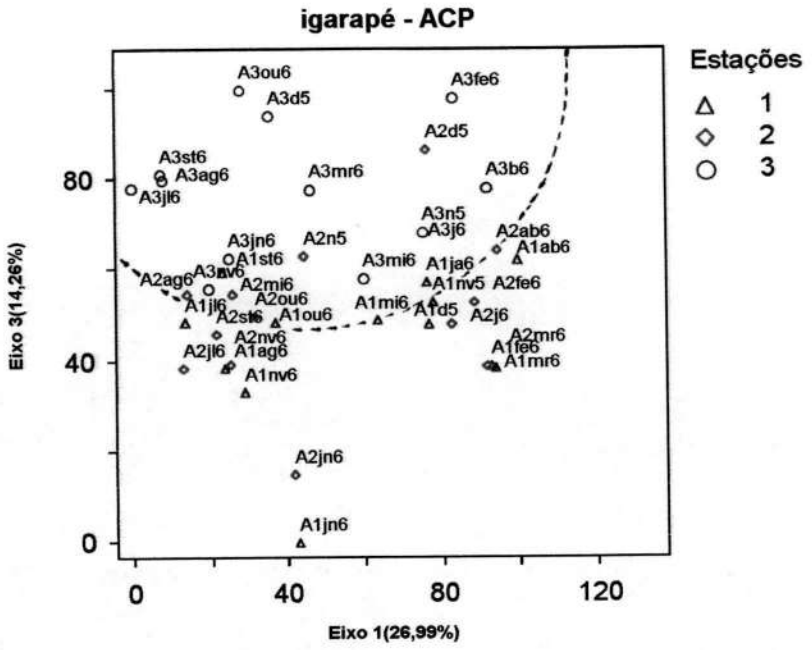


Fig. 102. Diagrama de ordenação das estações por meses de coletas no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I, II e III, da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **A**= igarapé; **1**, **2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente. (-----) = mostra variação espacial - estação AB3.

4.7.2. Variáveis abióticas - rio Cauamé

A ordenação das variáveis abióticas das amostras analisadas nas três estações do rio Cauamé em função da afinidade quantitativa, foi realizada por Análise dos Componentes Principais (ACP) que explicou em seus dois eixos 46,28% (fig. 103) e em seus três eixos 56,46%, da variabilidade destas variáveis (fig. 106 e tab. 62).

Tab. 62. Correlação de Pearson através das variáveis abióticas com os componentes principais I, II e III (rio Cauamé) N = 39.

Variáveis	Componentes Principais		
	I	II	III
Temp. da água	-.047	.262	**-.531**
Condutividade	**-.585**	.019	**-.536**
Turbidez	**-.751**	.110	.330
pH	.028	**-.858**	-.357
Amônio	-.466	.491	.346
Nitrato	.009	-.333	.237
Sílica	**.603**	.273	-.131
Ferro total	-.469	-.242	-.019
Ferro dissolvido	**-.775**	-.157	-.065
Sódio	-.487	-.140	.125
Potássio	-.257	**.617**	.108
Cálcio	.175	-.408	.036
Magnésio	.030	**.735**	-.467
Dureza	.140	**.539**	-.496
DQO	**-.687**	.467	.067
DBO	.333	-.035	-.103
Oxigênio dissolvido	**.819**	-.055	-.264
Cloretos	.191	.156	**.605**
Sólidos suspensão-PS	**-.569**	-.128	**-.607**
Precipitação	**-.887**	.161	-.080
Velocidade vento	**.565**	**.708**	.137
% de variação explicada	**28,96**	**17,32**	**10,18**

1°, 2° e 3° componentes principais

Analisando a fig. 103 verificou-se que a explicabilidade do primeiro componente principal (eixo 1 = 28,96%), estando relacionado de forma indireta (coordenada negativa) em relação a este eixo, foi precipitação, ferro dissolvido, turbidez, demanda química de oxigênio, condutividade e sólidos em suspensão e estando relacionado de forma direta (coordenada positiva) em relação a este eixo, foi oxigênio dissolvido, sílica e velocidade do vento. A explicabilidade do segundo componente principal (eixo 2 = 17,32%) estando relacionado de forma indireta (coordenada negativa) em relação a este eixo, foi pH e estando relacionado de forma direta (coordenada positiva) em relação a este eixo, foi magnésio, velocidade do vento, potássio e dureza. Em ambos componentes principais ocorreu um gradiente contínuo na variação temporal relacionados ao período seco acompanhado do chuvoso (fig. 104). Nas três estações, não houve uma variação espacial determinada por modificações ocorrentes nas variáveis abióticas (fig. 105).

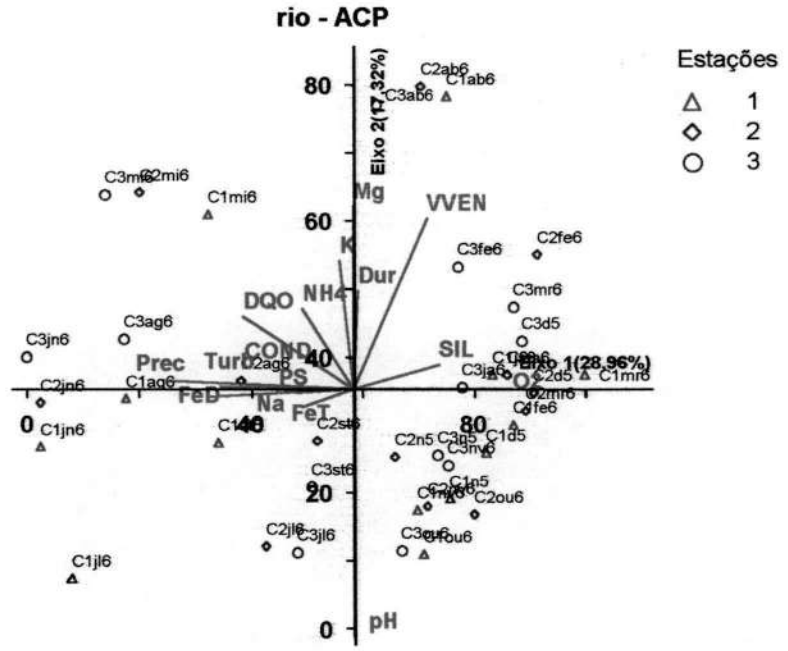


Fig. 103. Diagrama de ordenação dos pontos de coletas no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I, II e III da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **PREC**= precipitação; **VVEN**= velocidade do vento; **O2**= oxigênio dissolvido; **DQO**= demanda química de oxigênio; **pH**= potencial hidrogeniônico; **FeT**= ferro total; **FeD**= ferro dissolvido; **SIL**= ortossilicato; **Na**= sódio; **K**= potássio; **Mg**= magnésio, **PS**= sólidos em suspensão; **NH4**= amônio; **COND**= condutividade; **Turb**= turbidez; e **Dur**= dureza; **A**= igarapé; **1, 2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente.

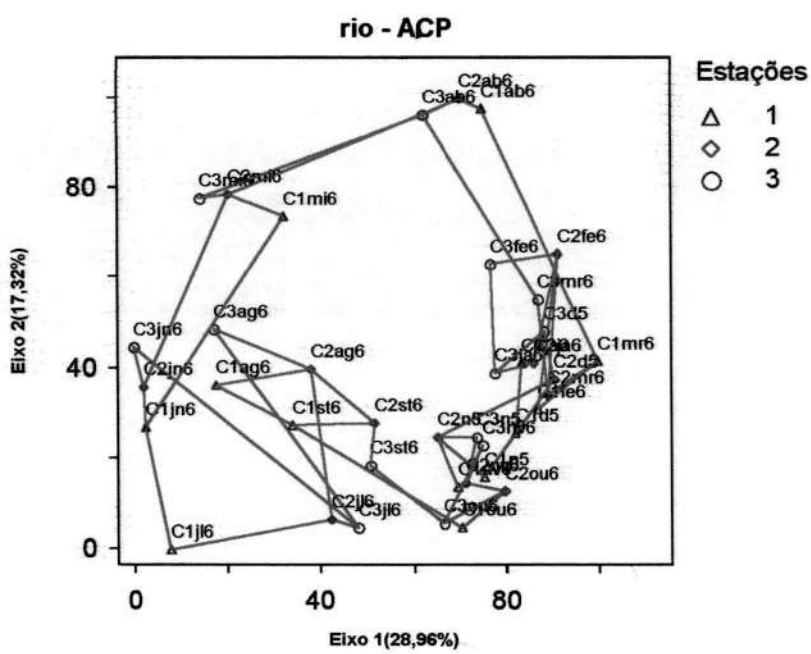


Fig. 104. Diagrama de ordenação das estações por meses de coletas no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: A= igarapé; 1, 2 e 3= estações; meses e anos, respectivamente.

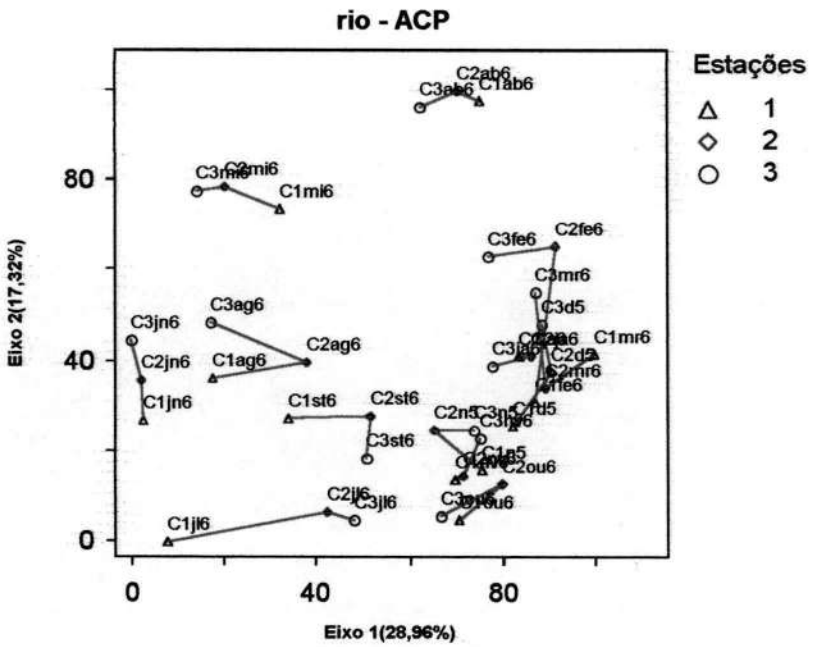


Fig. 105. Diagrama de ordenação das estações por meses de coletas no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: A= igarapé; **1, 2 e 3**= estações; **meses e anos**, respectivamente.

Analisando a fig. 106 verificou-se que a explicabilidade do primeiro componente principal (eixo 1 = 28,96%) estando relacionado de forma indireta (coordenada negativa) em relação a este eixo, foi precipitação, ferro dissolvido, turbidez, demanda química de oxigênio, condutividade e sólidos em suspensão e estando relacionado de forma direta (coordenada positiva) em relação a este eixo, foi oxigênio dissolvido, sílica e velocidade do vento. A explicabilidade do terceiro componente principal (eixo 3 = 10,18%) estando relacionado de forma indireta (coordenada negativa) em relação a este eixo, foi sólidos em suspensão, condutividade e temperatura da água e estando relacionado de forma direta (coordenada positiva) em relação a este eixo, foi cloretos. Em ambos os componentes principais ocorreu variação temporal relacionados ao período seco e chuvoso. Nas três estações, não houve uma variação espacial entre as mesmas.

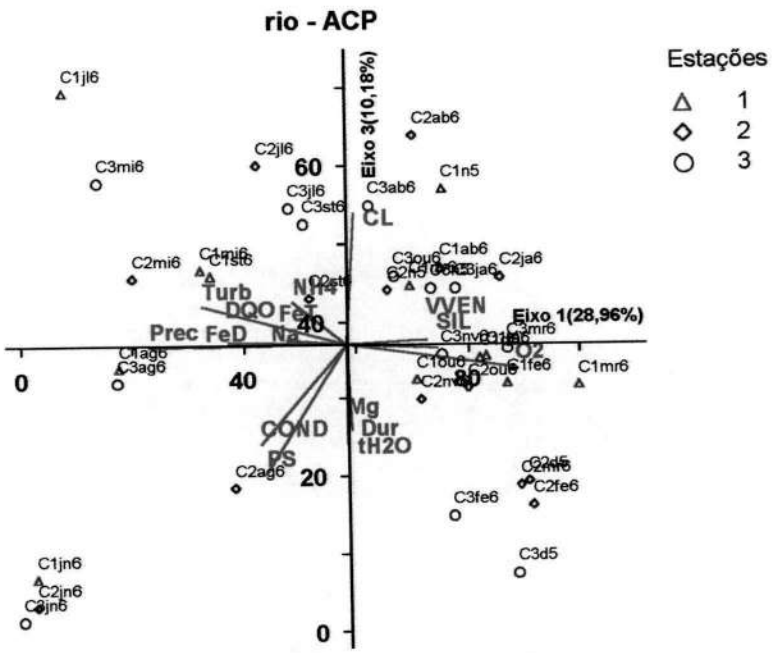


Fig. 106. Diagrama de ordenação dos pontos de coletas no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I, II e III da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **PREC**= precipitação; **VVEN**= velocidade do vento; **O2**= oxigênio dissolvido; **DQO**= demanda química de oxigênio; **tH2O**= temperatura da água; **CL**= cloretos; **FeT**= ferro total; **FeD**= ferro dissolvido; **SIL**= ortossilicato; **Na**= sódio; **Mg**= magnésio, **PS**= sólidos em suspensão; **NH4**= amônio; **COND**= condutividade; **Turb**= turbidez; e **Dur**= dureza; **A**= igarapé; **1, 2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente.

4.7.3. Variáveis abióticas - igarapé Água Boa e rio Cauamé

A ordenação das variáveis abióticas das amostras analisadas nas três estações do igarapé Água Boa e rio Cauamé em função da afinidade quantitativa, foi realizada por Análise dos Componentes Principais (ACP) que explicou em seus dois eixos 50,24% (fig. 107) e em seus três eixos 62,62%, da variabilidade destas variáveis (fig. 108 e tab. 63).



Tab. 63. Correlação de Pearson através das variáveis abióticas com os componentes principais I, II e III (igarapé Água Boa e rio Cauamé) N = 78.

Variáveis	Componentes Principais		
	I	II	III
Temp. da água	-.082	-.063	.302
Condutividade	-.418	.433	.109
Turbidez	**-.781**	-.044	.142
pH	**-.513**	.151	**-.698**
Amônio	-.409	-.301	.475
Nitrato	-.106	-.015	-.084
Sílica	.248	**-.723**	.054
Ferro total	**-.792**	-.311	-.270
Ferro dissolvido	**-.727**	.179	-.041
Sódio	**-.730**	-.076	-.209
Potássio	**-.556**	-.435	.313
Cálcio	-.299	-.236	-.468
Magnésio	**-.612**	**-591**	.127
Dureza	**-.699**	**-.624**	-.102
DQO	**-.745**	.057	.383
DBO	.155	-105	-.368
Oxigênio dissolvido	**.517**	-.314	-.460
Cloretos	.262	.105	.034
Sólidos suspensão - PS	**-.728**	-.128	-.148
Precipitação	**.553**	**.631**	.403
Velocidade vento	.373	**.661**	**.544**
% de variação explicada	**31,54**	**18,69**	**12,39**

1°, 2° e 3° componentes principais

Analisando a fig. 107 verificou-se que a explicabilidade do primeiro componente principal (eixo 1 = 31,54%), estando relacionado de forma indireta (coordenada negativa) em relação a este eixo, foram velocidade do vento e oxigênio dissolvido e estando relacionado de forma direta (coordenada positiva) em relação a este eixo, foram ferro total, dureza, precipitação, pH e sódio, apresentando um maior incremento de variáveis. A explicabilidade do segundo componente principal (eixo 2 = 18,69%) estando relacionado de forma indireta (coordenada negativa) em relação a este eixo, foi precipitação e estando relacionado de forma direta (coordenada positiva) em relação a este eixo, foram velocidade do vento, dureza, sílica e magnésio. Em ambos componentes principais ocorreu uma pequena variação temporal relacionados ao período seco e chuvoso. Das três estações do igarapé Água Boa, houve uma discreta variação espacial na estação AB3, indicando uma posição intermediária entre igarapé e rio, estando mais próxima das estações do rio Cauamé. Uma variação espacial é fortemente notada, ocorrendo entre os dois ambientes, no primeiro componente principal. No segundo componente principal, não mostra uma forte diferença entre o igarapé e o rio, mas sim, uma separação dos períodos seco e chuvoso.

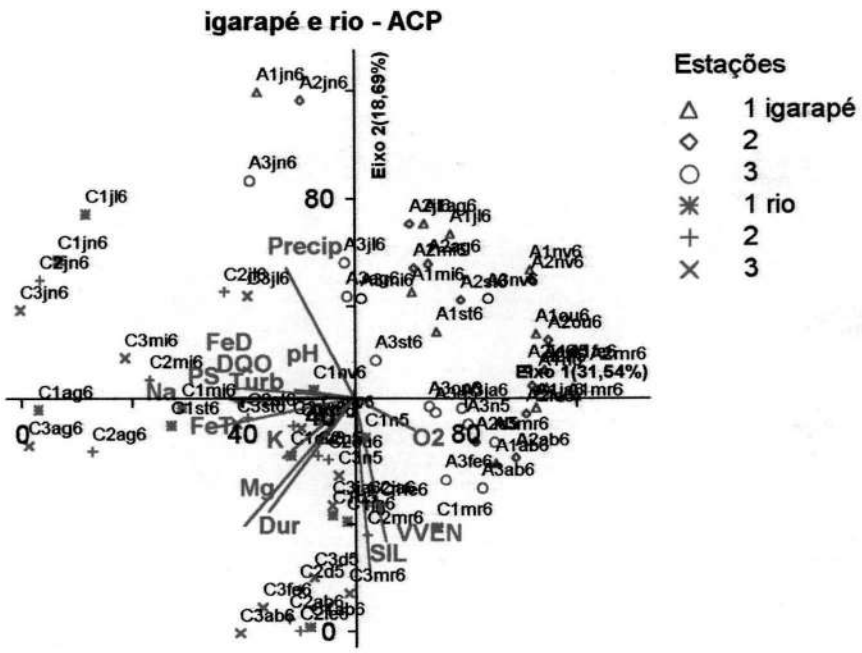


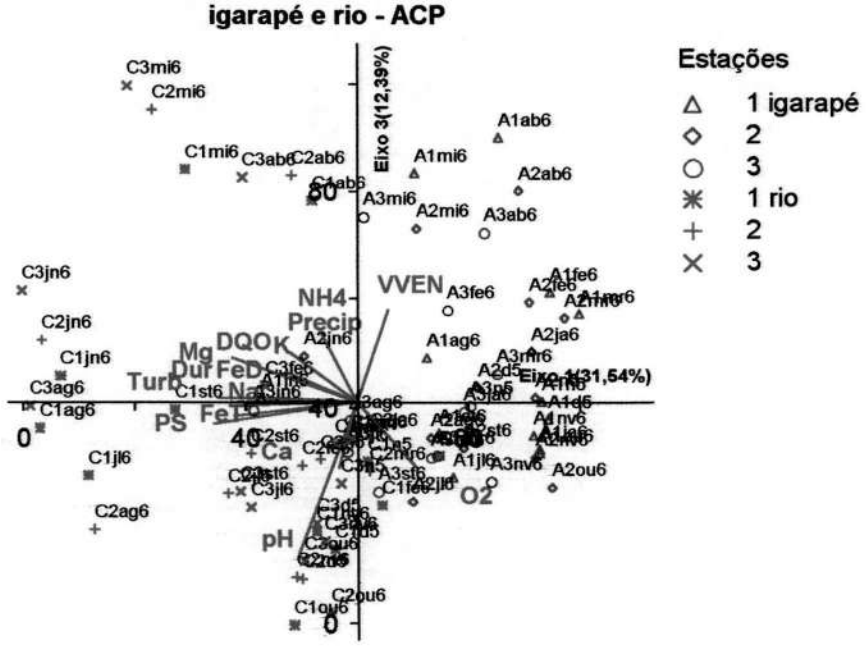
Fig. 107. Diagrama de ordenação dos pontos de coletas no igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **PREC**= precipitação; **VVEN**= velocidade do vento; **O2**= oxigênio dissolvido; **DQO**= demanda química de oxigênio; **pH**=potencial hidrogeniônico; **FeT**= ferro total; **FeD**= ferro dissolvido; **SIL**= ortossilicato; **Na**= sódio; **K**= potássio; **Mg**= magnésio, **PS**= sólidos em suspensão; **Turb**= turbidez; e **Dur**= dureza; **A**= igarapé; **C**= rio; **1, 2** e **3**= estações; **meses e anos**, respectivamente.

Analisando a fig. 108 verificou-se que a explicabilidade do primeiro componente principal (eixo 1 = 31,54%) estando relacionado de forma direta (coordenada positiva) em relação a este eixo, foram velocidade do vento e oxigênio dissolvido e estando relacionado de forma indireta (coordenada negativa) em relação a este eixo, foram, ferro total, pH, dureza, sódio, ferro dissolvido, potássio, magnésio, DQO, turbidez e precipitação, apresentando um maior incremento de variáveis. A explicabilidade do terceiro componente principal (eixo 3 = 12,39%) estando relacionado de forma indireta (coordenada negativa) em relação a este eixo, foram pH e oxigênio dissolvido e estando relacionado de forma direta (coordenada positiva) em relação a este eixo, foi precipitação, demanda química de oxigênio, amônio e velocidade do vento. Em ambos os componentes principais ocorreu variação temporal relacionados ao período seco e chuvoso. Das três estações do igarapé Água Boa, houve uma discreta variação espacial, na estação AB3, em relação as outras duas estações, determinada pelas variáveis abióticas (composição física e química), estando numa posição intermediária entre os dois ambientes.

Uma variação espacial é marcantemente notada, nos dois ambientes analisados, durante os 13 meses de coletas, determinada pelas variáveis abióticas (fig. 108-111).

A fig. 109 mostra uma separação da estação três das outras estações do igarapé Água Boa, ficando num gradiente intermediário entre as águas dos dois ambientes, mostrando haver modificações neste ponto do igarapé, o mesmo não ocorreu em nenhum dos pontos no rio Cauamé.

Em todos os meses analisados, nenhuma das estações do rio intercalou as estações do igarapé e vice-versa (fig. 110), porém na fig. 111 é notadamente observado uma seqüência quantitativa e temporal dos dados analisados.


igarapé e rio - ACP
Estações
1 igarapé
2
3
1 rio
2
3
Eixo 3(12,39%)
Eixo 1(31,54%)
VVEN
NH4
Precip
DQO
K
Mg
Dur
FeD
Turb
PS
FeT
Ca
pH
O2
C3mi6
C2mi6
C1mi6
C3ab6
C2ab6
A1ab6
A1mi6
A2ab6
A3mi6
A2mi6
A3ab6
C3jn6
C2jn6
C1jn6
C3ag6
C1ag6
C1jl6
C2ag6
C2ou6
C1ou6
A1fe6
A3fe6
A2fe6
A2ja6
A1ag6
A2jn6
A2ou6
A3mv6
A1jl6
A1nv6
A1d5
A2d5
A3d5
A3ja6
A3ag6
A2ag6
A3jl6
A3ou6
A1ou6
A2jl6
A3fe6
A3ou6
A2ou6
A1ou6
A3jl6
A2jl6
A1jl6
A3mv

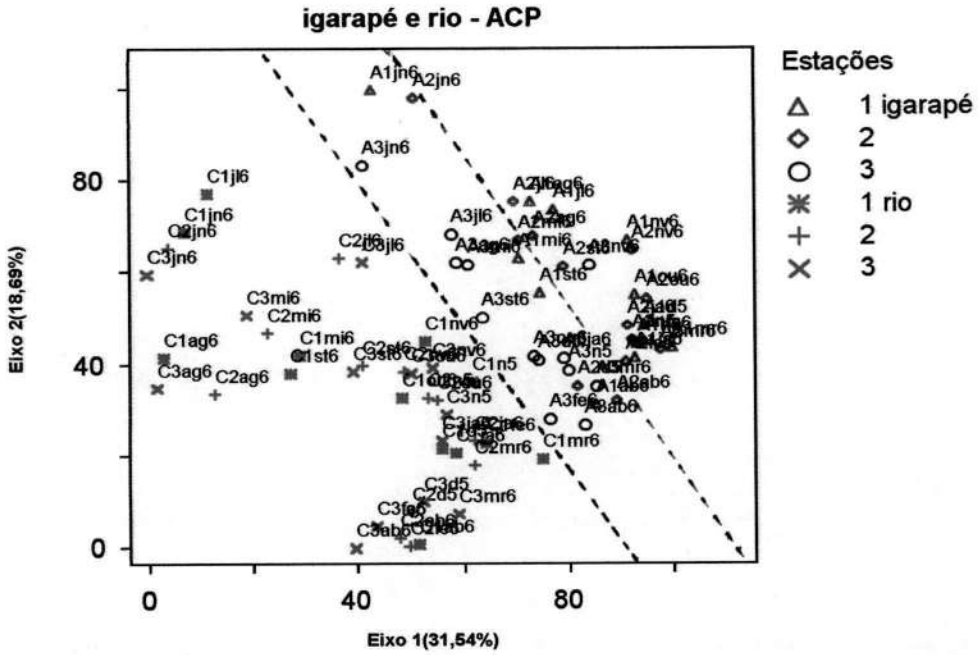


Fig. 109. Diagrama de ordenação das estações por meses de coletas no igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **A**= igarapé; **C**= rio; **1**, **2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente. (-----) = mostra a diferença na composição da água na estação AB3, determinada pelas variáveis abióticas.

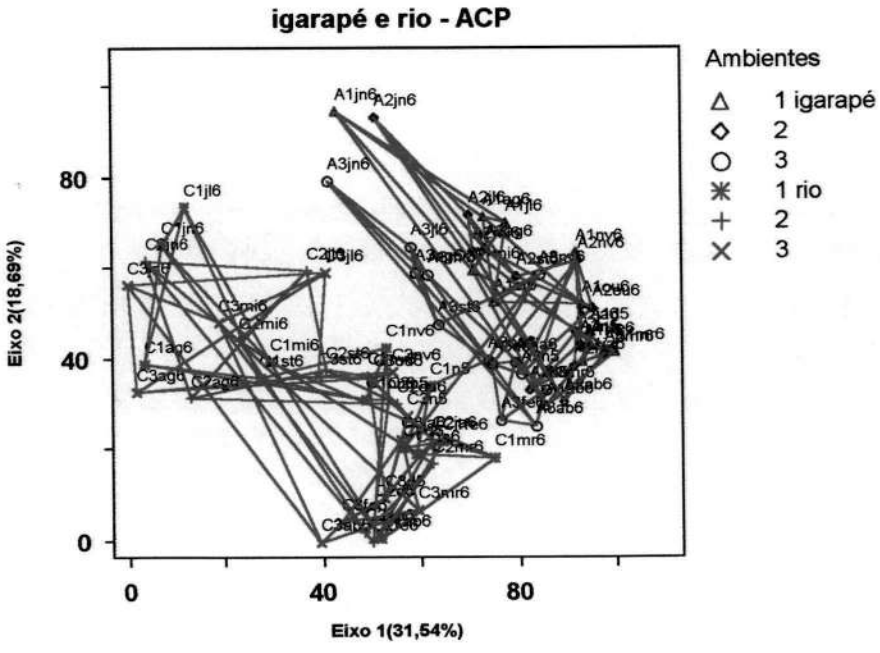


Fig. 110. Diagrama de ordenação das estações por meses de coletas no igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996, em relação as variáveis abióticas, baseados nos componentes I e II da análise dos componentes principais - ACP. Abreviações: **A**= igarapé; **C**= rio; **1**, **2** e **3**= estações; **meses** e **anos**, respectivamente.

4.7.4. Variáveis bióticas - igarapé Água Boa

A ordenação das variáveis bióticas das amostras analisadas nas três estações do igarapé Água Boa em função da afinidade quantitativa foi realizada por Análise dos Componentes Principais (ACP) que explicou em seus dois eixos 68,24% (fig. 112) e em seus três eixos 81,41%, da variabilidade destas variáveis (tab. 64 e fig. 113).

Tab. 64. Correlação de Pearson através das variáveis bióticas com os componentes principais I, II e III (igarapé Água Boa) N = 39.

Variáveis	Componentes Principais		
	I	II	III
Pigmentos totais	-.249	**-.803**	.286
Algas verdes	**-.663**	.371	.284
Diatomáceas	**-.529**	**-.624**	-.181
Algas azuis	-.443	.060	**-.792**
Fitoflagelados	**-.890**	-.064	-.244
Outros	**-.920**	.098	.264
% de variação explicada	**51,94**	**16,30**	**13,17**

1°, 2° e 3° componentes principais

Analisando a fig. 112 verificou-se que a explicabilidade do primeiro componente principal (eixo 1 = 51,94%), estando relacionado de forma indireta (coordenada negativa) em relação a este eixo, se atribui principalmente a outros, fitoflagelados, algas verdes e diatomáceas. A explicabilidade do segundo componente principal (eixo 2 = 16,30%) estando relacionado de forma indireta (coordenada negativa) em relação a este eixo, foram pigmentos totais e diatomáceas. Ocorreu uma variação temporal com discreta sucessão dos grupos de algas, com picos de diatomáceas e pigmentos totais no período seco e de fitoflagelados, outros e algas verdes no período chuvoso, onde os picos máximos dos grupos de algas ocorreram em alguns meses secos e outros em alguns meses chuvosos, nas estações AB2 e AB3, formando o grupo 1 (fig. 114), dos três grupos de unidades amostrais, identificados na análise de agrupamento "cluster", onde o substrato natural foi composto basicamente por gramíneas (*Paspalum* sp. e sp. 4), caracterizando uma variação espacial entre as estações no igarapé, onde a estação AB1 teve uma comunidade de algas perifíticas mais diferenciada das outras duas, com densidades mais baixas no grupo 3, com oito dos 13 meses analisados e cinco no grupo 2, que teve dados quantitativos intermediários, não mostrando separação destes dois grupos por tipo de substrato natural (tab. 58 fig. 112).

Os dois componentes principais relacionados de forma indireta (coordenadas negativas) apresentaram um maior incremento de variáveis bióticas, não apresentando um gradiente contínuo (fig. 112).

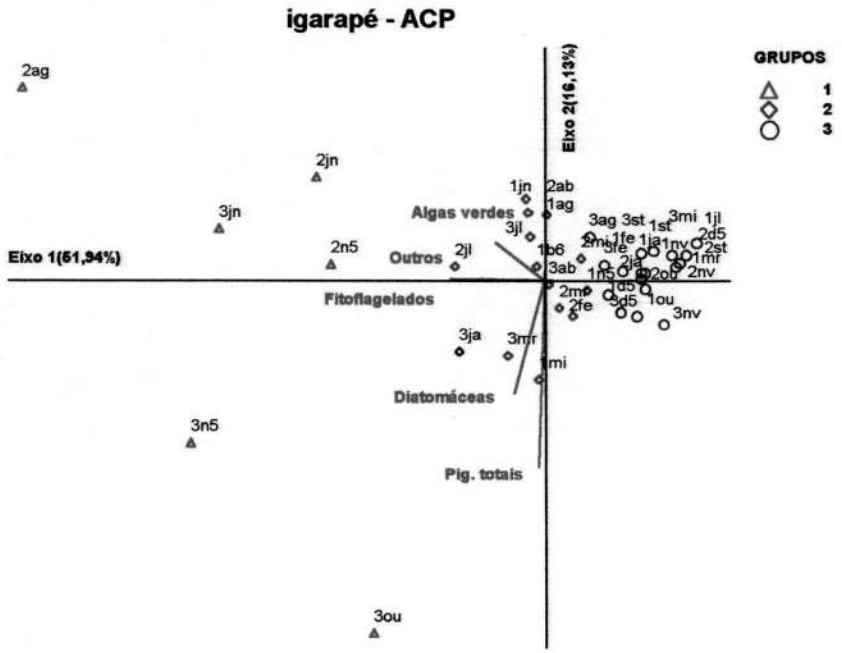


Fig. 112. Análise de Componentes Principais dos grupos de algas perifíticas, em dois eixos, do igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Analisando a fig. 113 verificou-se que a explicabilidade do primeiro componente principal (eixo 1 = 51,94%), estando relacionado de forma indireta (coordenada negativa) em relação a este eixo, foram outros, fitoflagelados, algas verdes e diatomáceas. A explicabilidade do segundo componente principal (eixo 3 = 13,17%) estando relacionado de forma indireta (coordenada negativa) em relação a este eixo, foi algas azuis (tab. 64).

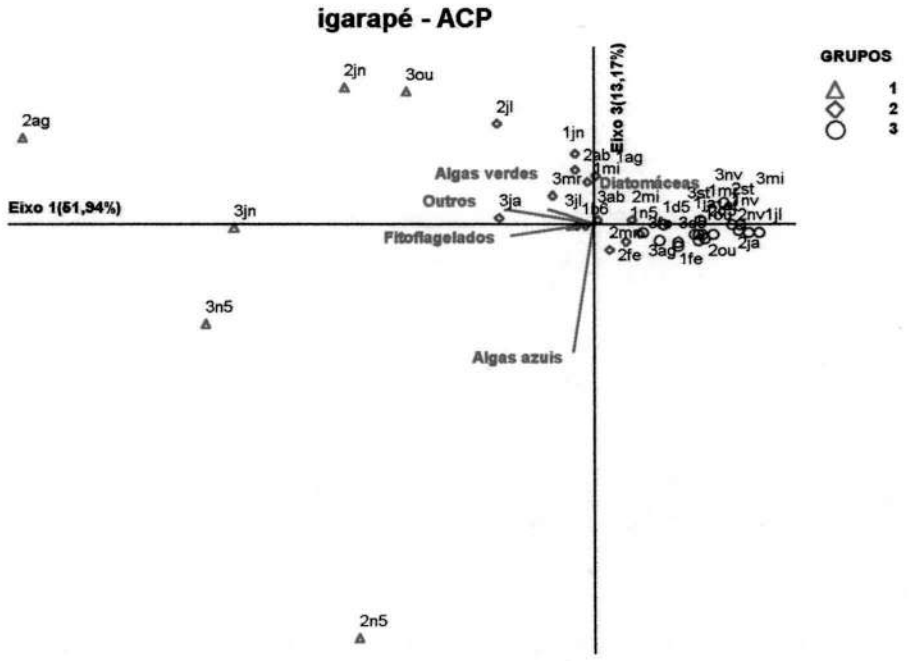


Fig. 113. Análise de Componentes Principais dos grupos de algas perifíticas, em três eixos, do igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

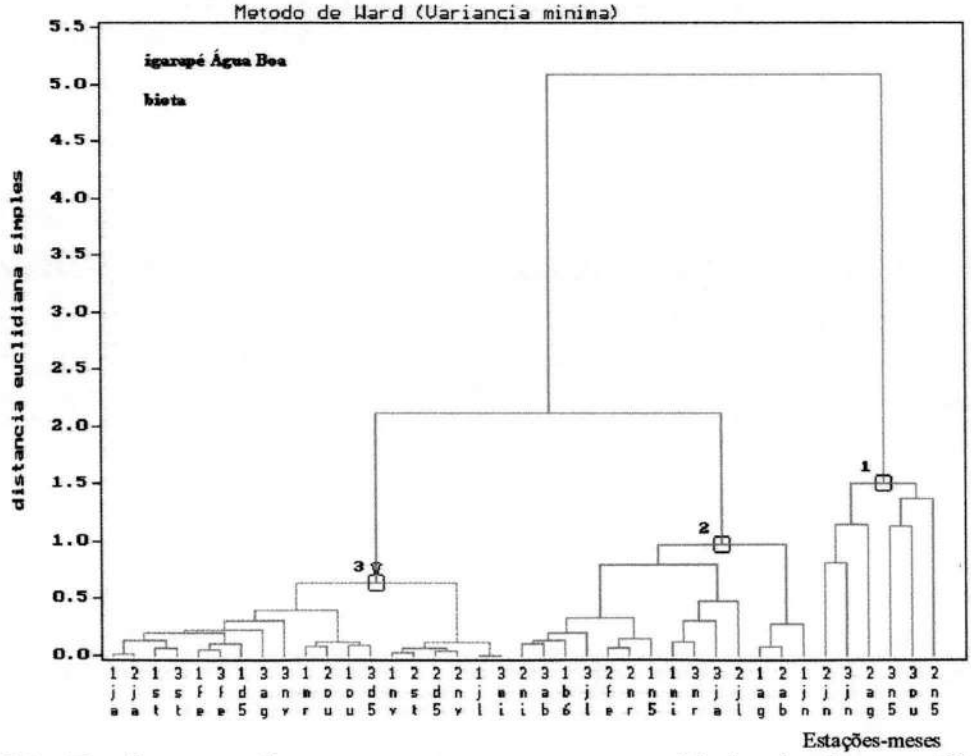


Fig. 114. Dendrograma de agrupamento entre as comunidades de algas perifíticas, em três estações do igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

Com o intuito de conhecer os padrões de similaridade nas variáveis bióticas do igarapé Água Boa, foi realizada a análise de agrupamento "cluster". O grupo 1 agrupou apenas N = 6, sendo três no período chuvoso e três no período seco, com densidades máximas dos grupos de algas perifíticas, destacando as diatomáceas, fitoflagelados e outros; nas estações AB-2 e AB-3, com substratos compostos basicamente por Gramíneas e o grupo 3, foi o que condensou maior número de amostragens e menores densidades de algas, N =19 dos N = 39, sendo N = 17 no período seco e N = 2 no período chuvoso e onde não ocorreu algas perifíticas, todos os grupos estavam presentes nas 17 amostragens em pequena escala (fig. 114).

Ocorreu uma variação temporal e espacial entre as estações no igarapé, onde a estação AB-1 teve uma comunidade de algas perifíticas mais diferenciada das outras duas, com densidades mais baixas no grupo 3, com oito dos 13 meses analisados e cinco no grupo 2, que teve dados quantitativos intermediários, não mostrando separação destes dois grupos por tipo de substrato natural, como também não mostrou variação temporal e espacial na quantidade de pigmentos totais, não havendo separação destes dois grupos (tab. 58 fig. 115-119).

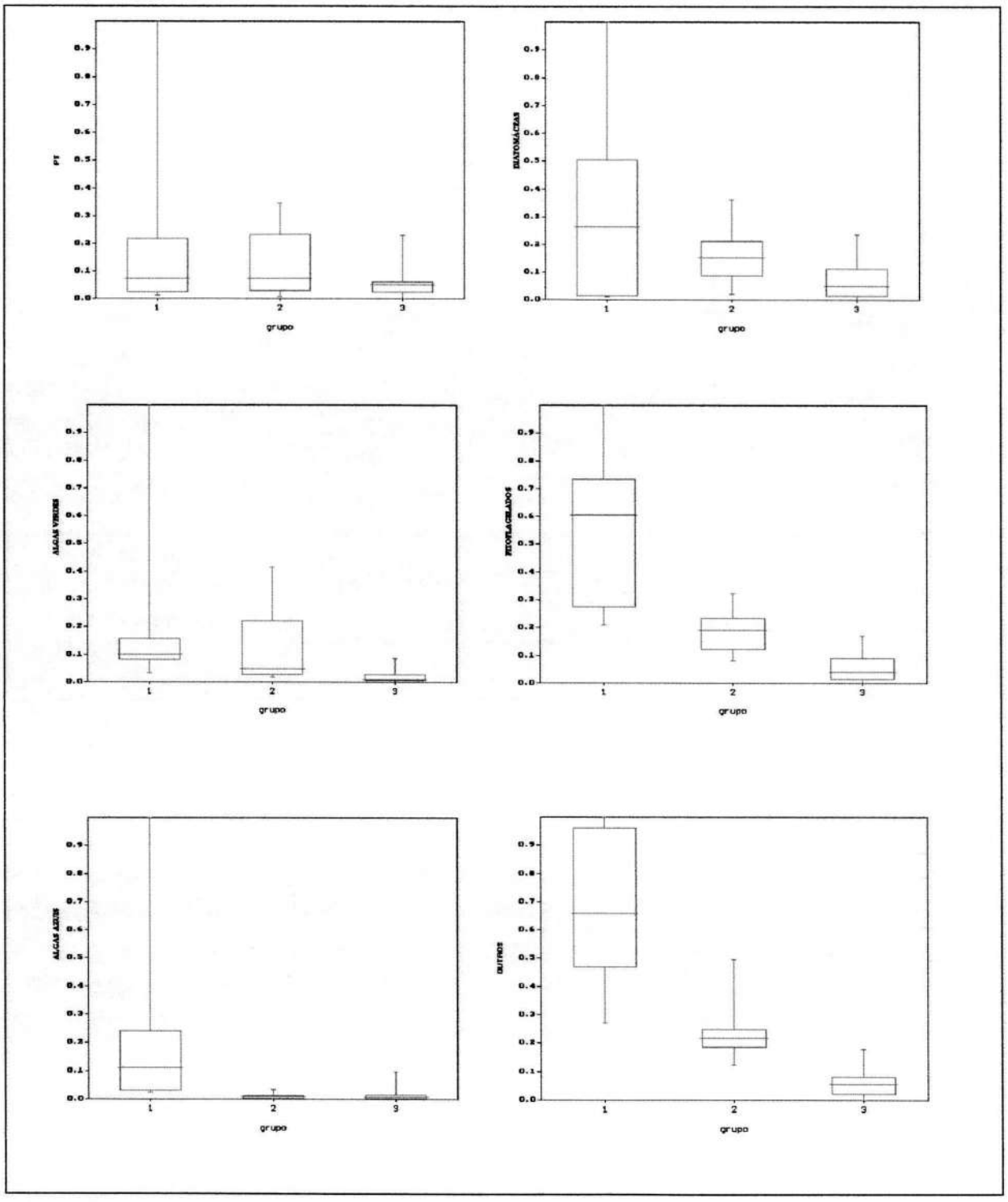


Fig. 115. Gráfico de caixa esquemática dos grupos de algas perifíticas, por análise de agrupamento, igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

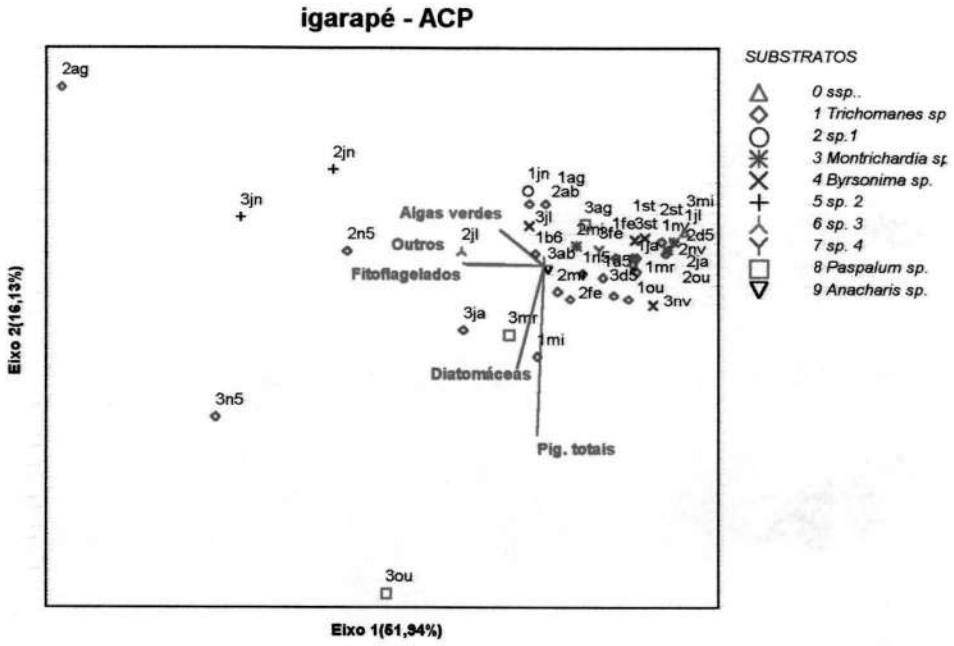


Fig. 116. Distribuição dos substratos naturais para análise dos pigmentos totais, da comunidade de algas perifíticas (N = 39), em dois eixos, no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período novembro de 1995 a novembro de 1996.

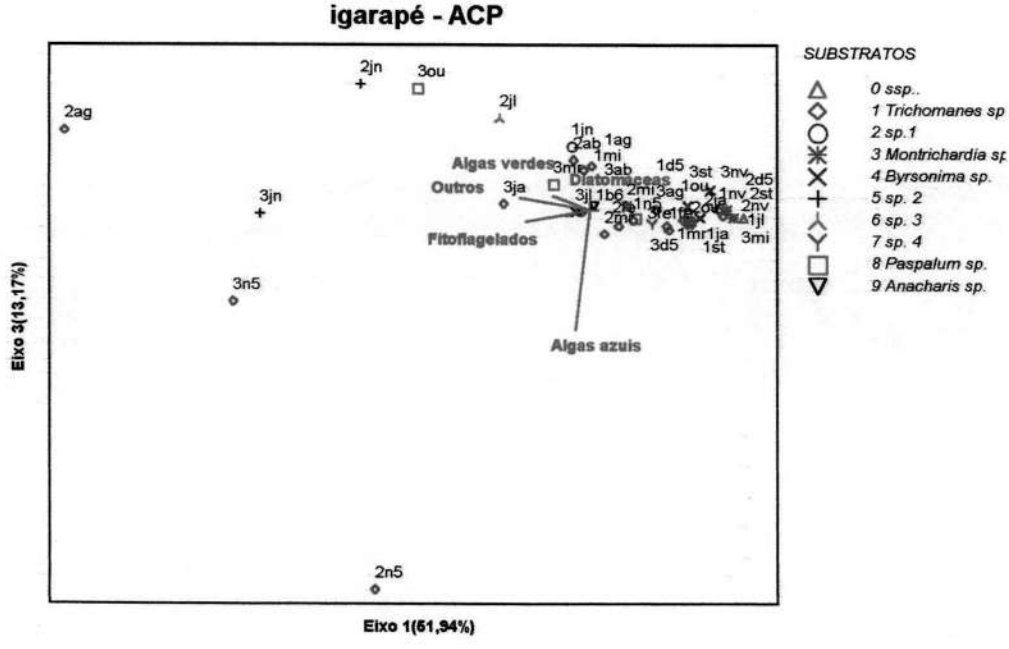


Fig. 117. Distribuição dos substratos naturais para análise dos pigmentos totais, da comunidade de algas perifíticas (N = 39), em três eixos, no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período novembro de 1995 a novembro de 1996.

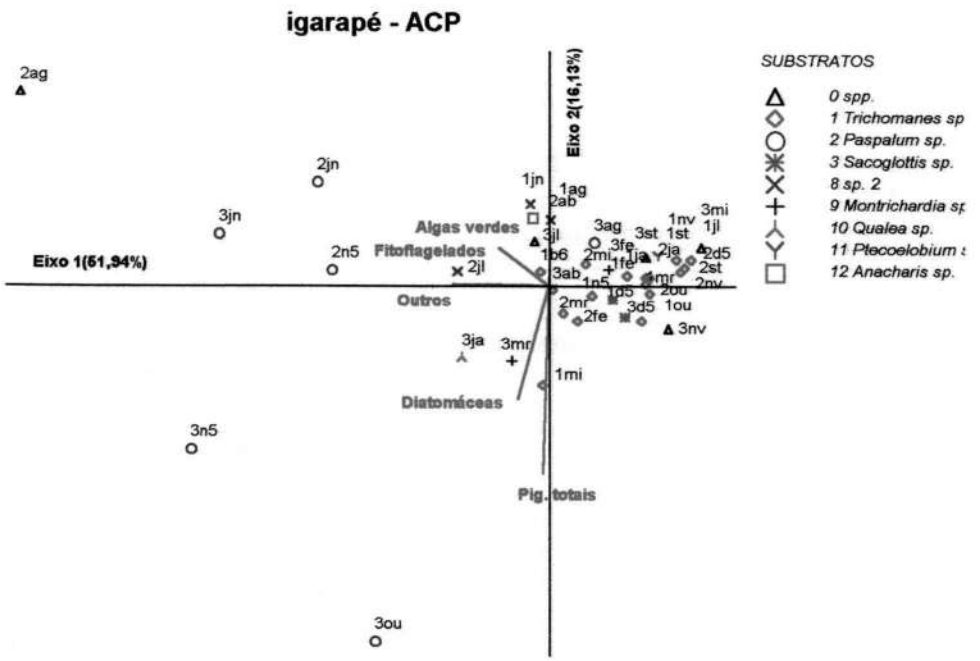


Fig. 118. Distribuição dos substratos naturais para análise quantitativa da comunidade de algas perifíticas (N = 39), em dois eixos, no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período novembro de 1995 a novembro de 1996. (-----) = substrato composto apenas por gramíneas.

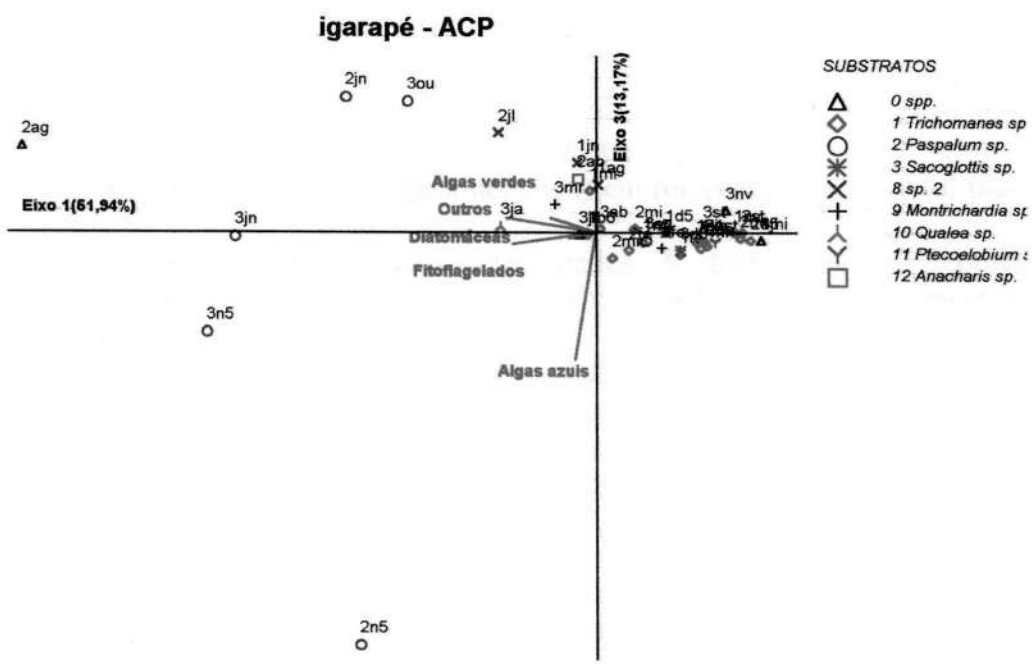


Fig. 119. Distribuição dos substratos naturais para análise quantitativa da comunidade de algas perifíticas (N = 39), em três eixos, no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, Roraima, no período novembro de 1995 a novembro de 1996. (-----) = substrato composto apenas por gramíneas.

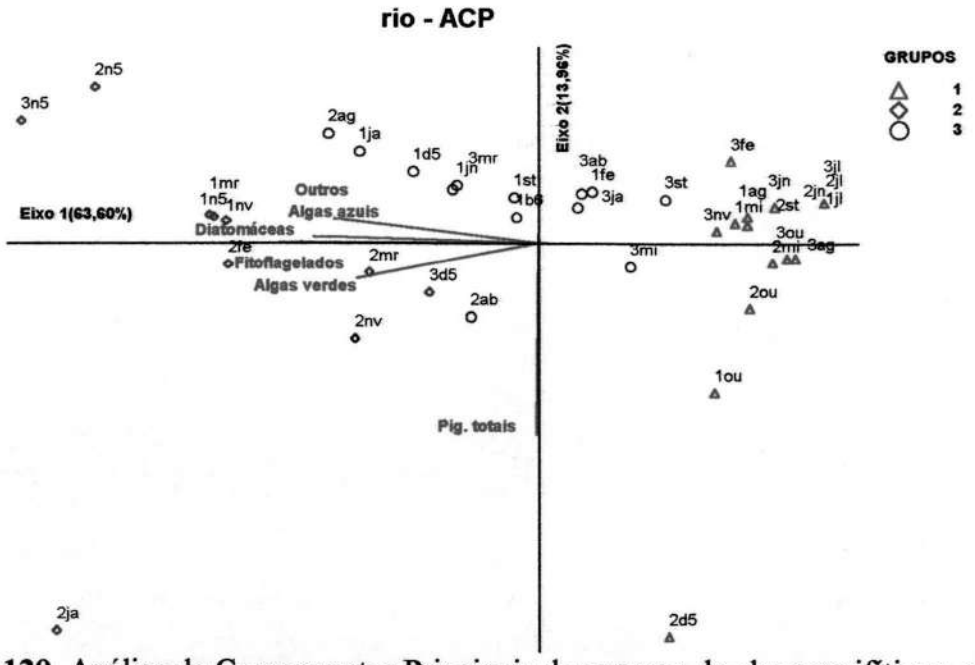


Fig. 120. Análise de Componentes Principais dos grupos de algas perifíticas, em dois eixos, do rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

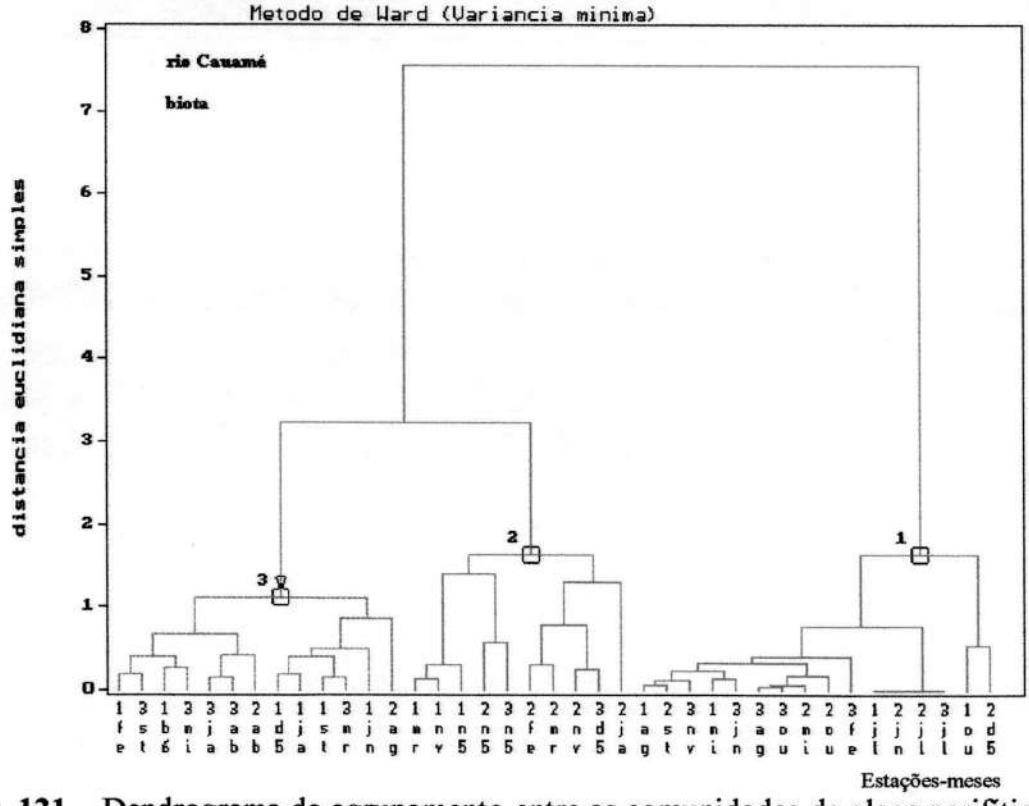


Fig. 121. Dendrograma de agrupamento entre as comunidades de algas perifíticas em três estações do rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

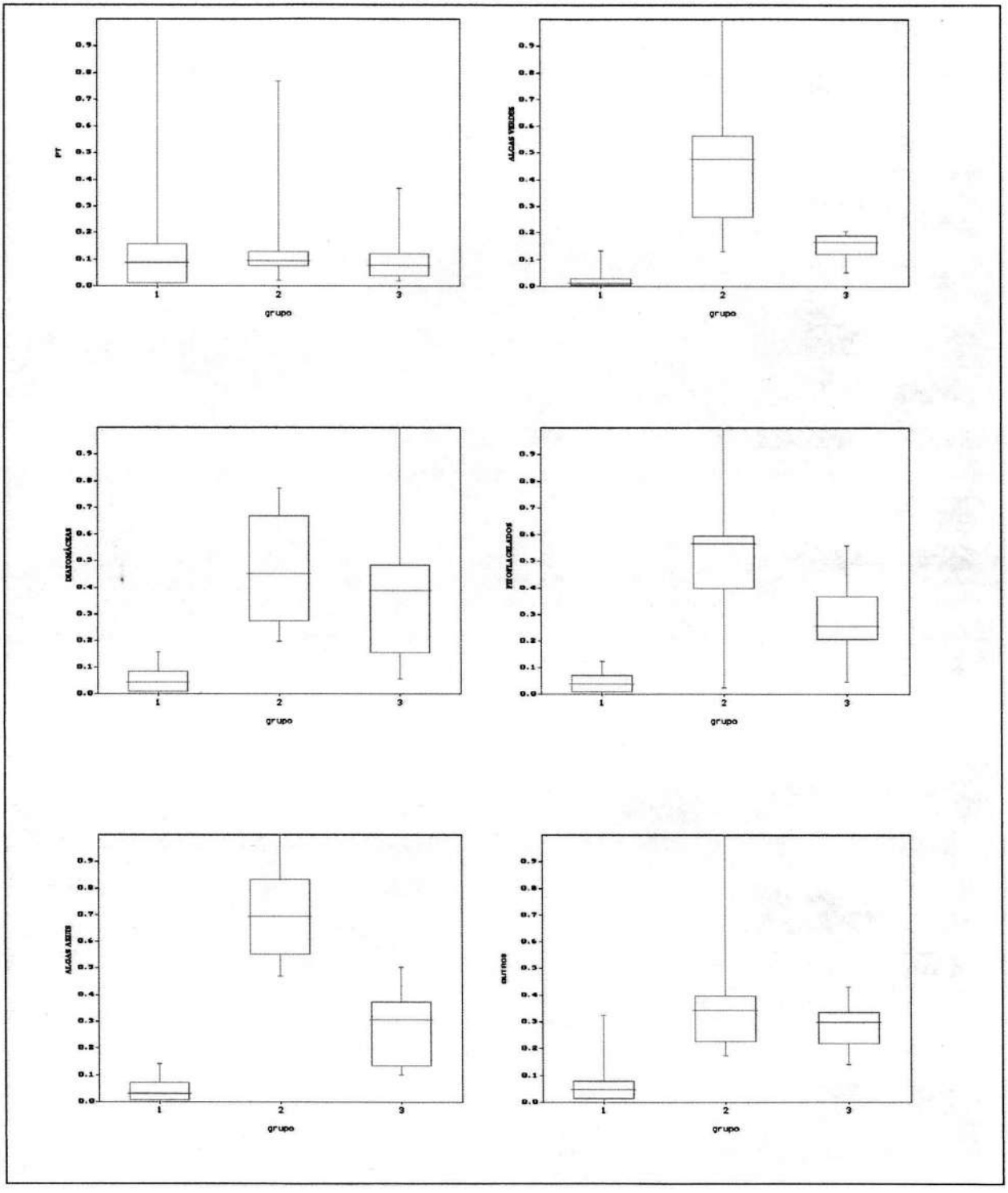


Fig. 122. Gráfico de caixa esquemática dos grupos de algas perifíticas, por análise de agrupamento "cluster", no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

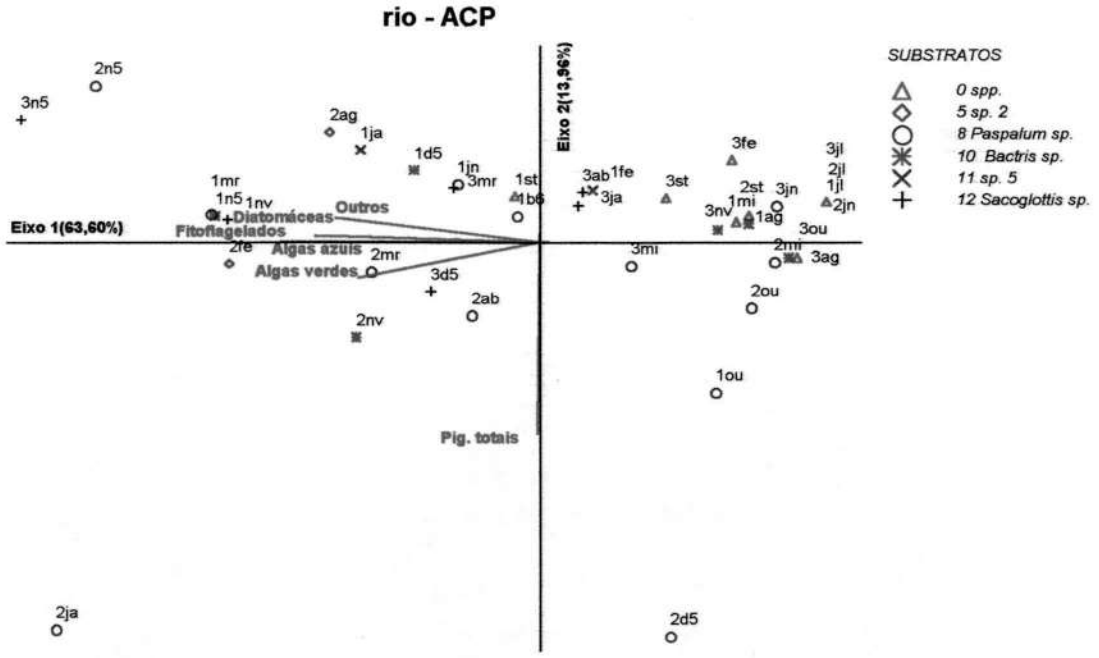


Fig. 123. Distribuição dos substratos naturais para análise de pigmentos totais, da comunidade de algas perifíticas (N = 39), em dois eixos, no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período novembro de 1995 a novembro de 1996.

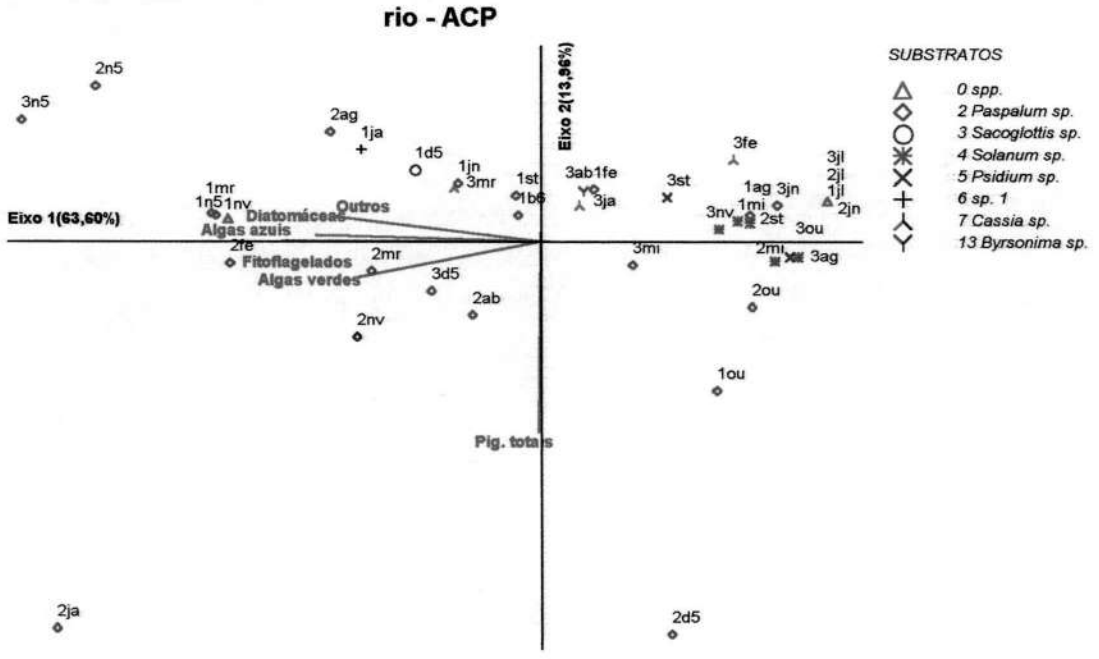


Fig. 124. Distribuição dos substratos naturais para análise quantitativa da comunidade de algas perifíticas (N = 39), em dois eixos, no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, no período novembro de 1995 a novembro de 1996.

4.7.6. Variáveis bióticas - igarapé Água Boa e rio Cauamé

Visando avaliar a existência de padrão de comportamento entre as três estações de amostragem do igarapé Água Boa e do rio Cauamé e as principais tendências de variação das variáveis ambientais nas referidas estações utilizou-se Análise de Componentes Principais (ACP) ('Principal Components Analysis').

A análise resumiu 62,59% da variabilidade total das características abióticas (fig. 125) em seus dois primeiros eixos e 76,90% nos três primeiros (tab. 66; fig. 126).

Tab. 66. Correlação de Pearson através das variáveis bióticas (N = 78) com os componentes principais I, II e III (igarapé Água Boa e rio Cauamé).

Variáveis	Componentes Principais		
	I	II	III
Pigmentos totais	-0,269	**-0,849**	0,221
Algas verdes	**-0,614**	0,276	**0,537**
Diatomáceas	**-0,597**	-0,477	-0,321
Algas azuis	**-0,526**	0,210	**-0,667**
Fitoflagelados	**-0,861**	0,066	-0,204
Outros	**-0,856**	0,086	0,173
% de variação explicada	**46,94**	**15,64**	**14,32**

O primeiro eixo (Fig. 125) separou, claramente, fitoflagelados, outros, algas azuis e algas verdes de diatomáceas. As diatomáceas situaram-se do lado negativo do segundo eixo associados aos maiores teores de pigmentos totais.

Apesar de haver concentração das unidades amostrais na coordenada positiva do eixo 1, causada pela quantidade (densidade) de indivíduos por cm^2, os grupos diferem quantitativamente entre si, fazendo com que um maior número das amostragens do rio fiquem acima deste eixo e maior número das amostragens do igarapé fiquem abaixo do referido eixo, evidenciando que a composição florística é diferente nos dois ambientes, em nível de grandes grupos (Fig. 125).

Os maiores valores de pigmentos totais e quantitativos (densidades) de algas perifíticas ocorreram nos meses secos sobre gramíneas em ambos ambientes e sobre pteridófitas (*Trichomanes* sp) no igarapé Água Boa (Fig. 127-128).

As únicas unidades amostrais do rio Cauamé que permaneceram juntas com as do grupo 5 (fig. 129), ou seja, das amostras pertencentes ao igarapé Água Boa, foram as C14 (estação 2, novembro/95) e C27 (estação 3, novembro/95). As composições florísticas dessas duas estações de amostragem do rio avaliadas em termos dos cinco grupos de algas (algas azuis, algas verdes, diatomáceas, fitoflagelados e outras) apresentaram-se parecidas com as do igarapé, razão pela qual apareceram misturadas às do igarapé, pelo método de Ward (Fig. 125-126).

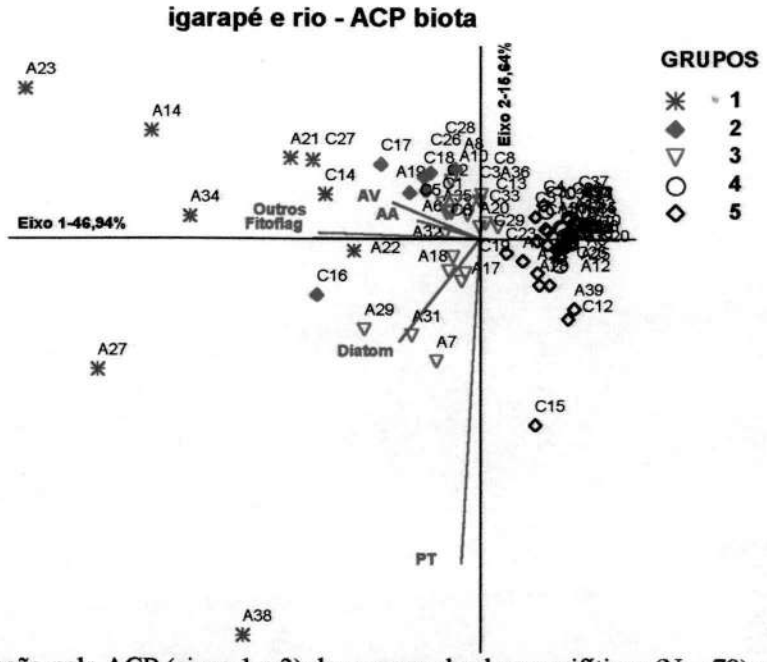


Fig. 125. Ordenação pela ACP (eixos 1 e 2) dos grupos de algas perifíticas (N = 78) nas estações de amostragem do igarapé Água Boa (A) e do rio Cauamé (C), município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 (Estação 1 = 1-13; Estação 2 = 14-26; Estação 3 = 27-39) (AV = algas verdes; AA = algas azuis; PT = pigmentos totais; Fitoflag = fitoflagelados e Diatom = diatomáceas). Números indicam seqüência temporal das amostragens.

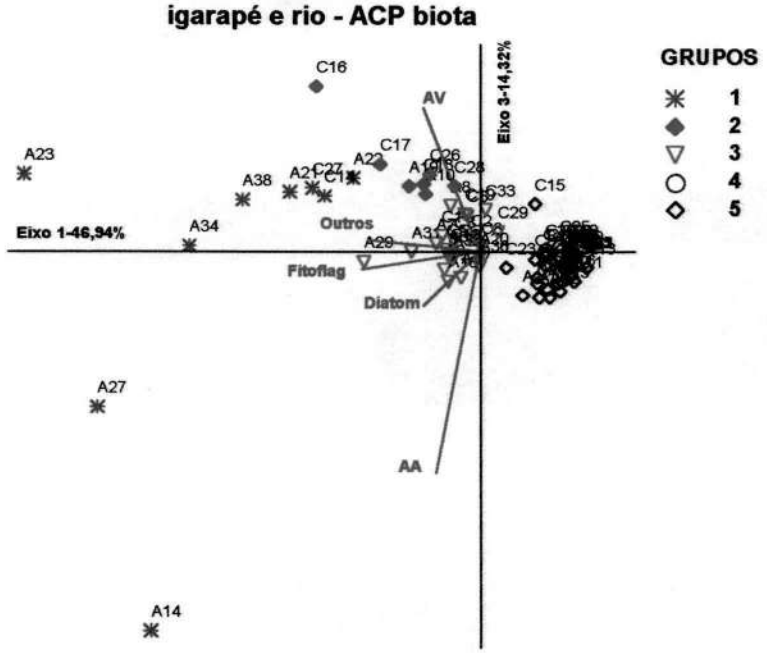


Fig. 126. Ordenação pela ACP (eixos 1 e 3) dos grupos de algas perifíticas (N = 78) nas estações de amostragem do igarapé Água Boa (A) e do rio Cauamé (C), município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 (Estação 1 = 1-13; Estação 2 = 14-26; Estação 3 = 27-39) (AV = algas verdes; AA = algas azuis; Fitoflag = fitoflagelados e Diatom = diatomáceas). Números indicam seqüência temporal das amostragens.

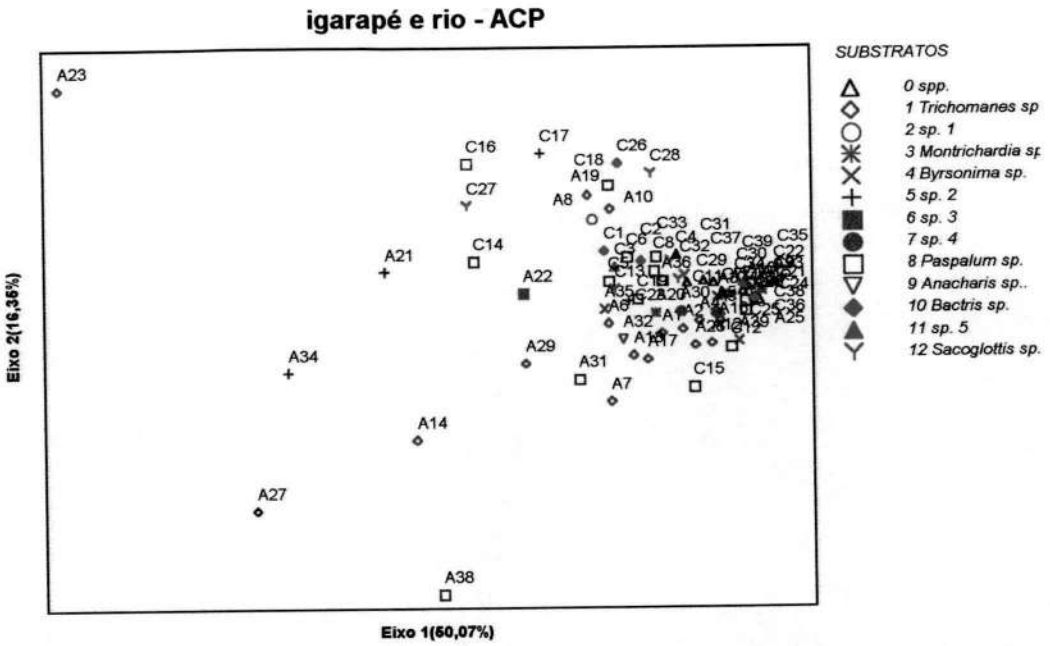


Fig. 127. Ordenação pela ACP (eixos 1 e 2) dos substratos naturais para análise de pigmentos totais da comunidade de algas perifíticas (N = 78) nas estações de amostragem do igarapé Água Boa (A) e do rio Cauamé (C), município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 (Estação 1 = 1-13; Estação 2 = 14-26; Estação 3 = 27-39). Números indicam seqüência temporal das amostragens.

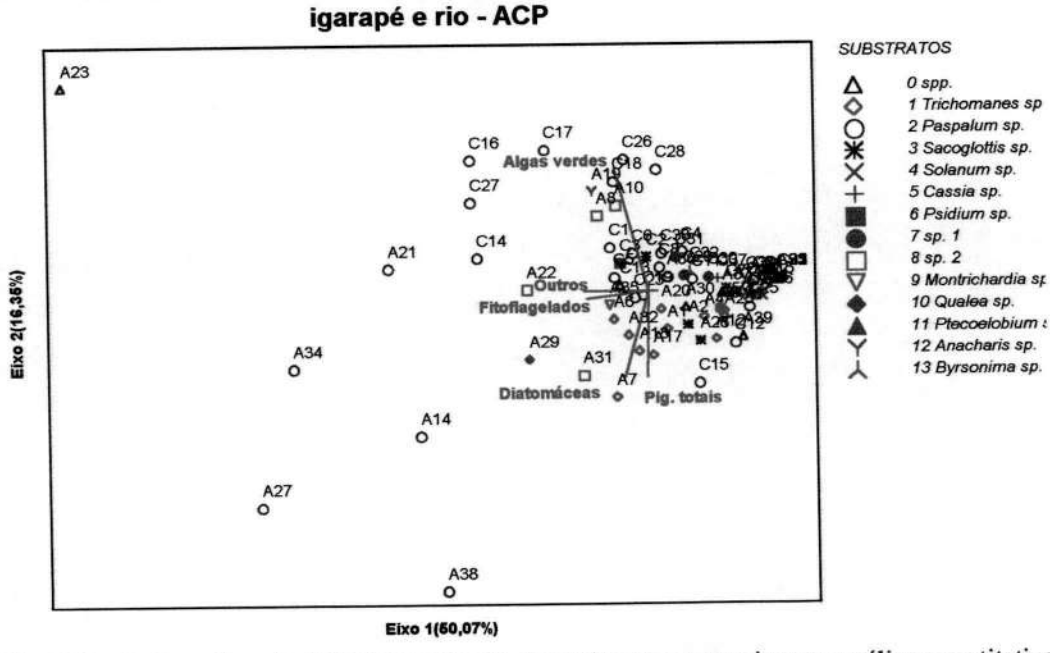


Fig. 128. Ordenação pela ACP (eixos 1 e 2) dos substratos naturais para análise quantitativa da comunidade de algas perifíticas (N = 78) nas estações de amostragem do igarapé Água Boa (A) e do rio Cauamé (C), município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 (Estação 1 = 1-13; Estação 2 = 14-26; Estação 3 = 27-39). Números indicam seqüência temporal das amostragens.

4.7.7. Variáveis bióticas e abióticas – análise de agrupamentos ('cluster') (igarapé Água Boa e rio Cauamé)

Ordenação conjunta das variáveis bióticas (cinco grandes grupos de algas) e abióticas (características ambientais) das unidades amostrais provenientes das três estações de amostragem do igarapé Água Boa e do rio Cauamé em função das afinidades quantitativas (densidades) foi providenciada através de análise de agrupamentos (Fig. 129).

Os gráficos de caixas esquemáticas resultantes da análise acima mostraram seis grupos, três para cada ambiente estudado, nos quais os períodos seco e chuvoso foram separados mostrando diferença temporal e espacial na composição física e química e na composição florística, comprovando não existir padrão de distribuição dos grupos de algas (Fig. 130-133) ao levar em consideração os diferentes tipos de substratos (folhas) (Fig. 128).

O dendrograma resultante da análise de agrupamentos entre as variáveis bióticas e abióticas dos dois sistemas sugeriu a formação de seis grupos distintos e separou os dois ambientes, rio e igarapé, com três grupos em cada um deles. Os grupos dentro do mesmo ambiente foram separados de acordo com as estações de amostragem nos períodos chuvoso e seco. Assim, o grupo 1, do rio, abrange as unidades amostrais de junho a setembro (cheia e vazante), em que os teores quantitativos abióticos foram altos e os bióticos foram baixos; o grupo 2, que reúne as unidades amostrais de abril e maio (enchente), em que houve aumento dos teores de nutrientes; e o grupo 3, que abrangeu os meses restantes, de outubro a março (seca), em que aparecem as três estações (C1, C2 e C3) sempre juntas, isto é, dentro do mesmo grupo (Fig. 129).

As unidades amostrais do igarapé também foram reunidas em três grupos, dos quais o nº 4 mostrou a influência das chuvas (maio-agosto), onde as concentrações dos nutrientes foram mais elevadas, exceto as de sílica e oxigênio dissolvido, e o pH foi menos ácido apenas após o primeiro mês chuvoso (abril). O grupo 5 concentrou as estações do período seco, onde os valores das características abióticas foram intermediários e os bióticos quantitativos (densidade) foram menores; e o grupo 6 mostrou ocorrer variação espacial, desde que sete meses da estação 3 foram agrupados por conta dos maiores valores bióticos (fitoflagelados, diatomáceas e algas verdes) (Fig. 129).

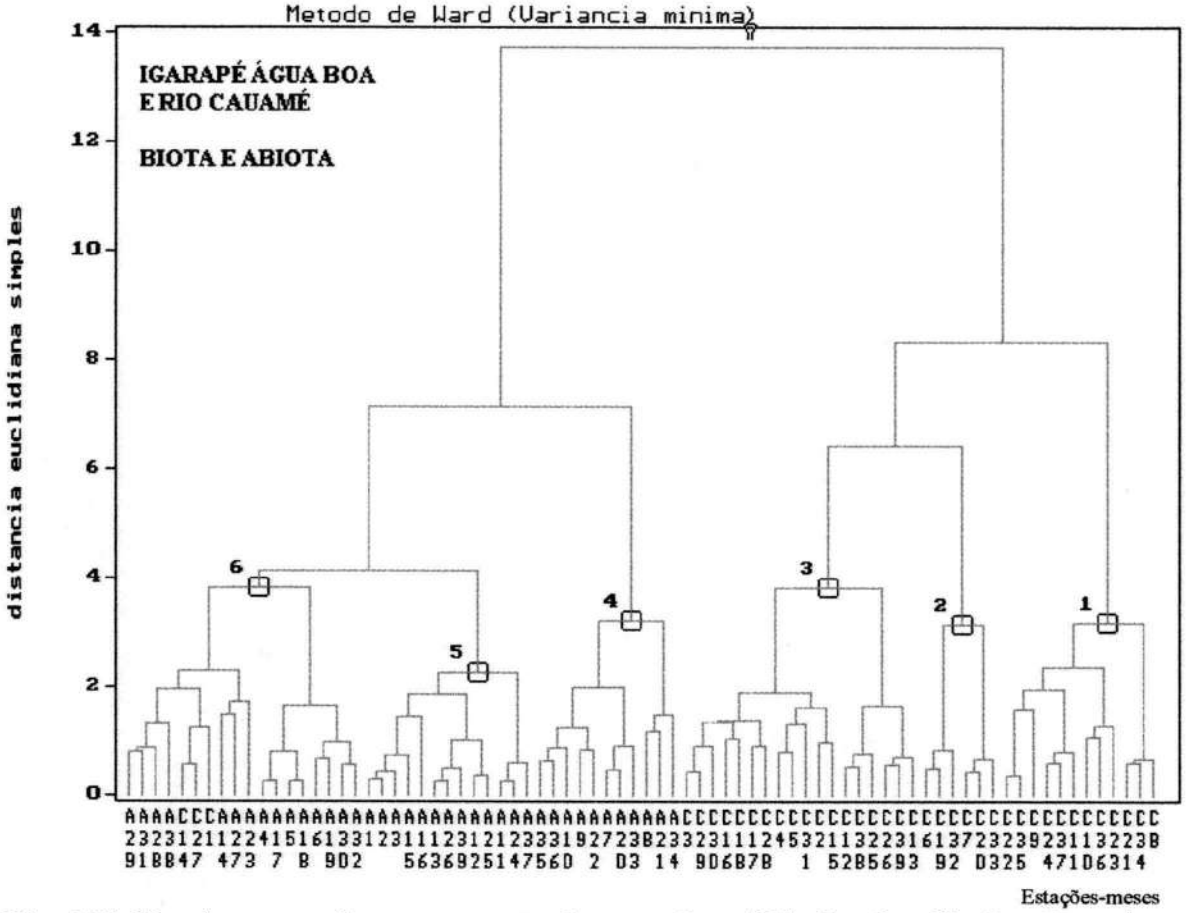


Fig. 129. Dendrograma de agrupamento das estações AB1, 2 e 3 e C1, 2 e 3, no igarapé Água Boa e no rio Cauamé, município de Boa Vista, Roraima, com base nas variáveis bióticas e abióticas, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996. (Estação 1=1 a 13; est. 2=14 a 26; e est. 3=27 a 39).

As estações C1, C2 e C3 (novembro de 1995) do rio ficaram agrupadas com a estação 3 do igarapé durante os meses mais secos. Entretanto, a chuva que caiu no dia da coleta do igarapé e no dia anterior da coleta no rio modificou a composição física e química das águas de ambos sistemas aumentando os teores de nitrito, nitrato e amônio, a quantidade de sólidos em suspensão na água, a demanda bioquímica de oxigênio e a turbidez. Os maiores valores quantitativos (densidades) de algas perifíticas também ocorreram neste grupo.

Na figura 130, os grupos 3 (rio) e 6 (igarapé + as três estações rio em novembro de 1995) apresentaram as maiores densidades de algas perifíticas, as maiores amplitudes de temperatura da água e de teores de nitrato (Fig. 130), sílica, magnésio, dureza (Fig. 131) e oxigênio dissolvido (Fig. 132); e as menores amplitudes de condutividade (Fig. 130), umidade, precipitação e cloretos (Fig. 132).

No rio Cauamé, o grupo 3 (período seco) mostrou aumento de pH e respectiva redução da acidez do meio (Fig. 130), baixa amplitude da demanda química de oxigênio (Fig. 131), amplitudes médias de ferro total (Fig. 131), velocidade do vento e de sólidos em suspensão (Fig. 132).

No igarapé Água Boa, o grupo 6 (período seco) mostrou amplitudes mais altas dos valores de turbidez (Fig. 129-130) e amplitudes médias de pH (Fig. 130), demanda química de oxigênio (Fig. 131) e umidade (Fig. 132).

As algas perifíticas mostraram, nos grupos 3 (rio) e 6 (igarapé), por ocasião do período seco, maiores amplitudes dos teores de pigmentos totais, algas verdes, diatomáceas e algas azuis e de fitoflagelados apenas no rio. No igarapé, as mesmas características apresentaram amplitudes médias (Fig. 133) no mesmo período.

Fitoflagelados e 'outras algas' mostraram, no igarapé, amplitudes maiores no período chuvoso, constituindo o grupo 4 (Fig.133).

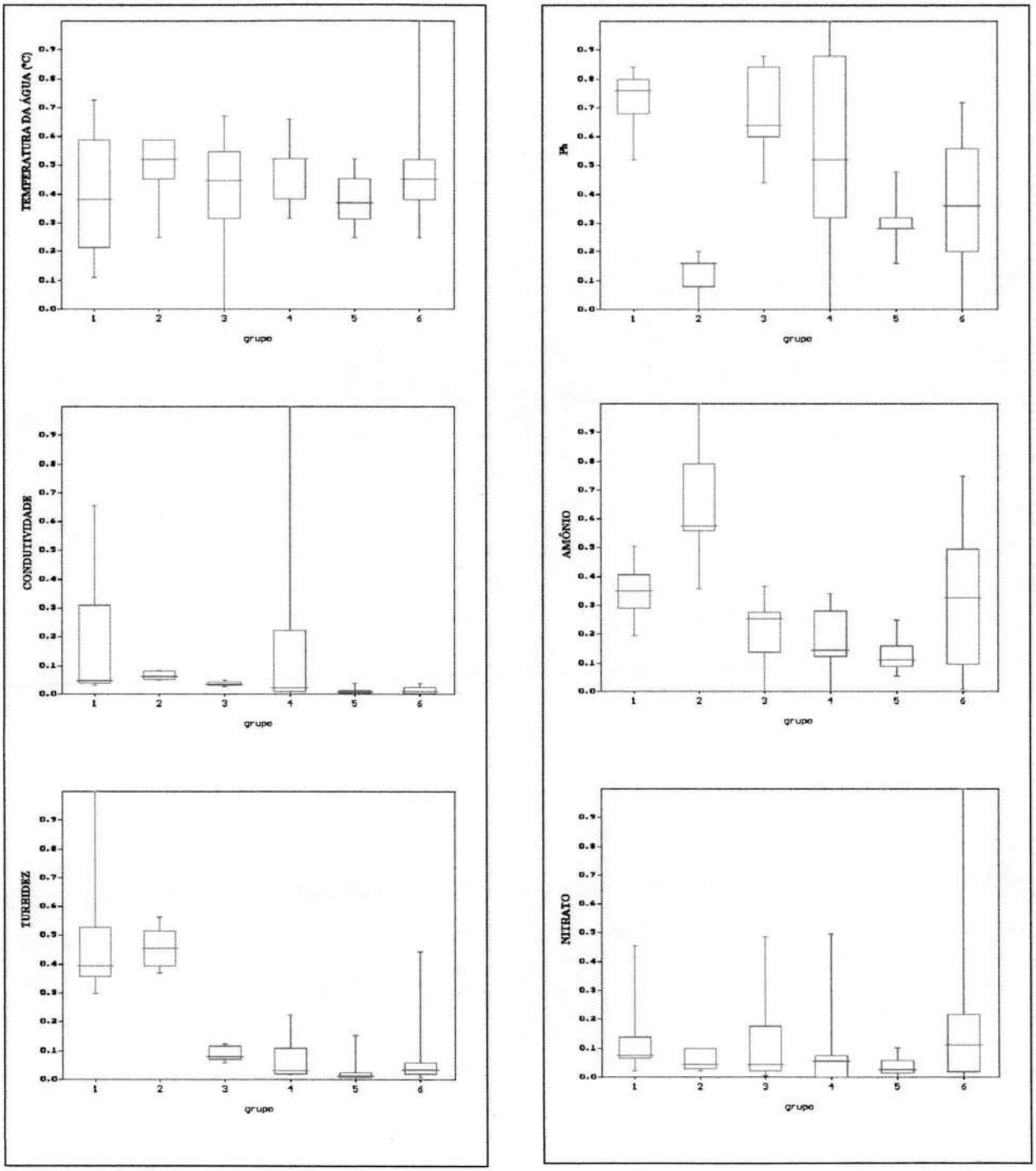


Fig. 130. Gráfico de caixas esquemáticas das variáveis abióticas (temperatura da água, pH, condutividade, amônia, turbidez e nitrato) do igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 (grupos 1, 2 e 3 = rio; grupos 4, 5 e 6 = igarapé).

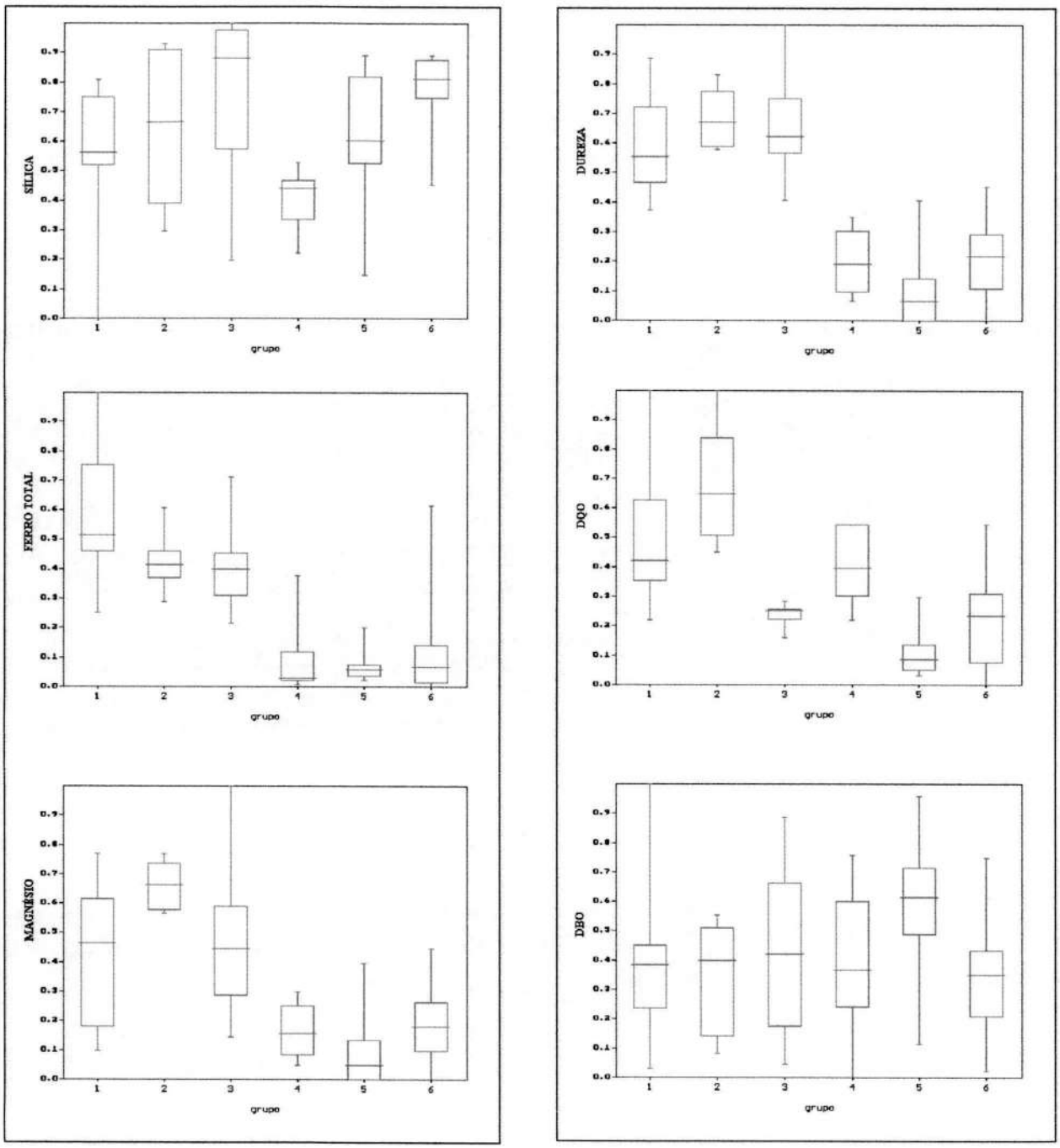


Fig. 131. Gráfico de caixas esquemáticas das variáveis abióticas (sílica, dureza, ferro total, demanda química de oxigênio, magnésio e demanda bioquímica de oxigênio) do igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 (grupos 1, 2 e 3 = rio; grupos 4, 5 e 6 = igarapé).

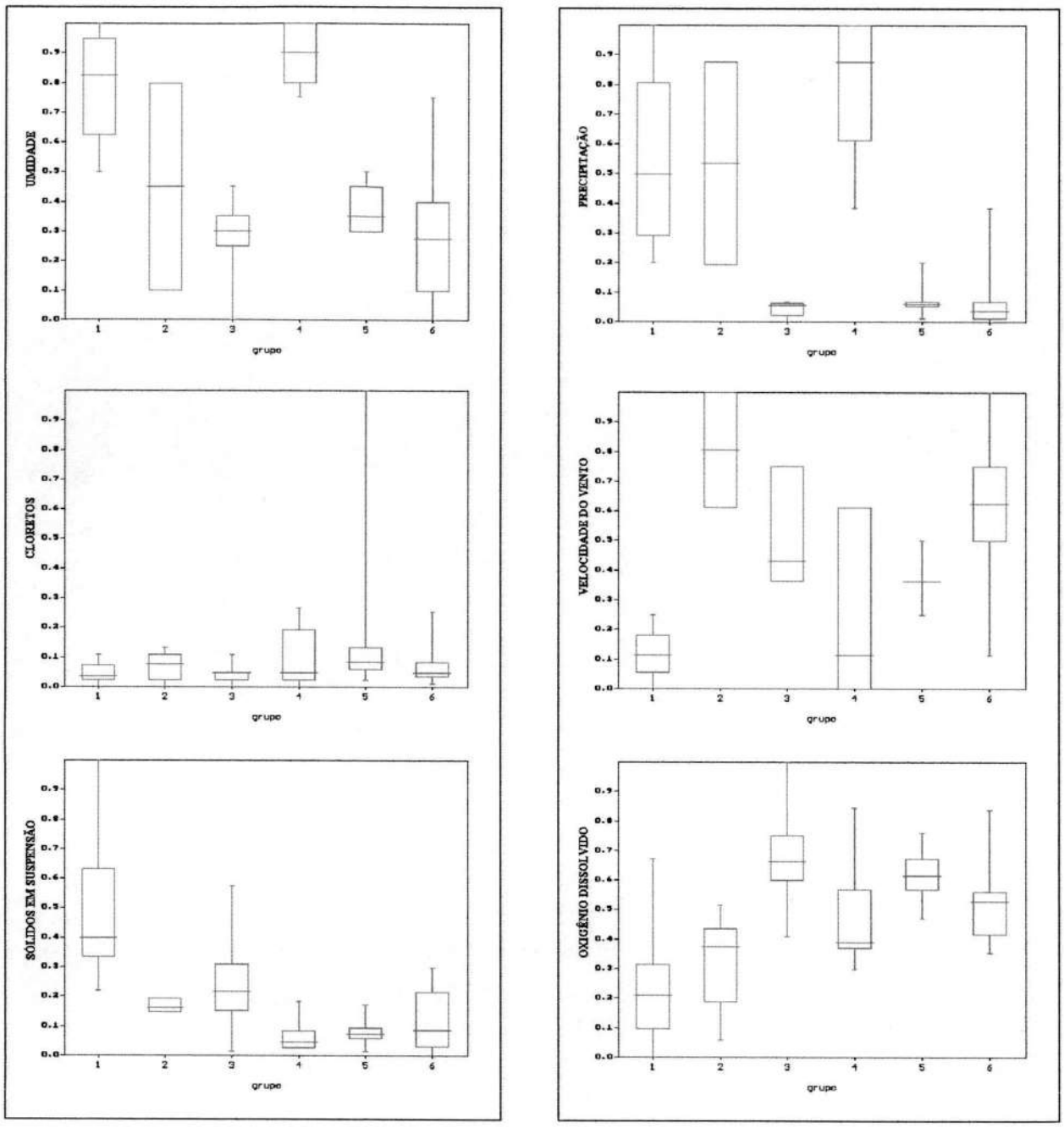


Fig. 132. Gráfico de caixas esquemáticas das variáveis abióticas (umidade do ar, precipitação pluvial, cloretos, velocidade do vento, sólidos em suspensão e oxigênio dissolvido) do igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 (grupos 1, 2 e 3 = rio; grupos 4, 5 e 6 = igarapé).

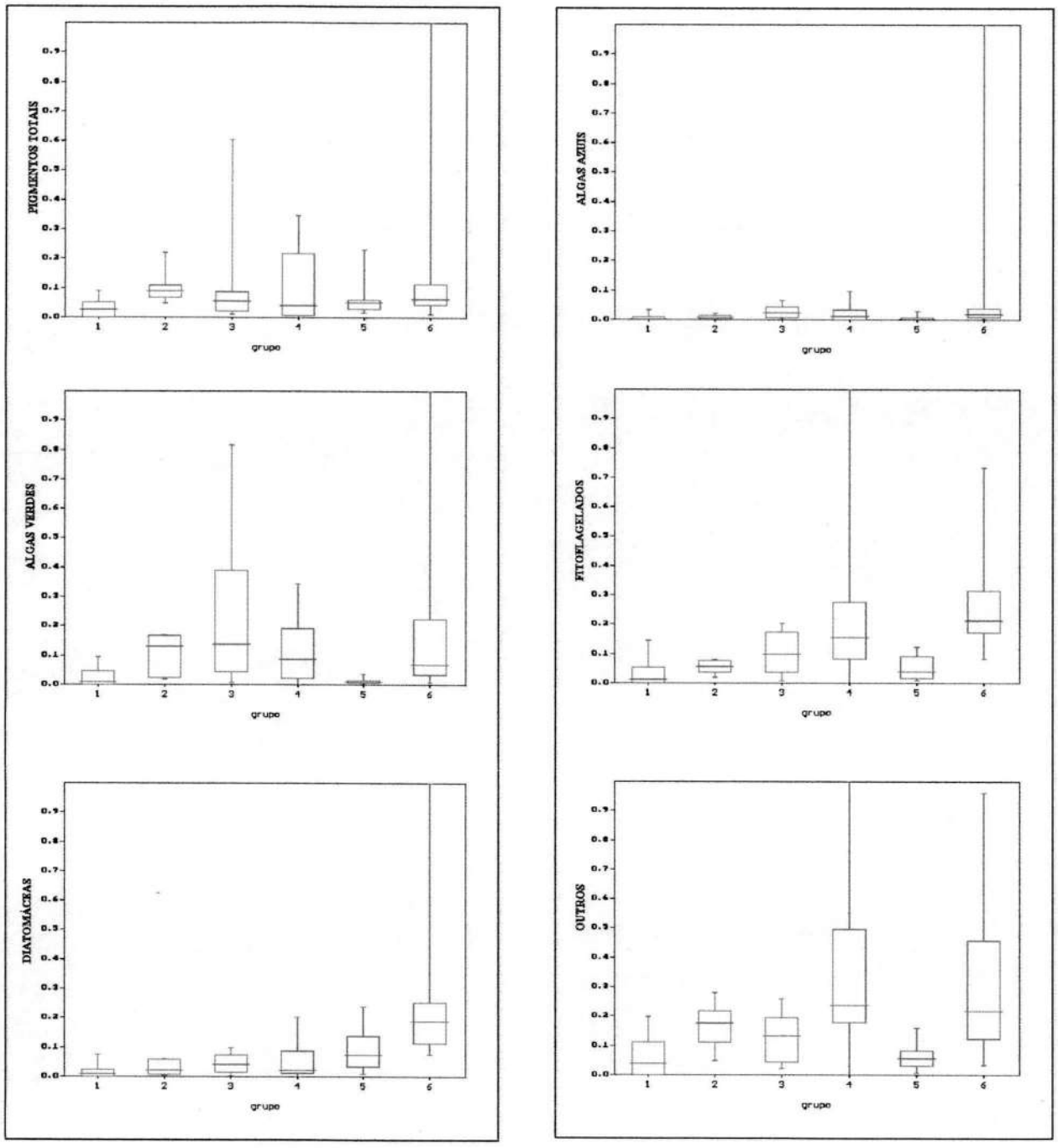


Fig. 133. Gráfico de caixas esquemáticas das variáveis bióticas (pigmentos totais, algas azuis, algas verdes, fitoflagelados, diatomáceas e outros) do igarapé Água Boa e rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996 (grupos 1, 2 e 3 = rio; grupos 4, 5 e 6 = igarapé).

5
DISCUSSÃO

O planeta Terra é abundante em água, que cobre 71% da superfície até uma profundidade média nos oceanos de 3800m. Desse volume, só 2,5% é de água doce responsável pela manutenção da vida no planeta e apenas a fração de 0,02% é encontrada em rios e lagos (Raven *et al.*, 1993; Wetzel, 1993).

Os corpos d'água tanto lóticos quanto lênticos da Amazônia Legal Brasileira, área equivalente a 61% do território nacional, são ainda muito pouco estudados. Mesmo constituindo o maior contingente de água doce do planeta, não lhe foram dadas nem importância nem atenção necessárias, que visassem à intensificação dos estudos para conhecer o funcionamento destes ambientes e suas interações com suas comunidades. Sioli (1984) afirmou, entretanto, que do ponto de vista da limnologia, dentre as regiões tropicais do mundo, a Amazônia é a melhor conhecida.

A ação antrópica é crescente na área da Amazônia Legal Brasileira graças, em parte, ao aumento populacional desordenado e à não-existência de programas de educação ambiental e saneamento básico. Resultado natural e inevitável dessa ação é a demanda, cada dia maior, de vias de lançamento dos efluentes urbanos. A conseqüência é o impacto causada às águas continentais ao aumentar, dia a dia, a utilização dos ambientes lóticos como receptores de efluentes resultantes da ação do homem (Rios & Calijuri, 1995).

Estudos sobre algas de águas continentais são ainda demasiadamente escassos para a área, principalmente sobre as algas perifíticas. Levantamento bibliográfico providenciado pela autora revelou que no período de 157 anos que vai desde 1841, ano em que foi publicado o primeiro trabalho sobre material da área, até 31 de dezembro de 1998, apenas 157 trabalhos foram realizados, englobando-se teses, dissertações, artigos, livros e monografias de conclusão de curso. Saliente-se que bom número das monografias, dissertações e teses jamais foi publicado. Dos 157 trabalhos, poucos contêm informações sobre as influências das variáveis ambientais sobre as algas, o que demonstra verdadeira premência de intensificação desses trabalhos na região, conforme verificado por Bicudo *et al.* (1995) e Putz & Junk (1997).

Os ambientes lóticos, tipo de corpo d'água dominante na região, foram pouco estudados, devido a dificuldades de coleta e acesso. Segundo Putz (1997), a atuação do perifiton na teia alimentar é discutível no Amazonas, pois pouco se fez para obtenção de

informações sobre a importância das algas neste sentido e menos ainda das algas perifíticas nos ambientes lóticos.

Os trabalhos sobre a comunidade de algas perifíticas em ambientes lóticos na região são escassos, somam apenas três e abordam aspectos taxonômicos (Uherkovich & Franken, 1980; Castro, 1999) e biomassa e produtividade (Putz, 1997; Castro, 1999). Os que foram publicados sobre ambientes lênticos somam seis e versam sobre biomassa e produtividade (Rai & Hill, 1984; Doyle, 1991; Alves, 1993; Engle & Melack, 1990, 1993) e fixação de nitrogênio (Doyle & Fisher, 1994).

5.1. Caracterização dos dois ambientes estudados: fatores abióticos

5.1.1. Temperatura do ar e da água e umidade relativa

As águas da Amazônia foram classificadas por Sioli (1950) como brancas, pretas e claras ou transparentes e diferem umas das outras por características físicas e químicas (Sioli, 1984).

Os dois ambientes analisados estão situados em área de savana sob influência de clima tropical úmido, do tipo "A" e sub-tipo "AWI", tropical chuvoso (Nimer, 1972). Caracterizam-se por serem oligotróficos graças à composição geoquímica do solo, ácidos e quantitativamente pobres em nutrientes. Aliás, este é mais ou menos o padrão das águas da Amazônia Central, cujos solos são extremamente pobres em nutrientes e, por conseguinte, refletem as condições ecológicas da região (Fittkau *et al.*, 1975). Ademais, Klinge & Ohle (1964) e Richey *et al.* (1985) demonstraram que as propriedades químicas dos rios na área amazônica estão relacionadas às condições do solo, ou seja, a água reflete as composições geomorfológica e química do canal em que correm e das áreas inundadas.

As médias anuais demonstraram pequeno aumento da temperatura na área do município de Boa Vista, tendo-se observado o maior aumento em 1996, em relação aos outros nove anos, quando os meses mais frios corresponderam àqueles de maior precipitação e cheia (junho e julho). No período seco, outubro foi o mês mais quente. Temperatura do ar teve variação muito pequena, de apenas 5,6%, durante os períodos seco e chuvoso, nos últimos 10 anos. Esta isotermia é decorrência direta da quantidade de vapor d'água no ar, que é sempre elevada na região amazônica (Salati & Nobre, 1991).

Conforme Salati & Marques (1984), os valores mais baixos da temperatura do ar na Amazônia coincidiram com os períodos de chuvas, ou seja, entre maio e agosto. Dados da região de Boa Vista apresentaram média mínima de 26,1°C em julho e média máxima de 28,8°C em outubro, com amplitude de variação de 2,7°C entre as médias anuais. Valores próximos foram fornecidos pelo IEMA-SRPV-MN-DO-3, através do posto meteorológico localizado no Aeroporto Internacional de Boa Vista, porém, com maiores amplitudes, sendo a média mínima de 27,1°C em junho-julho e a média máxima de 30,3°C em março, com amplitude de variação de 3,2°C. Nos últimos 10 anos, a amplitude de variação foi de 5,6°C, mostrando haver pequeno aquecimento da temperatura do ar durante o período.

Notou-se pequeno aumento da temperatura do ar na região do rio Cauamé, com amplitude de variação de 10,9°C (26,5-37,4°C; coletas efetuadas entre 08:00 e 12:00h), em relação à do igarapé Água Boa, cuja amplitude de variação foi de 6,5°C (28,5-35°C; coletas

efetuadas entre 12:00 e 16:00h). Entretanto, os valores acima não refletiram diretamente, as amplitudes de variação das temperaturas das águas do rio (5,3°C) e do igarapé (5,5°C), pois os valores mínimos da temperatura do igarapé foram maiores que os do rio, talvez, por conta da cobertura vegetal ciliar e das pequenas largura e profundidade deste igarapé. Tais observações não comprovaram, entretanto, a afirmação em Stefan & Preud'Homme (1993) de que as maiores amplitudes de variação da temperatura da água ocorrem em igarapés ou riachos pequenos e rasos e não em rios grandes e profundos. Viu-se, presentemente, que a amplitude de variação da temperatura dependeu da presença de cobertura vegetal e de radiação direta por tempo mais prolongado, fatos já verificados por Silva (1996).

As flutuações de temperatura da água dos dois sistemas presentemente estudados foram pequenas, a exemplo do que ocorre no rio Amazonas, que apresenta flutuações mínimas, com temperaturas praticamente constantes de 29 ± 1°C ao longo de todo o ano, a ponto de ser considerada a água termicamente mais estável do planeta (Sioli, 1984).

Silva (1996) mediu amplitudes maiores de temperatura na água do igarapé São Raimundo, por conta da ausência de vegetação ripária. A referida autora observou, de modo geral, aumento de temperatura nos igarapés que apresentaram desmatamento em suas margens e vinham, por isso, sofrendo impactos. Os valores de temperatura da água (26,2-33,5°C) presentemente medidos corroboram dados obtidos por Uherkovich & Franken (1980), Campos (1994), Ribeiro (1996), Silva (1996), Volkmer-Ribeiro *et al.* (1998) e Castro (1999). Pascoaloto (1999) encontrou valores pouco mais baixos (24,5°C) de temperatura em igarapés, possivelmente, graças à cobertura vegetal e às temperaturas do ar mais baixas na área, as quais chegaram a 18°C e, inclusive, em épocas de frentes frias, foram inferiores a 15°C. Junk & Furch (1980) encontraram valores ainda mais baixos de temperatura da água, que variaram de 21,4°C a 28,6°C em 25 rios e 20 igarapés situados ao longo da BR-364, que liga Cuiabá a Porto Velho, e na BR-319, que liga Porto Velho a Manaus, numa extensão de 2.300km², onde os menores valores foram encontrados em igarapés e os maiores dependeram da altitude da área e do tamanho do rio.

As temperaturas do ar e da água mostraram coeficientes de variação maiores na estação de amostragem AB1, devido à cobertura vegetal na área ser mais fechada se comparada às das demais duas estações e, consequentemente, mais sujeitas à influência da luminosidade. Sinokrot & Stefan (1993) observaram que a temperatura da água de pequenos ambientes lóticos acompanham o ciclo diário de radiação solar e temperatura do ar, numa escala sazonal.

Inversão térmica entre o ar e a água foi observada nas primeiras horas do dia, mesmo no período chuvoso, em ambos ambientes, mostrando o grande poder de retenção de energia da água. Durante o dia, a água absorveu o calor necessário para romper as ligações de hidrogênio da água líquida; e na ausência de radiação solar à noite, a difusão térmica na água foi muito lenta para que o sistema não perdesse calor e água, ocasionando a estabilidade térmica do ambiente. O calor específico da água líquida é muito elevado, fazendo com que as condições térmicas das massas de água modifiquem-se muito lentamente. Estas propriedades, que conduzem à conservação de calor pela água, geram um ambiente muito mais estável termicamente do que o encontrado em condições terrestres (Wetzel, 1993).

Os valores mais baixos de temperatura da água obtidos durante esta pesquisa nem sempre coincidiram com os do período de precipitação. Na verdade, junho foi o mês mais chuvoso e julho o mais frio. Este fato foi devido à influência do vento, que aumentou durante o período seco e diminuiu no chuvoso, com mudanças no sentido de sua propagação que,

segundo Santos (1983), associadas à temperatura da água, determinariam os padrões básicos de circulação e atuariam nos processos químicos influenciando, principalmente, a velocidade das reações, a solubilidade e a disponibilidade de gases nos corpos d'água.

A umidade relativa do ar apresentou valores durante o ano estudado que variaram de 58% a 78%, porém, nos últimos 10 anos valores médios de 82% foram detectados nos meses mais chuvosos, próximos aos valores máximos citados por Campos (1994): média anual de 83% no Amazonas.

5.1.2. Precipitação atmosférica

No período de 1967 a 1976, o total acumulado de chuva foi de 14.690,5mm, os quais foram distribuídos desde março até novembro, tendo apenas três meses de seca (dezembro, janeiro e fevereiro). De 1987 a 1996, o período de chuva foi reduzido para seis meses em média (abril a setembro), coincidindo com o período mais úmido. O total de chuvas acumulado nos últimos 20 anos diminuiu para 12.020,5mm, ocorrendo a perda de 2.670,0mm, provavelmente por efeito antrópico como desmatamentos, queimadas e eventos como os de "La Niña" que, segundo Dias & Marengo (1999), foi considerado em 1995-1996 um episódio fraco. Mas, os mesmos autores comentaram que desmatamentos contínuos sugerem que a substituição de florestas por pastagens possa sustentar um clima mais seco na região. Salati *et al.* (1978) concluíram, ao avaliar a origem e a distribuição das chuvas na Amazônia, que a evapotranspiração é aproximadamente 50% devida às chuvas locais e os demais 50% aos ventos de origem atlântica, que sopram para o continente durante todo o ano.

Nos últimos 30 anos, 1996 foi aquele em que mais choveu (total anual 1.895,4mm), bem mais que 1995, cujo total foi 1.342,9mm. Mas, mesmo assim, não ultrapassou os valores referidos para a Amazônia Central, cujo total anual é de 2.000mm (Salati *et al.*, 1978).

O mês mais seco do período estudado foi março, que apresentou apenas traços de chuva. Porém, nos últimos 10 anos, o menor valor total de precipitação acumulada foi medido em fevereiro, quando o período chuvoso concentrou 83,5% do total de chuvas acumuladas e o período seco 16,5%. O mês mais úmido do período do presente estudo foi julho, que acumulou a maior quantidade de chuvas dos últimos 10 anos. De 1967 a 1986, os maiores valores acumulados de precipitação foram medidos em junho, sugerindo a existência de mudanças climáticas na região. Santos (1983) citou, em estudos realizados no sistema Tocantins-Araguaia, que 75% das chuvas ocorreram em apenas três meses, criando condições especiais que afetaram os mecanismos ecológicos dos dois sistemas fluviais, com destaque especial para o rio Tocantins. Sioli (1951) fez alusão a estes efeitos em outros rios que compõem a bacia do rio Amazonas.

O fluxo de água que entra nos córregos e rios decorre, naturalmente, da quantidade de precipitação, mas apenas uma fração dessa chuva entra nos cursos d'água (Hynes, 1970). Nos dois ambientes que estudamos, por se situarem em savana localizada em área de planície, o fluxo de água que adentra estes ambientes é muito grande, desde que o lençol freático se localiza muito próximo da superfície. Além disso, a vegetação local é predominantemente de gramíneas, que demandam pequenas quantidades de água e, consequentemente, também pouco transpiram. A umidade relativa do ar é alta nos meses mais chuvosos, acima de 70%, fazendo com que a água retorne logo ao solo e aumentem as áreas de várzea. No rio Branco, a área de várzea desde Boa Vista até a confluência do rio Negro ocupa área de 3.300km^2, mas pode

atingir 4.200km² (Tundisi *et al.*, 1999a). Na Amazônia Central, a média anual da umidade relativa do ar é ainda maior, chegando a 83% (Campos, 1994).

As chuvas levam a oscilações no nível d'água dos ambientes lóticos que, segundo Margalef (1983), se caracterizam como perturbações fisicas constantes, uma vez que se trata de fenômeno cíclico, anual, e que evidencia uma estabilidade de pulso que corresponde aos períodos de 'águas baixas' e 'águas altas'.

Em junho de 1996, as enxurradas destruíram muitas estradas e pontes sobre igarapés em vários pontos da cidade de Boa Vista. Foram enchentes devidas, tipicamente, à urbanização. Aumento de freqüência e magnitude das enchentes pode ocorrer devido à ocupação do solo com superfícies impermeáveis e existência de rede inadequada de condutos de escoamento (Branco, 1999). Adicionalmente, o desenvolvimento urbano pode produzir obstruções ao escoamento, tais como aterros, pontes, drenagem inadequada, obstrução ao escoamento via condutos e assoreamento. Pode também causar alterações na cobertura vegetal e, consequentemente, modificar os componentes do ciclo hidráulico natural, alterando a cobertura da bacia hidrográfica, aparecendo pavimentos impermeáveis e introduzindo condutos para escoamento pluvial que irão gerar alterações no referido ciclo pela redução da infiltração, aumento do escoamento superficial, redução do escoamento subterrâneo e redução da evapotranspiração (Branco, 1999).

5.1.3. Correnteza e turbidez

Embora cientes da importância das medidas de vazão e velocidade da correnteza para ambientes lóticos, foi impossível obtê-las por falta de aparelhos apropriados e devido às implicações causadas pelo vento, principalmente no período seco, quando chegou a formar banzeiros mais ou menos perpendiculares ao sentido da vazão do rio. Porém a velocidade da correnteza foi observada em crescente aumento, dos locais mais rasos aos mais fundos nos dois ambientes, como também a alguns centímetros da superfície em direção ao fundo. No entanto, o nível do rio subiu muito rápido em poucos dias de chuva, enquanto que no igarapé somente foi notado no segundo mês. Mas, o término da vazante também ocorreu um mês antes no igarapé.

O maior valor de turbidez (10UNT) medido na estação AB3 do igarapé Água Boa, em julho, foi devido ao reflexo das chuvas ocorridas no dia anterior e no próprio dia de amostragem. Esta estação foi, das três, a que apresentou os valores mais altos de turbidez durante todo ano. Foi também a que apresentou os valores mais altos de sólidos em suspensão, principalmente no período seco, demostrando estar ocorrendo entrada de material através de seus efluentes. No rio Cauamé, a turbidez foi bem maior em julho (42UNT) na estação C1, provavelmente graças à mistura da água do igarapé Caranã e a enxurradas acima do local de coleta. A maior turbidez no rio foi, durante o período chuvoso, explicada pela sua maior competência, isto é, sua maior capacidade de transporte, a qual foi, por sua vez, devida ao maior volume (débito) de suas águas, que transportaram mais material em suspensão, proveniente de arraste pelas águas da chuva, sob a forma de enxurradas (Maier & Tolentino, 1988). Além da intensidade da precipitação pluvial, os processos de meteorização aumentam a quantidade de sólidos totais em suspensão nos ambientes lóticos e a de sólidos dissolvidos.

Os dados de turbidez ultrapassaram apenas um pouco os valores permitidos pelo CONAMA (1986), nas normas para águas da Classe 1, que é de até 40UNT. Durante a

presente pesquisa, na estação C1 do rio Cauamé foram medidos, nos meses julho e agosto, valores de 42UNT e 41UNT, respectivamente. Notou-se, na época, grande influência da água do igarapé Caranã, que recebe efluentes da cidade de Boa Vista. Tais valores, porém, estão abaixo do limite (≤ 100UNT) para águas da Classe 2, ou seja, águas provenientes de bacias de mananciais destinadas ao abastecimento público (Lei nº 8935, de 7 de março de 1989).

5.1.4. pH e condutividade

Minerais dissolvem-se na água ou com ela reagem. Sob diferentes condições físicas e químicas, minerais são precipitados e acumulados no fundo do oceano e nos sedimentos de rios e lagos.

Reações de dissolução e precipitação conferem à água constituintes que modificam suas propriedades químicas. Águas naturais alteram sua composição química se considerar as relações de solubilidade que auxiliam no entendimento dessas variações no que se refere às reações entre sólidos e água e nas quais a base comum é a da relação de equilíbrio. As reações de dissolução ou precipitação são, em geral, mais baixas do que as reações entre as espécies dissolvidas, mas é extremamente difícil generalizar algo sobre taxas de precipitação e dissolução. Há necessidade premente de se conseguir mais dados relevantes sobre as reações geoquímicas sólido-solução (Raven *et al.*, 1993).

Comparado com outros ambientes lóticos da região, os dois atualmente estudados são, quantitativamente, pobres em nutrientes. Porém, são ambientes ricos se forem comparados com os de águas pretas, como a do rio Negro, que drenam escudos cristalinos pré-Cambrianos em acentuado processo de intemperização. Segundo Sioli (1967), o rio Negro é um dos rios mais pobres do mundo, cujas águas podem ser comparadas à água destilada acrescida de substâncias húmicas e fúlvicas.

No período chuvoso, a maioria das variáveis abióticas dos dois sistemas apresentou valores mais elevados como, por exemplo, os de sílica, oxigênio dissolvido e pH. As águas de ambos sistemas foram menos ácidas e apresentaram variações espacial e temporal definidas pela sazonalidade.

pH apresentou-se mais ácido nos dois meses (abril e maio) que caracterizaram a época de enchente devido ao processo de lixiviação; e menos ácidos nos meses chuvosos que seguiram, mostrando variações espacial e temporal significativas. Segundo Volkmer-Ribeiro *et al.* (1998), os valores ácidos ilustram a excessiva lixiviação natural do solo e o acúmulo de ácidos húmicos resultantes da decomposição da liteira proveniente da floresta, fato detectado no rio Uraricoera e no igarapé, na ilha de Maracá, ambos no estado de Roraima. Sioli (1956c) observou predomínio, na grande maioria das diferentes regiões da Amazônia, de águas fortemente ácidas e extremamente pobres em sais dissolvidos, como os igarapés dos "campos gerais" das redondezas de Boa Vista (Arqueano), estado de Roraima, que apresentaram pH entre 4,7 e 5,2. O mesmo autor observou ainda que os maiores rios, que possuem águas misturadas de zonas geológico-mineralógicas diferentes como, por exemplo, os rios Maués-Açu, Aripuanã, Tapajós, Madeira, baixo Amazonas e Cuminá, apresentaram pH mais alto explicável pela diminuição do teor de CO_2 livre e pela capacidade de tampão muito reduzida (Sioli, 1956c).

Redução da acidez nos dois ambientes estudados, durante o período chuvoso, deveu-se à diluição de substâncias tampão, sistema bicarbonato/gás carbônico, pois ocorreram

flutuações significativas dos valores da alcalinidade entre os períodos chuvoso e seco, mostrando não existirem íons carbonatos e hidroxilas. Fato semelhante foi verificado por Silva (1996) no igarapé Barro Branco. Valores de pH em corpos d'água lóticos amazônicos variaram de 3,3 a 7,8 conforme trabalhos realizados por Sioli (1956a,b, 1968), Uherkovich & Franken (1980), Silva (1992), Campos (1994), Mera (1995), Ribeiro (1996), Silva (1996), Volkmer-Ribeiro *et al.* (1998), Castro (1999) e Pascoaloto (1999); e valores alcalinos (8,05-8,40) foram medidos no trecho da BR-364 situado entre Cuiabá e Diamantino (Junk & Furch, 1980).

Segundo Junk & Furch (1980), os rios e igarapés que drenam o rio Paraguai são ricos em eletrólitos e alcalinos; e todos os igarapés que deságuam no rio Amazonas são pobres em eletrólitos e, na maioria, ácidos. Os igarapés localizados em áreas de savana, talvez, reflitam o mesmo padrão limnológico do igarapé Água Boa e dos igarapés afluentes do rio Amazonas, porém, Junk & Furch (1980) encontraram valores acima de $100\mu S.cm^{-1}$ e, no máximo, de $340\mu S.cm^{-1}$ em águas alcalinas de corpos d'água que jazem no trecho da BR-364 entre Cuiabá e Diamantina, demostrando relação com o tipo de solo.

Condutividade elétrica foi muito baixa nos dois ambientes atualmente estudados indicando reduzidos teores de sais dissolvidos. Houve apenas um pico de condutividade no mês mais chuvoso (junho) do período do presente estudo, o qual também foi, nos últimos 30 anos, o mês de maior volume acumulado de chuva (541,4mm). Tal pico resultou no enriquecimento dos dois ambientes por dissolução de sais atribuída a efeitos da água da chuva e da lavagem superficial, onde o rio Cauamé variou de 7,2 a $86\mu S.cm^{-1}$ e o igarapé Água Boa de 4,2 a $129\mu S.cm^{-1}$. Os valores mais altos ocorridos na estação AB1 do igarapé, apesar de seu volume de água ser bem menor que o do rio, sugere ter havido lixiviação de cinzas das queimadas tanto por vias naturais, através dos raios freqüentes na região, quanto pela ação antrópica durante o uso do solo na agropecuária, já que as cinzas são, conforme Green (1970), importante fonte de aumento de íons na água.

Chuvas acarretam aumento de íons nos ambientes lóticos. Aumento da condutividade da água pela contribuição de íons via chuvas foi considerada significativa em outras bacias no Brasil (Green, 1970; Moraes, 1978). Green (1970) observou aumento da condutividade elétrica de águas de rios provocada pelas fortes chuvas do início da estação úmida no estado de Mato Grosso.

Sioli (1968), Schmidt (1972), Uherkovich & Franken (1980), Franken & Leopoldo (1984), Silva (1992), Campos (1994), Mera (1995), Ribeiro (1996), Silva (1996), Castro (1999) e Pascoaloto (1999) registraram baixos valores de condutividade elétrica em vários igarapés e pequenos rios na região. O valor mínimo ($3\mu S.cm^{-1}$) foi registrado por Junk & Furch (1980) no trecho da BR-364 entre Diamantino e Pimenta Bueno. Entretanto, as águas dos rios Solimões e Madeira são, segundo Junk & Furch (1980), relativamente ricas em eletrólitos. Ambos rios pertencem às regiões andina e pré-andina.

No período de seca, Leenheer & Santos (1980) encontraram valores de condutividade mais elevados no rio Solimões e mais baixos nos rios Negro e Branco. O rio Cauamé e o igarapé Água Boa são afluentes do rio Branco, porém, apenas em junho (mês mais chuvoso) os valores de condutividade foram próximos aos do rio Solimões.

Volkmer-Ribeiro *et al.* (1998) citaram valores relativamente baixos para um igarapé (rio Uraricoera) na ilha de Maracá, em coletas pontuais efetuadas no mês de julho (chuvoso), e no próprio rio Uraricoera, com valores pouco mais elevados ($28\mu S.cm^{-1}$). O rio Uraricoera e o

rio Tacutu, ambos de águas brancas no período chuvoso e águas transparentes no período seco, vão formar o rio Branco, que tem o mesmo comportamento de seus dois rios formadores. O rio Branco percorre quase todo estado de Roraima e é afluente do rio Negro, de águas pretas e possuidor de baixa condutividade (Leenheer & Santos, 1980). Santos (1983) encontrou valores dentro da faixa dos valores que já haviam sido registrados para outras águas amazônicas, com variações ao longo do sistema e do ciclo sazonal. No caso do rio Tocantins, segundo Santos (1983), os menores valores de condutividade foram medidos no período chuvoso. Ribeiro (1996) detectou variações semelhante nos rios Tocantins, Uatumã, Pitinga e Jatapu.

Os eletrólitos aumentaram nos dois ambientes estudados no mês mais chuvoso, principalmente no igarapé. Aumentos de eletrólitos no período chuvoso também foram observados em outros rios e igarapés da região amazônica como, a título de ilustração, no sistema Tocantins-Araguaia (Santos, 1983) e em alguns igarapés do estado do Amazonas (Pascoaloto, 1999). Contudo, este aumento é pequeno em relação aos valores encontrados no trecho da BR-364 entre Cuiabá e Diamantino (Junk & Furch, 1980).

A Resolução nº 020/86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), de 18 de junho de 1986, que classifica as águas quanto a seus parâmetros de qualidade, permite recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho) em águas de classes 1 e 2 (CONAMA, 1986).

Os valores de pH medidos em quase todos os meses do presente estudo são considerados fora das normas do CONAMA, alguns deles até acima dos referidos para ambientes naturais. Isto aconteceu, principalmente, no igarapé. Porém, outras substâncias consideradas potencialmente prejudiciais pelo CONAMA (1986) e também medidas neste trabalho (cloretos, ferro dissolvido, nitratos, nitritos e sólidos totais em suspensão) apresentaram valores abaixo dos permitidos pela legislação vigente. Branco (1999) sugeriu formulação de legislação mais coerente com a situação nacional brasileira sem, entretanto, comprometer sua finalidade.

5.1.5. Íons dissolvidos

Segundo Silva (1996), os valores de condutividade em igarapés em Manaus, situados na faixa entre 82 e 182$\mu S.cm^{-1}$, influíram nas concentrações de cátions (Ca^{2+}, Ma^{2+}, K^{+} e Na^{+}) e ânions ($HC0_3^{-}$, SO_4^{2} e Cl^{-}) provenientes da lixiviação dos solos e vegetação adjacente e dos esgotos domésticos e industriais. Provavelmente, os valores máximos atualmente observados nos dois ambientes, tenham sofrido efeito antrópico pela lixiviação do solo que, por seu turno, ocasionou aumento de eletrólitos na água.

Mesmo ocorrendo aumento de alguns nutrientes por ocasião do período chuvoso, os mesmos possuem baixos valores de íons dissolvidos em relação a outros rios amazônicos. Como a taxa de precipitação/evaporação é muito alta devido aos elevados valores de temperatura nos dois ambientes, mesmo no período chuvoso, é de se supor que os elevados valores de temperatura na região possam estar auxiliando no incremento da perda de sais por parte do solo e da água. Neste sentido, Gorham (1961) referiu a temperatura como principal responsável pelo declínio da concentração total de sais nas águas.

Aumento de nutrientes ocorreu por lixiviação do solo, concentração de íons da própria água da chuva e escoamento e entrada de água subterrânea (o lençol freático é bastante

superficial, provocando alagamentos sobre a savana) que, segundo Fritz *et al.* (1976), têm importante papel na recarga fluvial, mesmo quando ocorrem grandes picos positivos de intensidade de chuvas, que tornaram o rio Cauamé e o córrego Água Boa mais ricos quantitativamente em nutrientes dissolvidos, principalmente o rio, que possui leito rochoso quilômetros acima dos locais de coleta.

As concentrações dos cátions Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+} e K^{+} e dos ânions HCO_3^{-}, $CO_3^{=}$, SO_4^{+} e Cl^{-} constituem a salinidade iônica total da água (Wetzel, 1993). Concentrações dos referidos cátions foram baixas nos dois ambientes, corroborando dados de igarapés naturais da região (Sioli, 1956a,b; Schmidt, 1972; Santos *et al.*, 1984; Franken & Leopoldo, 1984; Ribeiro, 1996). Os igarapés de São Raimundo e do Quarenta apresentaram enriquecimento de metais alcalinos e alcalinos terrosos, com valores acima dos encontrados em ambientes naturais da região (Silva, 1996). Apenas o ânion Cl^{-} foi identificado na presente pesquisa. As concentrações deste íon foram geralmente baixas e aumentaram um pouco no período chuvoso. Os valores de Ca^{++}, que usualmente determinam a dureza em ambientes lóticos, também foram muito baixos, principalmente no igarapé Água Boa, onde apresentou valores abaixo do nível de detecção do método durante todo o ano.

A dureza nestes ambientes foi devida ao magnésio, ao contrário do que sucede nos ambientes ricos em cálcio. O caráter endoeutrófico dos solos da área é devido mais à elevada saturação de sódio e magnésio e aos baixos teores de alumínio reativo do que à riqueza em nutrientes, como cálcio e potássio (Schaefer & Vale Júnior, 1997).

O ânion Cl^{-} apresentou valores baixos no igarapé, porém, mais altos do que no rio, onde foi detectado o máximo de 12,8mg.L^{-1} em janeiro, somente na estação AB2, na época em que haviam feito fogo para churrasco e tratado couros verdes, isto é, apenas lavado as peças para retirar o sangue, sem salgá-los para desidratar (no curtume). Nessa época foram encontradas fezes de gado e sebo na margem do rio que, segundo Branco (1999), são os resíduos provenientes de curtumes e constituem de cal e sulfetos livres, cromo, matéria orgânica diluída ou em suspensão e elevados teores de sólidos totais, DQO e pH. Para reduzir esta carga poluente, uma das medidas tomadas é exigir que os matadouros entreguem as peles e os buchos já limpos. Tal exigência acarreta, na verdade, simplesmente a transferência da responsabilidade pelo tratamento. No rio, o valor máximo de Cl^{-} foi 2,78mg.L^{-1} e coincidiu com os teores detectados no rio Tefé (afluente do rio Amazonas), onde foram encontradas concentrações de cloretos (2mg.L^{-1}) provenientes, principalmente, das chuvas (Gibbs, 1970). Na bacia do rio Negro, que também é afluente do rio Amazonas, cujas águas são pretas graças à presença de muito ácido húmico e fúlvico, conforme Anon (1972), a chuva tem baixa concentração de Cl^{-} (1,7-2,6µg.L^{-1}). As concentrações de ânions, inclusive de Cl^{-}, são normalmente baixas em águas naturais da região (Sioli, 1957; Schimdt, 1972; Santos *et al.*, 1984; Franken & Leopoldo, 1984; Mera, 1995, Ribeiro, 1996; Silva, 1996).

Segundo Esteves (1998), a eutrofização artificial da água pode ser derivada do crescimento da população das redondezas e causada pelo aumento de lançamento dos efluentes domésticos, uso de fertilizantes químicos, desmatamento e pela industrialização. No casos dos dois ambientes atualmente estudados, a eutrofização deve estar influenciando ambos e faz-se necessário um monitoramento constante e continuado tanto do rio quanto do igarapé, para avaliar a intensidade de degradação desses ambientes e o aumento no percentual de seus índices de trofia, já que análise de componentes principais mostrou existir variação espacial na estação AB3 do igarapé Água Boa determinada por variáveis abióticas como dureza,

magnésio, sólidos totais, ferro total e turbidez. Com o desmatamento das margens do rio Cauamé e a agropecuária tanto na nascente como em seus afluentes vem aumentando a velocidade de assoreamento do rio, com aumento dos bancos de areia.

5.1.6. Sílica

A sílica apresentou, durante o período chuvoso, comportamento idêntico àquele demonstrado pela fórmula da solubilidade em Stumm & Morgan (1981), qual seja:

$$SiO_{2\,(SS)} + 2H_2O \underset{\text{Precipitação}}{\overset{\text{Dissolução}}{<==========>}} H_4SiO_4$$

A referida fórmula mostra os graus de dissolução ou precipitação apresentados pelos sistemas que alcançam equilíbrio o qual pode, inclusive, ser estimado se considerar tal equilíbrio constante, como é o caso da solubilidade da sílica.

O aumento da sílica no período seco deveu-se ao aumento da intensidade do vento, que transferiu maior quantidade de energia para a água (Wetzel, 1993) ou pelas águas subterrâneas, resultantes de processos de climatização química. Segundo Maier & Tolentino (1988), durante o período seco, quando as chuvas são fracas ou mesmo ausentes, o enriquecimento de sílica é feito, principalmente, através das águas subterrâneas que, em geral, possuem grandes concentrações de compostos dissolvidos. Tal enriquecimento iônico também pode ocorrer através da poeira atmosférica (material particulado aerotransportado) depositada na bacia por ação de ventos ou de íons carreados da atmosfera pela chuva.

Além do abastecimento de sílica pela água subterrânea, também é provável que esteja ocorrendo dissolução da sílica nos dois ambientes estudados por ação do movimento da água, dissociando o sedimento graças à ação do vento nas margens dos sistemas, que possuem cargas negativas que se associam aos íons de cargas positivas formando cadeias de íons (Raven *et al.*, 1993). Estas cadeias são constantemente quebradas graças aos próprios ventos, dissociando a sílica através de trocas com o sedimento dentro da mesma massa d'água (Raven *et al.*, 1993). Apesar de apresentar valores mais baixos no período chuvoso do que no seco, em relação a outros ambientes lóticos (Maier & Tolentino, 1988), sílica foi o nutriente que apresentou maiores valores em miligramas por litro no período seco.

Na análise de componentes principais, ocorreu correlação significativa tanto no rio quanto no igarapé, mostrando a sílica sempre associada à velocidade do vento; porém, o vento exerceu sua maior influência no rio do que no igarapé, pelo rio ser bem mais largo do que o igarapé e porque este último apresenta o dossel de folhas fechado sobre seu leito em alguns pontos além de ter margens íngremes e pequena largura em todo seu percurso, impedindo que o vento aja com intensidade semelhante àquela que atua sobre o rio.

Em ambos ambientes ora estudados, as águas subterrâneas que entram no sistema durante o período seco também são, quantitativamente, pobres em cátions e ânions, os quais diminuem, consideravelmente, durante o referido período. Contudo, Maier & Tolentino (1988) detectaram aumento de íons no ambiente, via águas subterrâneas, por ocasião do período seco, devido às chuvas mesmo fracas.

As águas amazônicas não são, segundo Livingstone (1963), usualmente pobres em sílica dissolvida. Furch (1984) classificou as águas em eletroliticamente pobres (quando apresentam 1,7-2,1mgSi.L^{-1}) e eletroliticamente ricas (3-4,3mgSi.L^{-1}). Contudo, ocorre

variação de ambiente para ambiente, de modo que o rio Cauamé e o igarapé Água Boa podem ser classificados nos dois grupos, ora num ora noutro, dependendo do período climático, desde que no seco houve aumento do teor de sílica e no chuvoso diminuição do mesmo.

5.1.7. Oxigênio dissolvido e porcentagem de saturação de oxigênio

O igarapé Caranã, afluente e efluente do rio Cauamé, encontra-se em processo acentuado de contaminação, principalmente orgânica, devido a despejos das residências, ao desmatamento, à piscicultura e a plantações de hortaliças que seguem o curso do igarapé. Toda essa carga poluente mistura-se à água do rio a aproximadamente 70m acima da presente estação C1 de amostragem. Considere-se que o rio é perene e que seu volume é mais ou menos constante na área estudada. Assim sendo, o rio Cauamé deve estar diluindo a água do igarapé Caranã, e mostrando alto poder de depuração neste ambiente devido aos altos valores de oxigênio, principalmente no período seco, quando ocorre aumento da velocidade do vento e conseqüente aumento da turbulência e mistura do oxigênio atmosférico na água. Simultaneamente, o aumento da temperatura eleva o metabolismo dos organismos aquáticos que utilizam rapidamente estes nutrientes lançados pelo efluente, a ponto de impedir a proliferação de microrganismos e afetar a composição física e química da água do rio que é pobre em nutrientes, principalmente no período seco.

As Podostemonaceae requerem alta velocidade de corrente para conseguir quantidade suficiente de oxigênio para realizar fotossíntese (Sculthorpe, 1971). A pteridófita *Trichomanes hostimannianum* (Kl.) Kunze foi observada em grande quantidade nas três estações de coleta e pode ser uma considerável fonte de oxigênio dissolvido para o igarapé. Fontes de oxigênio dissolvido por difusão atmosférica, através de entradas mecânicas foram também observadas em ambos sistemas estudados. Finalmente, deve-se considerar a fotossíntese realizada pelo fitoplâncton e perifiton como fontes de oxigênio.

Como ocorre no rio Paraná (Rodrigues, 1998), os dois ambientes que estudamos apresentaram valores de oxigênio dissolvido mais baixos no período chuvoso do que no seco, mas não são pobres no que tange a este gás. Os corpos de água preta são mais pobres, como são os casos dos rios Negro (Goulding *et al.*, 1988) e Jaú (Castro, 1999).

Sioli (1956a,b) e Campos (1994) mediram valores de oxigênio dissolvido entre 5,71 e 6,1mg.L^{-1} e entre 3,4 e 9,1mg.L^{-1}, respectivamente, em igarapés e rios da região amazônica. Ribeiro (1996) encontrou valores variando de 0,5 a 7mg.L^{-1} no rio Uamutã. Valores de 8,24mg.L^{-1} foram observados para o rio Uraricuera e de 5,45mg.L^{-1} para um igarapé na ilha de Maracá (Volkmer-Ribeiro *et al.*, 1998).

Os teores da porcentagem de saturação de oxigênio variaram de 78 a 120% no igarapé e de 58 a 127% no rio. Segundo Pennak (1971), nos rios de maior extensão e volume, onde não ocorrem processos de contaminação orgânica, os teores de saturação de oxigênio variam de 95% a 105%, próximos aos de equilíbrio com a pressão do ar. Porém, no rio os menores valores de saturação de oxigênio são devidos a processos naturais de decomposição da matéria orgânica carreada por lixiviação, principalmente na enchente.

Margalef (1991) mencionou aumento na concentração de materiais na água de escoamento devido ao uso inadequado do solo e de material proveniente de construções, cidades e rodovias, propiciando erosão. Apesar de tais fatos estarem ocorrendo com os ambientes que estudamos presentemente, que já apresentam processos erosivos de superfície e

populacional deverá, fatalmente, acarretar problemas à qualidade da água do rio Branco e à sua captação pela CAER, Companhia de Água e Esgoto de Roraima. No período seco, quando se formaram as praias e vieram os banhistas, os teores de amônio foram mais baixos nos dois sistemas, embora houvessem ficado acima dos valores permitidos pelo CONAMA (CONAMA, 1986). Apesar dos altos teores de amônio, as concentrações provenientes dos efluentes estiveram abaixo do que determina o artigo 21 da referida resolução, que estabelece valores máximos admissíveis de amônio da ordem de $5mg.L^{-1}$.

5.1.9. Fósforo

As concentrações de componentes iônicos de elementos como nitrogênio, fósforo e ferro, bem como de numerosos microelementos, têm importância considerável biológica embora, de maneira geral, sejam contribuintes menores para a salinidade total do ambiente (Wetzel, 1993).

Valores de fosfato dos dois sistemas estudados foram maiores dos que os medidos por Volkmer-Ribeiro *et al.* (1998) para o rio Uraricoera e afluente. Porém, corroboram os dados mínimos obtidos por Ribeiro (1996) para os rios Uamutã, Pitinga e Jatapu. Furch (1986) encontrou valores de fosfato de até $147,5\mu m.L^{-1}$ em 80 rios e igarapés situados no trecho entre Altamira e Humaitá da rodovia Transamazônica. Águas pobres em eletrólitos são típicas por possuírem baixas concentrações de fósforo. As concentrações de fósforo nos diferentes corpos d'água são, ao que tudo indica, provocadas menos por diferenças geoquímicas nas respectivas áreas de captação do que pelas diferentes quantidades de materiais orgânicos alóctones presentes na água (Junk & Furch, 1980).

A maioria dos ambientes naturais da região apresentou valores baixos de fósforo (Sioli, 1957; Schimidt, 1976; Santos *et al.*, 1984; Castro, 1999). Santos *et al.* (1984) registraram valores menores do que $0,02\mu m.L^{-1}$ (limite de detecção do método) em 20 afluentes do rio Negro e acima desse limite em nove outros.

5.1.10. Demandas bioquímica (DBO) e química de oxigênio (DQO)

Mesmo de forma indireta, a DBO indica presença de matérias redutoras e é utilizada para avaliar o grau de poluição das águas de rios e esgotos, entre outros, e a eficiência dos sistemas de tratamento de águas residuais. DBO foi baixa nos dois ambientes atualmente estudados, mostrando haver poucos microrganismos aeróbios e pouca matéria orgânica em ambos, situando-os dentro da faixa permitida pelo CONAMA (1986), ou seja, de até $3mg.L^{-1}$, com consumo mais baixo no período chuvoso devido, talvez, ao efeito da diluição.

Santos (1983) detectou valores semelhantes aos presentes durante o período chuvoso para o sistema Tocantins-Araguaia. Nos ambientes aquáticos, renovação do oxigênio é particularmente dificultada pela baixa solubilidade do gás e pela reduzida velocidade de sua difusão nestes ambientes. Por este motivo, quando a comunidade de microrganismos aeróbicos é muito concentrada, diminui grandemente a concentração do oxigênio que pode chegar até a esgotar-se completamente, tornando o meio anaeróbico. A proporção de microrganismos em um certo ambiente é dado pela quantidade de alimento orgânico oxidável (concentração da matéria biodegradável) (Branco, 1984).

Apesar das modificações causadas pela ação antrópica em ambos ambientes estudados, a quantidade de matéria orgânica quimicamente oxidável encontrou-se, nos dois sistemas, abaixo de certos valores já detectados para ambientes aquáticos naturais na região. A DQO foi maior no rio (14,82-50,19mg.L^{-1}) do que no igarapé (9,08-30,98mg.L^{-1}), sendo os valores do período chuvoso maiores do que os demais indicando, indiretamente, maior aporte de matéria orgânica oxidável no rio. Mas, a diferença foi relativamente baixa entre os dois ambientes, levando-se em consideração que a quantidade de sólidos totais em suspensão no rio foi bem maior do que a do igarapé durante o período chuvoso, mostrando que o aporte de matéria orgânica devido à composição dos sólidos totais é pequeno. Silva (1996) encontrou valores variando de 20,8 a 67mg.L^{-1}, sendo que os maiores valores foram detectados para o igarapé de São Raimundo devidos, ao que tudo indica, aos lançamentos de lixo e esgoto doméstico. Valores maiores (8-141mg.L^{-1} e 13-107mg.L^{-1}) foram detectados em águas de igarapés naturais, respectivamente, por Sioli (1956a,b) e Campos (1994). Ribeiro (1996) observou valores desde zero até 138mg.L^{-1} para o rio Uatumã, desde 22,1 até 63mg.L^{-1} para o rio Pitinga e desde 3,9 até 7,7mg.L^{-1} para o rio Jatapu.

No mesmo período de enchente, o nível de amônio aumentou também no igarapé em conseqüência de processos naturais como a lixiviação e o aumento da mineralização. Porém, a estação AB3 apresentou, quando as coletas foram feitas em dias de chuva ou quando choveu no dia anterior, valores elevados de amônio. Nestas condições, a água apresentou odor muito forte, provavelmente emanado de efluentes do Matadouro Público, ficando esta estação pouco abaixo do local dos despejos do mesmo. Tal odor cessou após reclamação dos donos dos lotes. Segundo Branco (1999), os rejeitos aquosos de frigoríficos são caracterizados por elevada DBO, sólidos suspensos e material graxo, propiciando grande formação de lodo.

Monitoramento constante deverá ser realizado nos dois ambientes estudados. A desembocadura do rio Cauamé está à montante da captação de água para consumo pela Companhia de Água e Esgoto de Roraima. O igarapé já sofreu modificações em suas variáveis abióticas, conforme mostra a análise de componentes principais. Trata-se de uma variação espacial ocasionada pelo desmatamento realizado para construção de casas nos lotes. Em seguida, pelo lançamento dos efluentes dessas mesmas casas contendo detergentes ou sabão. Finalmente, por que o rio possui pequeno volume de água durante o verão. Atitudes enérgicas deverão ser tomadas com vistas à conservação dos dois ambientes estudados.

Provavelmente, os bancos de areia estejam atuando como verdadeiros filtros, além do poder de recuperação destes ambientes ser muito rápido, como foi observado em outros ambientes aquáticos (Fonseca *et al.*, 1982; Sé, 1992). Segundo Wetzel (1993), o tempo de renovação dos rios é muito rápido, de 12 a 20 dias para o volume de 1,2km^3, dependendo do tamanho da bacia de drenagem e dos rios principais que deságuam diretamente no mar, como também suas proximidades.

Altos teores de nutrientes no meio aquático podem caracterizá-lo como ambiente poluído e não como ambiente rico, com elevado grau de eutrofização, tornando necessária a determinação dos nutrientes na formulação de diagnósticos ambientais. Na Amazônia Legal, as águas dos ambientes lóticos só têm recebido importância devida quando a mesma serve para usos múltiplos. Monitoramento da qualidade da água baseia-se, quase que exclusivamente, em análises físicas e químicas de amostragens pontuais, Existem poucos estudos sobre as variáveis bióticas (algas e microrganismos) e suas associações com as variáveis abióticas. A preocupação maior é analisar a água face o que determina o CONAMA (1986), onde muitos

itens não condizem com a realidade dos corpos d'água amazônicos os quais, apesar de não serem poluídos, são impróprios. Recorde-se a variação do pH, cujos valores situam-se, em alguns meses do ano, abaixo (pH entre 6 e 9) do que é permitido para as águas doces (classes 1-4). No igarapé Água Boa e no rio Cauamé, o pH apresentou valor mínimo 4 durante os meses do período seco.

Também não fazem associações com a biota, além de esquecerem a diferença de ambientes lénticos e lóticos, onde largura, comprimento, profundidade, vazão, volume, declive e correnteza, também são importantes. A ausência de estudos prévios para avaliar o funcionamento destes ambientes e um monitoramento contínuo, dificulta na determinação das variáveis que deverão ser medidas, para fornecer informações sobre o verdadeiro estado de trofia dos ambientes lóticos no Estado de Roraima.

5.1.11. Ferro

Nos campos do rio Branco, a drenagem no pediplano rio Branco-rio Negro é marcada por 'buritis' do tipo 'vereda' (florestas de galeria) que isolam 'tesos', isto é, ondulações onde, geralmente, ocorrem blocos concrecionados ferruginosos. A drenagem incipiente é constituída por igarapés que são, na maioria, intermitentes e marcados por um alinhamento de palmeiras. Também são encontradas crostas ferruginosas no pediplano, as quais são expostas pela remoção do horizonte superior da formação Boa Vista. Lagoas são, consequentemente, formadas dada a impermeabilidade do solo nos campos do rio Branco (BRASIL, 1975). Oxidação destas crostas libera ferro do solo, o qual é lixiviado para a água, como foi observado principalmente na vazante, época em que ocorreram os maiores valores de ferro total e dissolvido na água dos dois ambientes estudados.

O conteúdo de ferro nas amostras do rio Cauamé variou de 0,297 a 1,358mg.L^{-1} e foi superior àquele do igarapé Água Boa, onde variou de 0,001 a 0,517mg.L^{-1}. Para o rio Uraricuera, Volkmer-Ribeiro *et al.* (1998) encontraram valores de 0,56mg.L^{-1}, os quais são mais próximos àqueles do igarapé Água Boa. Contudo, em um igarapé na ilha de Maracá, afluente do rio Uraricuera, os valores de ferro foram pouco superiores, da ordem de 0,79mg.L^{-1}. Estes últimos autores classificaram como elevados os ditos valores de ferro, considerando que o solo na região é muito rico em óxidos de ferro. Segundo Silva (1996), verificou-se aumento da concentração de Fe no igarapé do Quarenta por conta de sua facilidade em ser absorvido pela matéria particulada e por se concentrar na presença de matéria orgânica, não mostrando qualquer tendência à acumulação no perfil dos sedimentos de fundo.

Leenheer & Santos (1980) mediram 0,01mg.L^{-1} de ferro total para o baixo rio Branco, isto é, valor bem mais baixo do que os atuais detectados para os dois ambientes estudados, principalmente para o rio Cauamé. Para os rios Negro e Solimões, os mesmos autores detectaram, respectivamente, 0,13mg.L^{-1} e 0,20mg.L^{-1} de ferro total (Leenheer & Santos, 1980).

No início do período de chuvas, ocorreu aumento dos teores de ferro dissolvido tanto no rio quanto no igarapé, principalmente no rio devido, talvez, aos processos de mineralização anaeróbia da matéria orgânica (ferrirredução e sulfatorredução) e aos processos associados (precipitação de sais de ferro divalente) (Carmouze, 1994). Presença de formas dissolvidas de ferro nas águas naturais oxigenadas não é, em geral, detectada por via analítica, mormente se o pH da água for, conforme Carmouze (1994), da ordem de 6-7. Porém, a mineralização da

matéria orgânica por ocasião do início das chuvas, principalmente no rio, justifica o aumento dos teores de ferro dissolvido na água, apesar do pH ter-se elevado próximo do neutro. Nesta mesma época também ocorreu baixa dos valores de oxigênio dissolvido. Na estação AB3 do igarapé Água Boa, os despejos provenientes do matadouro público provavelmente favoreceram a ocorrência de pequenas concentrações de ferro dissolvido durante o período chuvoso, que propiciaram proliferação microbiana mesmo apesar do aumento do pH de 4,5 (período seco) para 6,5 (período chuvoso).

Fato semelhante aconteceu com o rio Cauamé, onde houve declínio de mais ou menos 45% do teor de oxigênio dissolvido durante o período chuvoso devido, ao que tudo indica, ao grande aporte de materiais orgânico e inorgânico em suspensão, provenientes de erosão, carreamento e lixiviação do entorno. Além disso, aconteceu aumento do nível d'água nos dois sistemas e de suas respectivas vazões, que deram origem à área de várzea e ocasionaram morte de boa parte da vegetação que ficou submersa, bem como decomposição da serapilheira. Nessa época, formaram-se massas de espuma que desceram o rio no início das chuvas, indicando a presença de processos de mineralização anaeróbica através dos decompositores existentes nesses ambientes (não por manifestação de bactérias como os coliformes fecais). Segundo Payne (1986), o aumento de íons na água por ocasião das primeiras chuvas foi explicado pelo reflexo da mineralização da matéria orgânica dos solos.

Variáveis climáticas como precipitação pluvial e velocidade do vento foram, na época seca, os fatores responsáveis pelas modificações abióticas em ambos ambientes.

As águas dos dois ambientes estudados são pobres em nutrientes e refletem tanto a pobreza do solo de suas bacias de captação quanto os tipos de formações geológicas da região, fatos estes devidamente demonstrados para outros rios da bacia do rio Amazonas por Sioli (1968) e Santos (1983).

Tendências de similaridade entre as estações de amostragem também foram observadas por Kirst *et al.* (1994) e Lobo & Kirst (1997) no que diz respeito às variáveis físicas e químicas da água, principalmente no período de seca. O que diferenciou as estações de amostragem foi o grau de trofia associado aos períodos seco e chuvoso, desde que ocorreu variabilidade na concentração e na composição dos íons, associada à vazão nos dois ambientes avaliados, apesar destes serem quantitativamente pobres em nutrientes. Estas diferenças verificadas entre os distintos ambientes lóticos são definidas por características litológicas, geomorfológicas, climáticas, edáficas e vegetais (Ward & Stanford, 1989), bem como pelos diversos tipos de efluentes.

Neto *et al.* (1993) caracterizaram hidrogeoquimicamente a bacia do rio Manso-Cuiabá localizado no estado de Mato Grosso e de seus principais afluentes (rios Casca, Cuiabazinho, Quilombo, Roncador e Palmeiras) durante um ciclo sazonal completo e concluíram que o ciclo ecológico na região é definido por períodos bem determinados de seca, enchente, cheia e vazante. O rio Manso-Cuiabá mostrou sazonalidade mais pronunciada do que o rio Casca, podendo tal sazonalidade estar relacionada à maior flutuação do nível de suas águas e à diferenciação iônica entre os rios.

Hynes (1970) observou variações estacionais dos teores de material dissolvido total, turbidez e oxigênio dissolvido, entre outros fatores, em rios de grande porte e viu que, em rios de pequeno porte, ocorrem flutuações locais irregulares em substituição às estacionais. Porém, ocorreram variações sazonais das variáveis estudadas em ambos ambientes ora estudados,

identificando dois períodos climáticos bem definidos, sendo um seco (seca) e outro de chuvas (enchente, cheia e vazante).

Conforme a análise de componentes principais (ACP), a principal função de força na variabilidade das características abióticas foi a precipitação pluvial. A variável não-biológica que determinou o padrão de sazonalidade e apresentou o maior coeficiente de correlação de Pearson, considerados ambos ambientes, foi o ferro total. Os teores desta variável foram bem maiores no rio do que no igarapé. Porém, o maior aumento de correlação das variáveis medidas nas unidades amostrais (turbidez, ferro total dissolvido, sódio, potássio, demanda química de oxigênio, sólidos em suspensão, precipitação pluvial e oxigênio dissolvido) está no rio.

Precipitação pluvial foi o principal fator de modificações das variáveis abióticas nos dois ambientes estudados, rio e igarapé, representado pelo aumento do fluxo d'água pois, segundo Yang *et al.* (1981), mudanças na variação de pH, alcalinidade, oxigênio dissolvido, NH^{+}_{4}, NO^{-}_{3}, Cl^{-} e Ca^{++} decorrem, principalmente, da precipitação pluvial ou da taxa de fluxo d'água.

5.2. Caracterização dos dois ambientes estudados: fatores bióticos

5.2.1. Perifíton: grupos taxonômicos

Segundo Blinn *et al.* (1980), Shortreed & Stockner (1983) e Moschini-Carlos (1996), diatomáceas aparecem, principalmente, nas fases iniciais do processo de colonização pela comunidade perifítica. Esta afirmação é melhor determinada a partir de observações realizadas em substratos artificiais.

O grupo de algas dominante no igarapé e no rio estudados foi Bacillariophyceae (diatomáceas), sendo que no igarapé foi mais evidente durante o período seco. Neste mesmo período, entretanto, ocorreu aumento do número de fitoflagelados no rio. Oliveira & Schwarzbold (1998) observaram dominância de diatomáceas ao longo dos 12 meses de seu estudo em todas as estações de amostragem da bacia do arroio Sampaio. Os referidos autores utilizaram fio de poliamida (2mm de diâmetro) como substrato artificial. Trabalho realizado por Pan & Lowe (1994) em rios dos Estados Unidos da América, também usando substrato artificial, mostraram dominância das diatomáceas ao nível de 97% do biovolume total da comunidade das algas perifíticas, nas quatro semanas do processo de colonização. Moschini-Carlos (1996) e Castro (1999), também encontraram em seus ambientes uma maior dominância de diatomáceas. Bacillariophyceae (diatomáceas) foi o grupo que apresentou as maiores densidades no igarapé Água Boa no período seco, com 49% da densidade total, enquanto os fitoflagelados dominaram no período chuvoso, com 55%. No rio Cauamé, os fitoflagelados foram o grupo mais abundante, com 42% da densidade total durante o período seco; o mesmo grupo, fitoflagelados, dominou com 40%, seguido das algas verdes com 28% e das diatomáceas com 25% no período chuvoso. Putz (1997) afirmou que, na Amazônia Central, durante a época de águas altas, a estrutura da comunidade de algas perifíticas em ambientes de águas brancas é completamente diferente da comunidade de águas pretas, pois nos primeiros, de águas brancas, como as do rio Solimões por exemplo, encontrou dominância de algas verdes nas raízes das macrófitas aquáticas flutuantes, onde constituíram 80% da densidade

total da comunidade perifítica. Putz (1997) mostrou, também, que ocorreu dominância de diatomáceas, tanto móveis quanto sésseis, em ambientes de águas pretas, onde constituíram 95% da densidade total da comunidade perifítica e as algas verdes e cianoficeas foram menos importante neste tipo de água.

As Zygnemaphyceae (desmídias) foram, entre as algas verdes, as mais abundantes, principalmente no rio Cauamé, onde estas algas foram mais presentes. Isto mostra que os representantes deste grupo de algas exigem maiores teores de nutrientes, o que é encontrado em rios, apesar do pH ser menos ácido. Scott comentou, a 21 de novembro de 1953, o quanto era curioso o fato de que todas as coleções efetuadas na região do alto rio Negro e do sistema rio Arapiuns contivessem tão poucas desmídias, apesar do baixo pH. Todavia, é fato bastante conhecido que águas correntes de rios sejam, usualmente, pobres em desmídias e que algumas águas paradas de planícies de inundação possam ser até bastante ricas em representantes desse grupo de algas (Sioli, 1965). Pequenas velocidade da água e profundidade do sistema sobre, por exemplo, os bancos de areia devem favorecer a presença das desmídias. Pelo fato das desmídias serem consideradas perifíticas (Bicudo, C.E.M. com. pess.), a ausência de substrato por ocasião do período chuvoso passa a ser fator limitante em condições de grandes correntezas ou em grandes profundidades. Round (1973) disse que ambientes de águas ácidas a neutras, limpas e doces, apresentam riqueza de espécies de desmídias. Por causa da menor densidade de diatomáceas, a competição com as algas verdes foi menor, já que o pH neste ambiente, próximo do neutro, foi propício para o crescimento destas algas.

Tanto no período chuvoso quanto no seco, as algas verdes foram mais numerosas no rio do que no igarapé, porém, os maiores valores das densidades de algas verdes no igarapé ocorreram no período chuvoso, não coincidindo com o período de sua dominância do rio.

Segundo Odum (1985), a estabilidade do pulso águas baixas-águas altas representa um equilíbrio contínuo e dinâmico, que favorece a produtividade e a composição de espécies nos ecossistemas de desenvolvimento 'imaturo'.

O conceito de 'pulso de inundação' (Junk *et al.*, 1989) ou 'pulso de energia e matéria' ou apenas 'pulso' proposto por Neiff (1990) assume que produtividade, estrutura e função das comunidades são independentes da posição em que ocorrem ao longo do sistema rio-planície de inundação. Os 'pulsos' desempenham papel de importância fundamental nos dois ambientes, mas principalmente no rio, que apresenta grande área alagável, onde os períodos de enchente e vazante possuem alta capacidade reguladora destes macrossistemas fluviais. O conceito de 'pulso' contrapõe-se ao conceito de 'continuum' em rios. Proposto por Vannote *et al.* (1980), o conceito de 'continuum' fluvial considera a transição gradual da produtividade, da estrutura e da função das comunidades ao longo do canal principal de um rio. A distribuição das algas perifíticas não apresentou qualquer padrão longitudinal associado à grande radiação incidente, parecendo estar mais relacionada com a presença e os tipos de substratos nos dois ambientes. Observação idêntica foi feita por Pascoaloto (1999) em igarapés da Amazônia central, estudando macroalgas bentônicas. E Castro (1999) observou que a distribuição das espécies ao longo do canal central do rio Jaú, de águas pretas, ocorreu ao acaso no período de cheia.

'Blooms' de algas perifíticas foram observados em locais onde ocorreu ação antrópica por despejos ou desmatamento e presença de substratos. Desenvolvimento de 'bloom' de ficoperifíton pela disponibilidade de substrato, velocidade da correnteza, transparência da água e abertura de dossel foi verificado no rio Jaú (Castro, 1999).

A ausência de uma espécie em determinado microhábitat pode ser atribuída a diversos fatores e as interações entre competição por espaço, predação e fatores físicos, podem gerar uma mistura complexa de padrões da comunidade (Hart, 1992).

Além disso, o tipo de substrato influencia na composição florística da comunidade, como foi observado por Brown (1976) ao analisar a composição taxonômica das algas do perifiton sobre substratos artificial (lâminas de vidro) e natural (*Eleocharis baldwinii* - macrófita aquática). Tanto no rio Cauamé quanto no igarapé Água Boa, trabalhando com substratos naturais (folhas), foram detectadas diferentes composições florísticas das comunidades em cada estação climática, sem mostrar qualquer padrão de distribuição quantitativa dos distintos grupos taxonômicos de algas ao longo dos meses analisados que permitisse generalizações num mesmo ambiente e/ou substratos. Moschini-Carlos (1996) sugeriu, a partir de observações realizadas na zona de desembocadura do rio Paranapanema, haver pouca especificidade das algas perifíticas pelo tipo de substrato, já que a composição florística da comunidade foi muito semelhante em substratos naturais e artificiais. Houve, isto sim, maior crescimento das gramíneas, talvez devido ao crescimento rápido destas plantas, que acompanhou a descida do nível d'água, fazendo com que este substrato estivesse sempre disponível .

Ambos ambientes apresentaram quantidades razoáveis de sílica. Devido aos movimentos da água corrente, é provável que as algas perifíticas utilizem a sílica das gramíneas onde estão aderidas. No lago Danish, o máximo de algas perifíticas aconteceu no período de baixas concentrações de sílica na água, demonstrando que as diatomáceas perifíticas usam a sílica de talos de gramíneas em deterioração (Jørgensen, 1957). Moschini-Carlos (1996) sugeriu, a partir de observações feitas na zona de desembocadura do rio Paranapanema, estado de São Paulo, que as diatomáceas aderidas ao substrato natural (gramínea) podem utilizar sílica do próprio substrato, pelo fato do nutriente estar mais prontamente disponível nessa condição. Estabelece-se, então, uma forma de relação entre o substrato e as algas perifíticas, apesar de ocorrer pouca especificidade das algas perifíticas pelo substrato, já que a composição das espécies foi muito semelhante tanto em substratos naturais quanto em artificiais. Moschini-Carlos (1996) mencionou, ainda, que a densidade de diatomáceas no substrato natural não foi diretamente relacionada com a concentração de silicato na água. No período de enchente e principalmente cheia no rio, as algas perifíticas não foram observadas, por terem sido arrastadas. Contudo, no rio Jaú, de águas pretas, Castro (1999) documentou florescimento destas algas coincidindo com o pico da época de cheia.

A estrutura da comunidade em uma dada seção de um córrego poderá refletir a interação entre o potencial biológico para coleção e retenção de matéria orgânica e as condições predominantes naquela posição, visto que as características físicas do córrego, mudam ao longo de um gradiente contínuo que vai da nascente para a foz – CCF (Vannote *et al.*, 1980). A comunidade nestes ambientes também se altera mostrando um padrão longitudinal de zonação (Dudgeon, 1992).

Segundo Pinto-Coelho (2000), a sucessão fluvial pode ser vista mais na componente espacial do que no tempo tratando-se, fundamentalmente, de um processo no qual a dominância por fatores alóctones nas cabeceiras dá lugar à predominância de processos internos no curso médio e inferior dos rios. O que pôde ser observado foi, entretanto, uma tendência à sucessão de grupos de algas, associada a fatores físicos como velocidade da correnteza e teor de sólidos em suspensão e turbidez, no período de precipitação, quando

ocorreu diminuição da quantidade de diatomáceas e aumento da de clorofíceas. Os fitoflagelados parecem competir com as diatomáceas e clorofíceas nos dois ambientes

As comunidades de algas perifíticas sobre folhas foram grandemente representadas pelas diatomáceas nos dois ambientes lóticos ora estudados e não mostraram padrão de distribuição destas comunidades, tanto espacial quanto temporal, sendo que estas algas foram mais abundantes em um mês e menos abundante noutro, mesmo em se tratando do mesmo tipo de substrato, ou seja, folhas da mesma planta aquática. Putz (1997) observou não haver especificidade dos grupos de algas perifíticas por substrato.

Nos dois ambientes atualmente estudados, o desenvolvimento de gramíneas no fundo e nas margens de ambos não sofreu com a descida do nível d'água no período seco e fez com que o perifíton sobre suas folhas permanecesse sempre submerso. No período de enchente e, principalmente, no de cheia no rio, as algas perifíticas não foram observadas, provavelmente, por terem sido arrancadas e arrastadas pela força da correnteza. No rio Jaú, de águas pretas, Castro (1999) observou, entretanto, florescimento destas algas coincidente com o pico da cheia.

O que se observou foi uma tendência de sucessão de grupos associada a fatores físicos como velocidade da correnteza, sólidos em suspensão e turbidez, observadas com aumentos de chuvas, que fizeram diminuir a densidade de diatomáceas e aumentar a das clorofíceas.

Os fitoflagelados epifíticos foram mais abundantes no igarapé do que no rio em períodos diferentes. Assim, durante o período chuvoso, o igarapé Água Boa apresentou maiores densidades desses organismos que no rio Cauamé, provavelmente, devido à maior presença de sólidos totais em suspensão na água, maior correnteza e, consequentemente, maior dificuldade de fixação. Estes fatores agem de modo diferente sobre as algas epipélicas de pequenos cursos de água e de rios de fluxo moderado a rápido, os quais são habitados, quase que exclusivamente, por espécies de algas móveis, que podem se deslocar dos sítios de perturbação do sedimento (Wetzel, 1993). As algas verdes (clorofíceas) também apresentaram maiores densidades relativas no igarapé do que no rio durante o período chuvoso. Neste caso, a sucessão pareceu estar associada a certos nutrientes, cuja disponibilidade aumentou um pouco no igarapé durante o período chuvoso. Ainda mais, pareceu estar associada aos diferentes horários de coleta, pois Round & Eaton (1966) demostraram existir ritmos persistentes de migração vertical diária em diatomáceas, flagelados e cianobactérias epipélicas de águas correntes. Segundo estes dois últimos autores, o número de células começa a aumentar na superfície dos sedimentos antes do amanhecer, alcançando o máximo por volta de meio dia e depois diminui para atingir o mínimo antes do escurecer.

No igarapé, as diatomáceas dominaram o perifíton no período seco. No período chuvoso, ocorreu aumento das densidades de fitoflagelados e clorofíceas. No rio, ocorreu sucessão das algas verdes pelos fitoflagelados. O aumento das diatomáceas neste ambiente, parece ter sido controlado pelas algas verdes, principalmente pelas desmídias, talvez pelo maior tamanho destes organismos, que provocaria sombreamento sobre os demais, e pela facilidade de locomoção dos fitoflagelados que, no período chuvoso, foram mais abundantes. Ao contrário do que foi presentemente observado, Coesel (1982) mostrou que as desmídias exibem grande desenvolvimento em águas claras, que são naturalmente pobres em nutrientes e possuem muitas macrófitas aquáticas superiores. Em ambientes eutrofizados, Chlorococcales e Cyanophyceae apresentam estratégias de competição mais eficientes e superam as desmídias.

As diatomáceas foram mais abundantes no igarapé, corroborando dados de Castro (1999). No rio, porém, ocorreu predominância de algas verdes. As diatomáceas são boas indicadoras de ambientes ácidos, sendo utilizadas na classificação de rios da Amazônia (Uherkovich & Franken, 1980). Alencar (1998) detectou certa preferência das larvas de *Simulidium perflavum* em igarapés da Amazônia Central, na alimentação, por diatomáceas. Segundo o mesmo autor, desmídias foram as algas verdes mais abundantes (Alencar, 1998), fato este também ocorrido no rio Jaú (Castro, 1999).

Beyruth *et al.* (1998) observaram que as Bacillariophyceae têm preferência por ambientes menos degradados e são favorecidas pelos teores mais elevados de sílica e pela ocorrência de macrófitas no ambiente, enquanto que as desmídias seriam favorecidas pela presença, no ambiente, de macrófitas livre-flutuantes. Contudo, as diatomáceas foram mais abundantes na estação AB3, a despeito da maior ação antrópica local ou da dissolução de íons das rochas do leito do igarapé. As altas temperaturas fizeram com que a sílica se tornasse mais solúvel nas águas que drenam os solos na bacia Amazônica (Santos *et al.*, 1984), o que aumentou a disponibilidade deste nutriente para as diatomáceas.

Em ambientes lóticos do estado de Roraima ocorreu formação de diatomito. Este diatomito foi encontrado nas nascentes do igarapé Poraquê, afluente do rio Tacutu, situado cerca de 60km a noroeste de Bonfim. Foi relatada mineração ao redor de 50.000m³ de diatomito, apresentando a seguinte composição feita pelo Instituto Nacional de Tecnologia: SiO_2 87,97%, Al_2O_3 1,74%, Fe_2O_3-CaO 0,21%, MgO traços, MNO traços, TiO_2 traços, MNO traços, TiO_2 'nihil', matéria orgânica 3,34% e H_2O 6,55% (Oliveira, 1937). Em 1969, em relatório elaborado para para o DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral, Damião e Ramgrad observaram formação de diatomitos em garimpos das regiões dos rios Cotingo e Quinô, os quais se estendiam numa área de cerca de 800m², com espessura entre 40-80cm (espessura média de 50cm), constituídos por material muito fino e leve e composto por espículas silicosas e carapaças de diatomáceas.

Apesar desses diatomitos terem sido encontrados nos percursos de ambientes lóticos, Beigbeder (1953, 1959) afirmou que a ocorrência da rocha na região foi devido a diatomáceas de água doce, que habitavam lagos pouco profundo. No igarapé Água Boa, onde a abundância de diatomáceas foi maior se comparada com a do rio Cauamé, não foi observada formação de diatomito, possivelmente, por causa da alta acidez do ambiente, que permitiria a dissolução das carapaças de sílica, como também as altas temperaturas. Foram encontradas raras células mortas, sem conteúdo de matéria orgânica, em todas as unidades amostrais que tivemos oportunidade de examinar, que fossem suficientes para formar diatomito. Segundo Schaefer & Vale Júnior (1997), a conservação das frústulas de diatomáceas em ambientes quentes e úmidos pode ser explicada pela presença de alumínio como substitutivo na estrutura da frústula, retardando a dissolução da sílica, mesmo em ambiente pobre em sílica. Além disso, Schaefer & Vale Júnior (1997) lembraram a hipótese da não-necessidade de um paleoclima seco para justificar a conservação das carapaças das diatomáceas, pois depósitos de diatomito podem se conservar numa ampla variedade de ambientes tropicais, apesar de serem mais comuns em áreas semi-áridas dos trópicos brasileiros.

Ramgrad *et al.* (1972) chamaram atenção para a dificuldade de explorar este diatomito, por conta da falta de mercado local e de sua grande distância dos centros consumidores. Schaefer *et al.* (1994) verificaram dominância de *Eunotia* nos diatomitos do estado de

Roraima, bem como na nascente do igarapé Poraquê. Ambas localidade situam-se sobre uma antiga lagoa arrêica sobre a Formação Boa Vista (Terciário).

A proporção de rochas sedimentares é fator discriminante altamente significativo para a presença do perifiton (Biggs, 1990). Porém, nos ambientes estudados a vegetação ripária assegurou a presença do perifiton pois, nas estações de coletas, não ocorreu substrato rochoso. As diatomáceas, por serem mais abundantes e exibirem grande especificidade por determinados tipos de biótopos ripários, são, freqüentemente, usadas como bioindicadores ambientais (Pinto-Coelho, 2000). Esta vegetação ripária e, provavelmente, mais as gramíneas onde as algas perifíticas foram mais abundantes, deve fornecer algum nutriente à água. Neste sentido, Burkholder & Wetzel (1990) citaram as macrófitas como sendo fonte contínua de fósforo para as algas epífitas. Putz (1997) estudou a ciclagem de nutrientes em macrófitas e constatou que as altas taxas de renovação de nutrientes e de metabólitos podem explicar os inesperados altos valores de biomassa e produtividade das algas perifíticas, em águas pretas oligotróficas.

Entwisle (1989) afirmou que é possível inferir a provável ficoflórula na maioria das áreas ou hábitats de um determinado rio, pois determinadas espécies são mais prováveis de crescer em determinadas épocas do ano ou em certos eventos do que outras. Nesta circunstância, deve-se também levar em consideração o tempo de vida muito curto das algas e suas formas de reprodução. Segundo Moschini-Carlos (1996), a densidade de algas aumenta com a imigração e a reprodução e diminui com a emigração, a mortalidade e a herbivoria.

Nos dois ambientes ora avaliados, por não ocorrer qualquer padrão de distribuição sazonal e/ou espacial entre os grupos de algas, não foi possível inferir a ficoflórula local. Seria imprescindível aumentar o número de estações de amostragem para que se pudesse determinar, com certa precisão, as populações dentro das diversas comunidades e fazer uma avaliação mais apurada em cada ambiente separado, sem generalizações. Acreditamos que as populações dentro das novas comunidades mudem após cada enchente, pelo menos as espécies menos abundantes, pois a maioria dos substratos, principalmente o folhoso, é quase que totalmente renovado durante o ciclo hidráulico na região.

Foi observado presentemente no igarapé Água Boa, que as rodoficeas (macroalgas) ocorrem, após o período chuvoso, primeiro sobre as folhas na mesma área sombreada e mais profunda, onde já existiam antes das chuvas. Isto pode ser explicado, talvez, pelo fato de ficarem nas folhas das macrófitas submersas alguns indivíduos que resistiram à ação da correnteza e serviram de 'inóculo' para a comunidade do período pós-chuvas; e nas raízes das árvores ripárias, no fundo, na zona do interstício substrato-água ou solo-água, a correnteza, possivelmente, não exerceu efeito desprendedor ou as algas encontraram as condições ideais de luminosidade e transparência da água. Moschini-Carlos (1996) observou que as algas perifíticas apareceram com pequena abundância no substrato natural se comparado com o artificial. A autora relacionou este fato ao maior tempo de colonização ao qual o substrato natural esteve sujeito, pois as rodoficeas não estiveram presentes no substrato artificial (Moschini-Carlos, 1996).

A análise de componentes principais mostrou concentração das unidades amostrais com correlação positiva no primeiro eixo, porém, as unidades provenientes do rio e igarapé ficaram concentradas acima deste mesmo eixo. Entretanto, os valores quantitativos das densidades de organismos são bem maiores no igarapé, com exceção das algas verdes que, numericamente, são mais abundantes no rio. Fitoflagelados e algas verdes tiveram seus picos de densidade em períodos diferentes, nos dois ambientes.

A comunidade perifítica é um microcosmo com seus processos autotróficos e heterotróficos. Dentro da fina camada (bioderme) que constituem e na qual as condições físicas e químicas internas dependem das mudanças das condições da água circundante, há transporte por difusão molecular, embora em comunidades muito complexas haja certa desvinculação dos processos externos. A diferença entre as químicas dos ambientes interno e externo é menos freqüente em ambientes lóticos, pois o efeito da corrente faz com que a água externa esteja sempre renovando a água interna (Chamixaes, 1991). Estas trocas realizadas nas comunidade de algas perifíticas não parecem influenciar as mudanças físicas e químicas da água dos dois ambientes presentemente estudados. Também as mudanças de nutrientes ocorridas na água parecem não influenciar a comunidade, pois o período em que ocorreram os maiores teores de nutrientes, devido à precipitação, não coincidiu com as maiores densidades dentro da comunidade perifítica. Mesmo no período seco, parece não terem existido fatores abióticos limitantes para o desenvolvimento dos diferentes grupos de algas, pois o efeito da corrente faz com que a água esteja em processo contínuo de renovação.

Fitoflagelados foram mais abundantes no período chuvoso no igarapé e no período seco no rio, enquanto as clorofíceas foram mais abundantes no período seco no rio e mais abundantes no período chuvoso no igarapé, o que evidencia a preferência por mais nutrientes destas algas.

As unidades amostrais coletadas em novembro de 1995, nas três estações do rio [C1 (fitoflagelados, clorofíceas e diatomáceas), C2 (fitoflagelados, outros e diatomáceas) e C3 (fitoflagelados, clorofíceas e diatomáceas)], que apresentaram as densidades totais mais elevadas, relacionaram-se com a estação AB3 do igarapé, por conta dos valores mais elevados das densidades das algas perifíticas. Isto pode ser explicado porque, talvez, o perifíton do igarapé esteja utilizando nutrientes dos efluentes que o enriquecem nessa época, já que a referida estação de amostragem (AB3) possui variação espacial e encontra-se, nesse momento, numa fase intermediária entre rio e igarapé.

Clareiras abertas na mata ao longo da parte baixa dos rios são, ao que tudo indica, menos prejudiciais do que o desflorestamento dos platôs e dos vales dos igarapés, porque as primeiras não afetariam significativamente o volume d'água. Entretanto, para proteger a qualidade da água, manter uma faixa de floresta ao longo do rio seria altamente recomendável. Conforme Walker (1990, 1995), para proteger a variabilidade genética e a riqueza de espécies, cada bacia de rio, mesmo as de menor tamanho, deveria ter suas próprias reservas biológicas abrangendo cada biótopo (platôs, baixios, igapós, várzeas, etc). Para as algas perifíticas dos ambientes avaliados, a existência de mata ciliar foi fundamental tanto para definir a composição quanto a distribuição dos diferentes grupos de algas, desde que, após o período chuvoso, as algas começam a aparecer sobre raízes, caules e folhas. A presença de macrófitas aquáticas estimula o desenvolvimento da biomassa de algas perifíticas, não só por lhes oferecer substrato para fixação como também por disponibilizar-lhe grande quantidade de nutrientes provenientes de sua acumulação e decomposição (Chamixaes, 1991).

Nos dois ambientes estudados notou-se diminuição de substratos naturais para estabelecimento de perifíton.

Nos períodos muito secos, as algas filamentosas perifíticas, assim como macroalgas filamentosas bentônicas, são observadas formando verdadeiros tapetes sobre os substratos, principalmente o arenoso, porém Castro (1999) observou maior dominância de algas perifíticas no período de cheia, em águas pretas da Amazônia Central.

Os máximos de densidade dos representantes dos cinco grupos de algas ocorreram, durante a presente investigação, em alguns meses secos e alguns meses chuvosos, nas estações AB2 e AB3, formando o grupo 1 dos três grupos de unidades amostrais identificados na análise de agrupamento. Em todos esses casos, o substrato natural foi, basicamente, gramíneas (*Paspalum* sp.). Foi detectada variação espacial entre as estações de amostragem do igarapé, pois a estação AB1 apresentou uma comunidade de algas perifíticas mais diferenciada do que as outras duas (AB2 e AB3). Em outras palavras, as densidades relativas foram mais baixas no grupo 3, considerados oito dos 13 meses analisados, e cinco no grupo 2, que apresentou dados quantitativos intermediários dos 13 meses analisados. Contudo, não houve separação destes dois últimos grupos com base no tipo de substrato natural, mesmo sendo AB3 a menos impactada das três estações de amostragem.

Algumas evidências demonstradas pelas algas perifíticas, mostram uma certa preferência pelas gramíneas, que atualmente podem estar relacionadas com os pêlos que algumas delas possuem ou, ainda, por algumas possuírem impregnação de sílica na parede celular. Tais estruturas podem, além de funcionar como substrato para fixação, oferecer subsídio nutritivo para as algas, principalmente as diatomáceas.

Apesar de Ho (1979) e Moschini-Carlos (1996) terem observado pouca especificidade das algas do perifiton por substratos natural e artificial, é possível que haja uma relação de 'preferência' destas algas por determinados substratos naturais, principalmente no igarapé, onde as algas foram mais abundantes.

No rio Cauamé, ocorreu concentração de matéria orgânica em decomposição de procedência alóctone, assim como de água estagnada em áreas não-perenes do rio (período de seca) acima das estações de coleta. Durante este estudo foi observado o aparecimento de verdadeiros 'blooms' de *Spirogyra* sp. nessas águas, que serviram de alimento para os peixes aprisionados entre as rochas graças à diminuição do volume d'água. Esta matéria orgânica proporcionou formação de espuma na superfície da água, próximo das margens, provavelmente com proliferação de bactérias e aumento na turbidez devido à grande quantidade de material sólido em suspensão proveniente da lixiviação do solo. Nestas condições, a água passou de clara a branca de acordo com a classificação de Sioli (1950). No igarapé Água Boa, com o aumento da precipitação, observou-se aumento de turbidez apenas na estação 3, próximo da desembocadura do igarapé no rio Branco e, principalmente, durante a vazante, quando a composição da água nesta estação apresentou-se bastante diferente das outras duas, provavelmente pelos efluentes do matadouro público e casas no entorno do igarapé, e desmatamento da mata ciliar.

5.2.2. Perifíton: pigmentos

Retirou-se os dados referentes a clorofila *a* e feofitina, pois seus resultados não pareceram adequados, provavelmente, devido a problemas de transporte das amostras para o laboratório. Porém, os dados de pigmentos totais (clorofila *a* + feofitina) foram utilizados e mostraram não existir um padrão de sua distribuição nos diferentes meses do estudo e estações de amostragem, no igarapé Água Boa e no rio Cauamé. Ocorreram, isto sim, picos que mostraram tendência à ocorrência de maiores densidades de organismos sobre gramíneas do que sobre pteridófitas.

Para as algas perifíticas dos ambientes avaliados, a mata ciliar foi fundamental tanto na composição quanto na distribuição dos diferentes grupos, pois após o período chuvoso as algas começaram a aparecer sobre raízes, caules e folhas. As macrófitas aquáticas estimularam, até certo ponto, o desenvolvimento da biomassa de algas perifíticas, não só por atuar como substrato, mas também por constituir fonte de grande quantidade de nutrientes. Segundo Chamixaes (1991), macrófitas em fase senescente afetam a estrutura e o funcionamento da comunidade perifítica, ao aumentar a quantidade de substâncias dissolvidas.

Os valores de biomassa (clorofila *a* + feopigmentos) de algas perifíticas foram, durante um ciclo sazonal completo e em substrato natural, maiores dos que os detectados por Putz (1997) em ambientes lóticos da Amazônia Central, principalmente, por ocorrerem três picos durante o período seco, um dos quais para o igarapé Água Boa na estação de amostragem AB-3, em outubro de 1996, que coincidiu com o aumento no quantitativo de diatomáceas, e os outros dois para o rio Cauamé na estação de amostragem C-2, em dezembro de 1995 e janeiro de 1996, coincidindo, neste último mês, com o aumento quantitativo de algas verdes. Putz (1997) não observou diferenças na biomassa perifítica ao comparar substratos artificiais e naturais, apesar dos naturais terem apresentado elevada quantidade de algas verdes (*Spyrogyra* sp) e cianoficeas (*Microcystis* sp).

O igarapé Água Boa apresentou valores de pigmentos totais que variaram de 0mg.m^{-2} a 28,8mg.m^{-2}, superiores aos do rio Cauamé, que variou de 0mg.cm^{-2} a 17,4mg.m^{-2}. Não foi detectado padrão de distribuição dos valores, nem aumentos progressivos entre as estações durante o período de amostragem ou entre os dois ambientes estudados. Observou-se apenas valor mais elevado na estação AB3 do igarapé, que apresentou variação espacial entre as estações nos mesmos meses. Fato idêntico ocorreu na estação C2 do rio. Ambos eventos antes mencionados ocorreram durante o período seco, quando foram medidos os maiores valores quantitativos de pigmentos totais. Castro (1999) apresentou dados bem superiores de clorofila *a* para o rio Jaú (40,8-61,1mg.m^{-2}) do que os demais trabalhos realizados em ambientes lóticos de águas pretas da Amazônia como, por exemplo, o de Putz (1997), que referiu teores de 0mg.m^{-2} a 30,9mg.m^{-2} e encontrou também diferenças entre os valores obtidos da biomassa sobre substratos naturais e artificiais em ambientes lóticos da região amazônica. Isto se deve, provavelmente, em parte, à mistura de algas bentônicas, como *Batrachospermum* por exemplo, que foram processadas junto com o perifíton; e, noutra parte, ao uso de diferentes métodos de coleta durante as amostragens.

A biomassa de substratos naturais em ambientes lóticos variou de estação a estação, de substrato a substrato e até entre as folhas da mesma planta; porém, os maiores valores estão sobre as gramíneas devido, muito provavelmente, à maior disponibilidade deste substrato no ambiente. Fatores climáticos, nível hidráulico, regime hidrodinâmico e ação antrópica

provocaram modificações na quantidade de biomassa, conforme verificado por Castro (1999), que mostrou a existência de variação da biomassa de clorofila *a* da ordem de 60,8mg.m^{-2} em 1996 para 40,8mg.m^{-2} em 1997. Castro (1999) concluiu que a biomassa do ficoperifiton pode, durante a cheia, ser tão grande quanto a que ocorre nos sistemas aquáticos de várzea.

Os valores de pigmentos totais das algas perifíticas dos dois ambientes ora estudados não estiveram associados aos maiores valores de oxigênio dissolvido, como foi observado para clorofila *a* por Fernandes (1993), que trabalhou com substrato natural (*Typha dominguensis* Pers.). A mesma autora observou também ocorrência de variação temporal demonstrada pelos valores de clorofila *a* + feopigmentos e a análise de componentes principais para estes pigmentos, demonstrou uma tendência a maiores incrementos de biomassa ocorrendo em substratos de gramíneas e *Trichomanes hostimannianum*.

5.2.3. Influência das características abióticas sobre a comunidade perifítica

Nas áreas de floresta úmida, as águas são pobres em eletrólitos (Fittkau, 1964; Fittkau *et al.*, 1975). Conforme os mesmos autores, a ausência de luz age seletivamente sobre a vegetação aquática. A composição da água também reflete, em áreas de savana, as condições ecológicas da região e a composição geoquímica do solo, que é naturalmente pobre em eletrólitos. Acompanhando os cursos d'água existem, principalmente próximo às nascentes, florestas de 'buriti' (*Mauritia flexuosa* L.) que, em locais mais rasos, cobrem toda a largura do igarapé promovendo sombreamento. Ocorre também nessa área grande quantidade de folhas da palmeira caídas na água, que podem servir de substrato para fixação de organismos. Contudo, não foi observada presença de perifiton nesses locais, pois a água passava por baixo desse folhedo, que não permitiu passagem da luz. Em outros locais, onde o curso da água esteve coberto apenas pelo dossel das várias espécies de árvores, algas perifíticas estiveram presentes desde que houvesse penetração de luz. O sombreamento dentro da comunidade perifítica pode ocorrer devido às altas densidades de células em combinação com o aumento nos valores de clorofila ***a*** (Putz, 1997).

No início da época de chuvas (abril e maio), ocorreram grandes modificações no ambiente, sugerindo que nesses dois meses os ambientes se encontraram em fase de plena modificação, mostrando o efeito escada, com aumentos gradativos do maior número de variáveis abióticas e de densidades relativas médias das algas perifíticas.

Variações temporais da comunidade de algas perifíticas foram ocasionadas por distúrbios contínuos, tais quais velocidade do vento, correnteza, herbivoria, temperatura e intensidade de radiação solar durante o ciclo anual. Precipitação pareceu, entretanto, ter provocado o maior grau de distúrbio, denotando a não formação de padrões de distribuição espacial e temporal dos grupos de algas das distintas comunidades, causados pela instabilidade do ambiente, principalmente no decorrer do período chuvoso. Cattaneo & Kalff (1978) trabalharam com comunidades perifíticas sobre substratos naturais, em regiões temperadas, e atribuíram as mudanças sazonais de temperatura e energia luminosa, às flutuações sazonais da diversidade e riqueza de espécies.

Os grupos de algas perifíticas são renovados a cada ano, após o período chuvoso. Estes grupos possuem mecanismos para resistir às mudanças rápidas de variáveis físicas do ambiente tais como a velocidade da correnteza e as constantes oscilações dos níveis d'água (estabilidade de pulso), bem como de variáveis químicas, tornando-as mais tolerantes à

adversidade dos ambientes lóticos. Tais mecanismos certamente auxiliaram na ampla distribuição dessas algas (Pascoaloto, 1992; Necchi *et al.*, 1995). Segundo Odum (1985), estabilidade de pulso, isto é, alternância de períodos de águas baixas e altas, representa um tipo de equilíbrio contínuo e dinâmico, que favorece a produtividade e a composição de espécies nos sistemas imaturos durante seu desenvolvimento.

Cobertura pelo dossel das árvores ripícolas e tipo de fotoperíodo longo influenciaram a densidade e composição de espécies das algas perifíticas, principalmente no igarapé Água Boa. Neste ambiente, a comunidade perifítica foi, em locais com muita iluminação, constituída quase que exclusivamente de clorofíceas filamentosas, enquanto que nos locais mais sombrios e de águas transparentes e mais profundas, foi composta principalmente por rodofíceas epipsâmicas e epifíticas. Sheath & Burkholder (1985) observaram, durante o verão, ausência de algas verdes em pequenos rios da ilha Rhode, em locais onde ocorreu acentuado sombreamento pelo dossel e redução da incidência de comprimentos de onda verde e vermelho. Clorofíceas foram detectadas onde a cobertura do dossel foi pequena (Sheath & Burkholder, 1985). Sheath *et al.* (1986) também encontraram populações representativas de clorofíceas em locais onde o sombreamento foi menos intenso.

De acordo com Roos (1983), flutuações anuais são produzidas por um número de possíveis causas, tais como disponibilidade de alimento, nutrientes, luz ou substrato, inibição por algas planctônicas, infecção por fungos e predação por animais invertebrados. Pequenas mudanças sazonais (período seco e chuvoso) na composição das comunidades de algas perifíticas foram observadas nos dois ambientes ora estudados, representadas pela sucessão dos grupos e pela competição, detectadas em diferentes períodos. Segundo McIntire (1975), sucessão seriam as mudanças na estrutura da comunidade ao longo do tempo. Putz (1997) não observou mudanças sazonais na comunidade de algas perifíticas no igarapé Tarumã Mirim, de águas pretas.

Sheath *et al.* (1986) concluíram, para ambientes lóticos de regiões temperadas, que a cobertura do dossel controla os níveis de luz incidente que alcançam a superfície da água constituindo, portanto, um dos fatores que afeta a sazonalidade das comunidades de algas. Moore (1978) também demonstrou que o fotoperíodo foi uma das variáveis responsáveis pelas mudanças sazonais de comunidades de algas epipélicas, epilíticas e epifíticas em rio eutrófico do sul da Inglaterra.

No período seco, o fitobentos (material epipsâmico) colonizou quase toda extensão do sedimento, onde não ocorreram grandes impactos. Constituíram exceção as algas filamentosas, cianofíceas e clorofíceas, que sempre apareceram em locais de maior correnteza, com maiores turbulência e penetração da luz, enquanto que o epifíton (material sobre folhas) se apresentou copioso em algumas folhas que aparentemente possuíam a mesma idade e noutras não.

Algumas modificações nos ambientes aquáticos são ocasionadas por mudanças da temperatura, mudanças estas que, quando bruscas, podem provocar danos irreparáveis a certas comunidades nesses ecossistemas. A temperatura é responsável pela dissociação dos gases na água e faz, por conseguinte, com que esta perca oxigênio dissolvido para a atmosfera, levando à mortalidade de peixes e modificando o metabolismo de alguns organismos aquáticos. A temperatura pode, além disso, aumentar a velocidade do processo de decomposição vegetal e/ou animal (Esteves, 1998).

Segundo Henry (1990), alterações na temperatura das águas de um sistema lótico podem ocasionar modificações qualitativas e quantitativas nas suas comunidades biológicas.

Mas, jamais foram observadas modificações perceptíveis nas comunidades de algas perifíticas em ambos sistemas que estudamos, que fossem ocasionadas pela temperatura do tipo, por exemplo, das modificações drásticas ocasionadas pela precipitação pluvial, que arrancaram o substrato e carrearam o perifiton. Isto pode ser explicado pelo fato da temperatura ter sido quase constante durante os dois períodos climáticos abrangidos pelo presente estudo (chuvoso e seco) e às variações pequenas também entre o dia e a noite. Esteves (1998) afirmou que tanto em ambientes tropicais quanto nos temperados, a temperatura está sempre acima dos valores limitantes do crescimento das algas. Rodrigues (1998) observou perfil térmico praticamente homogêneo no rio Paraná, nos períodos de águas baixas e águas altas, onde o fluxo da corrente tendeu a homogeneizar a coluna de água. A homogeneização da temperatura não acarretou, provavelmente, respostas fisiológicas rápidas por parte das algas perifíticas, como ocorre em ambientes temperados.

A maior incidência de radiação provoca aumento de temperatura, principalmente nas margens do rio Cauamé, mostrando haver certa preferência das clorofíceas epipsâmicas e epifíticas, em geral das formas filamentosas, por temperaturas mais altas e pequenas profundidades, desde que ocorrem mais nas margens. Grandes quantidades de representantes de cianofíceas e clorofíceas foram observadas em locais muitos rasos, no período de vazante, nos quais as temperaturas eram mais altas e ocorreram grandes quantidades de ferrobactérias. Steinman & McIntire (1987) mencionaram que clorofíceas seriam as algas que, aparentemente, estariam melhor adaptadas para utilizar altas irradiações luminosas, o que justificaria a presença de grandes populações destas algas mais no rio Cauamé do que no igarapé Água Boa, provavelmente, por estarem sujeitas a maior irradiação devida à ausência da cobertura do dossel. Contudo, no igarapé Água Boa as clorofíceas foram mais abundantes no período chuvoso, a despeito da menor irradiação luminosa. Tal aumento das clorofíceas no igarapé pode ser justificado pela redução da competição com as diatomáceas e/ou aumento de nutrientes no período.

Em locais mais profundos do rio Cauamé não foram observadas algas perifíticas devido, muito possivelmente, à pequena penetração da luz, à correnteza e à falta de substrato para fixação (ausência de macrófitas submersas). Presença de macrófitas submersas e flutuantes favorece a fixação do perifiton e a redução da velocidade da água propicia melhores condições para seu desenvolvimento. No igarapé Água Boa, entretanto, a luz alcança o fundo, fazendo com que a pteridófita *Trichomanes hostimannianum* (Kl.) Kunze, cujas folhas são constituídas apenas por uma camada de células, esteja adaptada às oscilações das variações do nível d'água e consiga, por conseguinte, sobreviver. Apesar da grande área de inundação e do aumento da profundidade do igarapé, a pteridófita resiste às grandes perturbações físicas provocadas pelas chuvas. No período de vazante, quando as plantas de *Trichomanes* já podem ser visualizadas, não se vê algas perifíticas, pois as mesmas foram carreadas pela correnteza.

Sucessão ou meramente envelhecimento das algas colonizadoras primárias pode implicar na sucessão das algas epífitas (perifiton secundário) e na troca de biomassa (Chamixaes, 1991). No igarapé e no rio presentemente estudados, a comunidade sofreu inúmeras perturbações devidas ora à precipitação, com as freqüentes inundações que removeram as comunidades aderidas às macrófitas, e ora aos ventos, à predação ou à ação do homem. Tais perturbações fizeram com que as comunidades do perifiton parecessem estar sempre em fase inicial de crescimento.

No período seco, os indiivíduos de *T. hostimannianum* ficaram acima do nível da água. Nessa condição, forma-se um estolão, que permite sua propagação vegetativa, e acompanha a descida do nível da água. Neste momento, as plantas de *Trichomanes* encontram-se em senescência fora da água. Estas pteridófitas ficam, então, repletas de perifiton em ambos lados dos folíolos (com uma camada de células), mesmo à profundidade de mais de 1,30m, onde se mantém viva. O grupo de algas mais freqüente nestas condições foi diatomáceas que, apesar de suas carapaças de sílica e da profundidade do ambiente ser de mais de 1,70m, durante o período seco, apresentou muitas formas distintas de agregação e colonização, com diferenças populacionais; e reproduziu-se muito bem nesse substrato e nessa profundidade, mesmo com toda cobertura do dossel de folhas, que impede um longo período de irradiação luminosa direta.

A variação longitudinal da diversidade de espécies em pequena escala, em um pequeno riacho e num rio de tamanho médio, ambos situados no sudeste do Brasil, esteve fortemente associada à intensidade luminosa (Necchi & Moreira, 1995).

Sobre folhas de *Typha dominguensis* Pers., a estrutura da comunidade perifítica variou espacialmente em função da distribuição dos organismos no ambiente e, conseqüentemente, da forma de aderência ou agregação dos mesmos no substrato (Fernandes, 1993): Nos dois ambientes atualmente avaliados, entretanto, não existiu correlação entre a distribuição dos grupos de algas e os diversos microhábitats em que ocorreram.

Sobretudo nos locais onde a atividade humana foi maior, foram observadas as formas filamentosas de cianoficeas e clorofíceas, principalmente, nos três últimos meses do período seco. Formas filamentosas de cianoficeas foram observadas em elevadas densidades por Fernandes (1993) durante épocas do verão.

Os trabalhos de Whitton (1975), Moore (1978) e Steinman & McIntire (1987) reforçam a importância da qualidade e da intensidade de luz na sazonalidade das algas em ambientes lóticos; e o de Sheath & Harlin (1988), a necessidade de fotoperíodos adequados para a reprodução da maioria dos grupos de algas. Necchi *et al.* (1991) levantaram a possibilidade de que, aparentemente, a precipitação, junto com o fotoperíodo, sejam os determinantes da presença da maior parte das espécies de algas num dado ambiente; e Branco (1996) afirmou que irradiância e velocidade da correnteza são fatores que influenciam a amplitude e o direcionamento da sucessão das comunidades de algas naqueles ambientes.

No período seco, além das perturbações provocadas pelas altas descargas de água causadas pelas precipitações ocasionais, foi também observado 'grazing' por pequenos peixes e, inclusive, por uma cobra coral. Castro (1999) observou, no rio Jaú, diversos organismos aquáticos alimentando-se desta comunidade e, entre eles, camarões e alevinos de 'acará'. Sabater & Sabater (1992) observaram que as altas descargas de água decorrentes das precipitações pluviais em certos locais causaram, durante a primavera, danos às comunidades epilíticas e epífitas no rio Mediterrâneo.

O igarapé apresentou-se mais ácido do que o rio, o que favoreceu a presença de rodoficeas (Golterman *et al.*, 1978), uma vez que o pH determina a forma presente de carbono inorgânico. Assim, em pH inferior a 6,4 a forma dominante de carbono inorgânico é HCO_3^- (ácido carbônico), que beneficia as espécies de *Batrachospermum* que, por sua vez, não utilizam bicarbonato, que é a forma dominante em pH mais elevado (Raven & Beardall, 1981). Plantas de *Batrachospermum* podem servir de substrato para algas perifíticas, tendo-se observado grande número de diatomáceas, principalmente *Actinella* e *Eunotia*, representantes

típicas de águas ácidas (Putz & Junk, 1997) sobre exemplares dessas rodoficeas. Castro (1999) mencionou ser o pH fator chave na estruturação da comunidade do ficoperifíton no canal central do rio Jaú. Durante o período seco no igarapé Água Boa, os valores de pH podem estar influenciando na composição florística da comunidade ficoperifítica, por estarem, em alguns meses, próximos dos valores letais da maior parte dos ácidos, que começam a se manifestar próximo do 4,5, enquanto que a maioria das bases, começam a se manifestar perto do 9,5 (Wetzel, 1993). pH não parece ser responsável pela estrutura florística da comunidade durante o período chuvoso, em ambos ambientes, pois ficou sempre próximo do neutro.

O aumento do teor de nutrientes na água por lixiviação do solo, apesar de tornar os ambientes mais ricos no período chuvoso, não favorece a proliferação de algas perifíticas, pois estas não conseguem se fixar aos substratos, que ficam submersos em profundidades relativamente maiores, devido ao surgimento de grandes áreas de várzea durante esse período e ao subseqüente aumento de turbidez, sólidos em suspensão e velocidade da correnteza tanto no rio quanto no igarapé. Estas modificações provocam grandes perturbações em ambos sistemas, ocasionando morte das macrófitas aquáticas, que são arrastadas e levam junto as algas perifíticas. Além disso, cai a eficiência fotossintética das macrófitas, pois as águas passam de transparentes no período seco a brancas nos rios e em alguns pontos dos igarapés no período chuvoso (Sioli, 1950), como ocorreu na estação AB3 do igarapé. Goulding *et al.* (1988) sugeriram que o ficoperifíton pode absorver os nutrientes liberados pelo metabolismo das árvores no rio Negro. Castro (1999) sugeriu o mesmo para o rio Jaú no período de cheia.

Durante o período chuvoso, ocorre mortalidade das macrófitas e de parte das algas perifíticas. Muito provavelmente, tanto algumas macrófitas quanto certas algas conseguem formar estruturas de resistência, cistos, que lhes permitirão passar esse período e voltar a proliferar na vazante, quando novas comunidades voltarão a se formar sobre novos substratos folhosos, exceto sobre *T. hostimannianum* que resistiu ao período de chuvas. Redução da biomassa por perturbações em locais antecipados de meandros parece, durante o período chuvoso, ser mais forte tanto no rio quanto no igarapé. Na estação AB2 do igarapé Água Boa, em agosto (período de vazante) as densidades de algas aumentaram, provavelmente, por conta dos excrementos de gado vacum observados nas margens do corpo d'água, provenientes do matadouro público situado logo à montante.

Verificou-se que o aumento da produção de algas perifíticas ocorre no período seco, quando águas são mais pobres em nutrientes e também mais ácidas, com menores intensidades de perturbações. Alves (1993) sugeriu que o perifíton em florestas inundadas é uma comunidade limitada por nutrientes. Contudo, também sugeriu que o perifíton de igarapés tem capacidade de remover nitrato.

Em águas pretas, possuidoras de grande quantidade de ácidos húmicos e fúlvicos e, por isso, altamente ácidas, acreditamos que tanto no período seco quanto no chuvoso a acidez constitua fator limitante para desenvolvimento da biota, ou seja, de algas perifíticas e planctônicas, bem como de macrófitas aquáticas que servem de substrato natural para as formas epífitas. As espécies estão altamente adaptadas a estes ambientes.

Ocorreu também aumento de turbidez durante o período chuvoso, devido à maior quantidade de material sólido em suspensão, que diminuiu a extensão da zona eufótica e interferiu na produção primária e na diminuição das densidades relativas das espécies de algas perifíticas mais abundantes (diatomáceas e algas verdes). Tal aumento de turbidez ocasionou, ainda, diminuição dos processos natatórios e respiratórios das algas, pois penetração e

intensidade da luz estão, em qualquer corpo d'água, diretamente relacionadas com a turbidez (Maitland, 1990).

Penetração e intensidade da luz em qualquer corpo d'água estão diretamente relacionadas com a turbidez (Maitland, 1990). Nos ambientes que estudamos, ocorreu aumento de turbidez no período chuvoso, por aporte de material sólido em suspensão, que diminuiu a extensão da zona eufótica e interferiu na produção primária e na diminuição das algas perifíticas mais abundantes como, por exemplo, diatomáceas e algas verdes.

A quantidade de sílica nos dois sistemas estudados, igarapé Água Boa e rio Cauamé, propiciou desenvolvimento de diatomáceas. Mas, quase não foram encontradas frústulas vazias desses organismos, talvez devido às altas temperaturas, que aceleraram a taxa de solubilidade do ortossilicato e provocaram, paralelamente, liberação da sílica das carapaças presentes no sedimento, processo este que depende, mais do que tudo, da temperatura (Esteves, 1998). A despeito disso, depósitos de diatomito são documentados para o estado de Roraima (BRASIL, 1975). Esteves (1998) afirmou que a temperatura em ambientes tropicais, por se situar sempre acima do limite para o crescimento das algas, não mostra efeito significativo sobre a variação temporal das mesmas, como ocorre nas regiões temperadas.

Diatomáceas foram mais abundantes na estação AB3, provavelmente, por conta dos maiores teores de sílica e fosfato nesse local. Sommer (1988) afirmou que uma relação ortossilicato:fosfato da ordem de 1:1 favoreceria o desenvolvimento de diatomáceas em detrimento de outros grupos de algas. Riber *et al.* (1983) disseram que a liberação de fósforo pelas macrófitas pode favorecer o desenvolvimento das algas perifíticas.

A cobertura do dossel pode ter auxiliado na absorção da sílica pelas diatomáceas, já que a taxa de absorção no escuro é maior do que no claro (Steinberg & Melzer, 1982).

Apesar da sílica ter amplitudes pouco maiores no rio Cauamé do que no igarapé Água Boa durante o período seco, este fato não favoreceu as diatomáceas, pois as algas verdes (clorofíceas) e os fitoflagelados, parece, desenvolveram-se melhor no rio.

As modificações que ocorreram na estação AB3 do igarapé no período seco (aumento dos teores de fosfato, magnésio, ferro total, alcalinidade e compostos nitrogenados) provocadas pela ação antrópica e dos efluentes do matadouro público estão, muito provavelmente, servindo de suporte nutritivo para o perifíton, desde que foi esta, dentre todas, a estação que apresentou as maiores densidades de organismos e os maiores valores de sólidos totais nesse período. Estes dados corroboram as afirmações de Esteves (1998), de que a eutrofização artificial da água, graças ao maior aporte de efluentes domésticos, auxilia no aumento do número de organismos das populações das imediações.

A análise de agrupamentos providenciada para os diferentes grupos taxonômicos de algas perifíticas ora enfocados revelou que as diatomáceas se organizaram de modo a diferenciar os dois ambientes, igarapé e rio. Assim, o igarapé, cujas águas são mais transparentes e ácidas, apresentou número mais elevado de organismos de diatomáceas na estação AB3, que recebe os efluentes do matadouro público. Além disso, formaram-se grupos menores no rio do que no igarapé. Pode-se entender daí que diatomáceas parecem ser bons indicadores de qualidade do ambiente. Estudos realizados com algas do perifíton têm demonstrado que as mesmas são excelentes bioindicadores de qualidade da água e de seu estado trófico (Sladeckova, 1962); e da presença de substâncias tóxicas na água devido ao acúmulo de poluentes como, por exemplo, elementos radioativos, herbicidas e inseticidas (Klapwijk *et al.*, 1983).

Geralmente, as alterações do nível da água provocam mudanças na transparência da água e na dinâmica de nutrientes do ecossistema e esta flutuação pode, portanto, ocasionar condição de 'stress' no ambiente alterando, consequentemente, a estrutura da comunidade de algas perifíticas, onde ocorre alta diversidade nos períodos em que o nível da água é baixo e baixos valores quando o nível da água é alto (Moschini-Carlos, 1996), corroborando com os dados observados no igarapé Água Boa e rio Cauamé.

No rio Cauamé, as algas perifíticas jamais apresentaram aumento quantitativo de densidade na estação C1 graças, ao que tudo indica, ao aporte de efluentes via igarapé Caranã. Porém, a estação C3 apresentou redução de mais de 50% da densidade de organismos, por conta de sua maior profundidade durante o período seco e por ser o local mais utilizado pelos banhistas, que pulam das árvores na água fazendo com que o efeito "stress" seja considerável sobre a comunidade perifítica. As perturbações representadas pela precipitação pluvial sobre as algas perifíticas foram bem evidentes nas estações C1 e C2, em maio, sete dias após as chuvas (total precipitado = 210,2mm); em junho, nas estações C2 e C3; em fevereiro na estação C3; em julho nas três estações de amostragem; e em agosto nas estações C1 e C3.

A hipótese da perturbação intermediária de Connell (1978), oriunda do estudo de florestas pluviais tropicais, relaciona baixa diversidade com a ausência ou presença de perturbações muito intensas; e a alta diversidade com a ocorrência de distúrbios moderados de freqüência intermediária. Esta hipótese foi aplicada por Ács & Kiss (1993) ao perifiton aderido a substrato artificial no rio Danúbio. Os ditos autores observaram que as inundações são responsáveis pelos mais significativos distúrbios na comunidade perifítica, que levaram à diminuição da diversidade com a elevação do nível d'água e que quando ocorreu diminuição do nível d'água a comunidade continuou aderida ao substrato, reproduzindo-se rapidamente. A análise de componentes principais mostrou que durante o período chuvoso, quando foram detectados os maiores teores de nutrientes dissolvidos, principalmente no rio, devido às grandes perturbações causadas pela precipitação, houve diminuição da densidade de algas perifíticas, mostrando que a variação da diversidade ocorre em função das alterações impostas pelo ciclo hidráulico do sistema.

Os ambientes lóticos exibem grande variabilidade na concentração e composição dos íons conforme o trecho considerado, dependendo das condições de chuvas, natureza do solo, rochas e vegetação existentes, que determinará a colonização, a produção e a distribuição de diversos organismos (Payne, 1986).

No período de 1967 a 1976, o total acumulado de chuva na região em que se situam os dois ambientes estudados foi 14.690,5mm, que se distribuíram de março a novembro e determinaram apenas três meses de seca (dezembro, janeiro e fevereiro). De 1987 a 1996, o período de chuvas foi reduzido a seis meses (abril a setembro) e o total da precipitação acumulado nesses 20 anos diminuiu para 12.020,5mm, com perda de 2.670mm por conta da ação antrópica representada por desmatamentos, queimadas e eventos como "El Niño". Redução da extensão do período chuvoso e da quantidade de chuvas no período devem, como conseqüência, ter causado grandes modificações na estrutura e distribuição das algas do perifiton. Variaram, por exemplo, suas fases de desenvolvimento, já que o estresse causado pelas precipitações diminuiu com a progressão do período seco, a fixação do substrato natural, as reduções dos níveis d'água e os pulsos das enchentes. Porém, Junk *et al.* (1989) consideraram pulso da enchente a principal força responsável pela existência, produtividade e interações nos sistemas lóticos.

O dia que mais choveu no período de 30 anos, que foi de 1967 a 1997, foi 16 de maio de 1996, com 90,6mm de precipitação. Somado este valor aos dos dias anteriores às coletas totalizaram em seis e sete dias, respectivamente, 191,4mm e 210,2mm, fazendo com que ocorressem aumentos bruscos no volume de água e na profundidade dos leitos do rio e do igarapé. Tanto o aumento do volume de água quanto o da profundidade do leito provocaram considerável distúrbio nas algas perifíticas, representado pela diminuição brusca da densidade de organismos no mesmo período nas três estações hidrológicas, fato este melhor observado no igarapé.

Chuvas ocorreram em 162 dias durante o período de estudo e as maiores concentrações de precipitação foram registradas de maio a agosto, conforme pode ser visto no quadro abaixo:

MESES	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	TOTAL
DIAS	6	6	6	7	T	8	26	29	27	21	12	5	9	162

T= traços de chuvas.

As algas perifíticas apresentaram flutuações na quantidade de organismos e na composição florística de sua comunidade. As maiores densidades foram medidas no período seco, porém, não foi detectado qualquer padrão de distribuição entre os diferentes grupos taxonômicos nas distintas estações do ciclo hidrológico. No período chuvoso foi observado o efeito "wash-out", ou seja, perda de perifiton ocasionada pela perda de organismos através da correnteza. A velocidade da correnteza é um dos fatores que exerce maior influência no crescimento e na distribuição das algas nos rios, interferindo diretamente na produtividade e na estrutura da comunidade de algas (McIntire, 1966, 1975; Horner & Welch, 1981; Traaen & Lindstrom, 1983).

Chamixaes (1991) considerou precipitação, temperatura, vazão, velocidade da corrente e concentração de nitratos as principais funções de força reguladoras da biomassa e da produção primária do perifiton no Ribeirão do Lobo, no estado de São Paulo. Fosfatos totais também estimularam a produção e a biomassa perifítica no outono, quando os teores destes sais foram os mais elevados de todo o período deste presente estudo.

Charlton *et al.* (1981) determinaram no Canadá, através da análise de variáveis físicas e químicas, que a carga de sedimentos durante operações em áreas de mineração poderia acarretar mudanças drásticas na flórula bêntica. Comentaram, ainda, que uma produção elevada de algas afetaria as populações de invertebrados e peixes, refletindo na química dos rios.

Na extensão estudada do rio, o crescimento constante da população, a construção de habitações próximas às margens e o aumento descontrolado da atividade pesqueira provocaram diminuição da quantidade de peixes, tendo-se observado pequeno pastoreio praticado pelos peixes, ao contrário do igarapé, onde os poraquês, como várias outras espécies de peixes, tem grande participação na herbivoria sobre o perifiton.

Foram verificados aumento dos valores de amônio e nitrito no rio e diminuição de silicato no igarapé. Segundo Wetzel (1993), aumento do teor de compostos nitrogenados em rios e lagos provém, freqüentemente, de atividade agrícola, de esgotos e da poluição atmosférica de origem antropogênica. Aumento da quantidade de amônio na água dos dois

ambientes no início das chuvas ocorreu, provavelmente, pela mineralização de produtos originados da lixiviação, com aumento da quantidade de espumas, que sugerem a presença de bactérias decompositoras por processo natural.

Nos primeiros dias de chuva no rio, quando ocorreu aumento da quantidade de amônio e quando o 'inverno' foi forte, as praias ficaram rapidamente cobertas por água contendo muito material sólido em suspensão. Nessa época, a população parou de freqüentar as praias e, mais do que tudo, deixou de banhar-se no rio. Graças a essas atitudes, o aumento dos teores de amônio não causaram efeitos nocivos às populações. Concentrações elevadas de amônio em águas alcalinas podem ser fatais aos organismos (Carmouze, 1994), pois as concentrações elevadas de amônio interferem no transporte de oxigênio e, em condições extremas, reduzem a reprodução e o crescimento dos peixes (Hynes, 1960). Porém, mesmo com o aumento da concentração de amônio não foi observada morte de peixes, sugerindo haver alguma adaptação dos mesmos aos índices detectados, já que a quantidade de oxigênio dissolvido não diminui muito na época de enchente.

Amônio é a forma de nitrogênio mais consumida pelas plantas na zona fótica, por exigir menor dispêndio de energia (Wetzel, 1993). Com o início das chuvas, ocorre redução da zona fótica e aumento do teor de amônio na água causado pela lixiviação do solo e formação de várzea. Com o aumento da quantidade de sólidos em suspensão, ocorre diminuição das densidades relativas e, até mesmo, total desaparecimento das algas perifíticas, algas bentônicas, macrófitas aquáticas e, provavelmente, também do fitoplâncton em alguns trechos dos dois ambientes ora avaliados. Nesses trechos, consequentemente, também não ocorre consumo de amônio. Posteriormente, sobrevirá redução do amônio na época de cheia. Isto leva à dedução de que as bactérias naturais exerçam grande atividade nesses ambientes consumindo o amônio.

Segundo Hynes (1970) e Moore (1978), os teores de nutrientes nitrogenados, fósforo e silicato, bem como velocidade, turbidez, temperatura, luminosidade, condutividade elétrica, pH, alcalinidade, oxigênio dissolvido e gás carbônico na água são as variáveis que estão mais relacionadas com a distribuição das espécies em ambientes lóticos. Putz (1997) estudou a luz em diferentes sistemas aquáticos amazônicos e indicou-a como um dos principais fatores limitantes da produção de algas perifíticas. Fato idêntico foi, presentemente, observado no igarapé Água Boa, em locais onde ocorreu muito sombreamento pelo dossel.

As algas utilizam, via pigmentos fotossintetizantes, energia luminosa na conversão de dióxido de carbono e água em complexas moléculas orgânicas. Em se tratando de um processo químico, ele é mais influenciado pela temperatura do que por efeitos relacionados à luz. A luz influencia a polaridade, a morfogênese e o fototropismo nas algas. Além disso, também pode influir no metabolismo, no movimento, na reprodução e na distribuição das algas no tempo e no espaço. A temperatura está mais relacionada com a velocidade dos processos químicos, mas também está envolvida na distribuição das espécies na natureza (Round, 1968).

As formas inorgânicas dissolvidas são, em geral, mantidas num nível de concentração muito baixo no meio (Carmouze, 1994). Os ambientes naturais apresentam, por sua vez, teores baixos dessas mesmas formas e são, por isso, considerados pobres em nutrientes. Nestas condições, biomassa e biodiversidade perifítica (algas) são altas porque, provavelmente, os elementos biogênicos são utilizados de maneira eficiente pela biota.

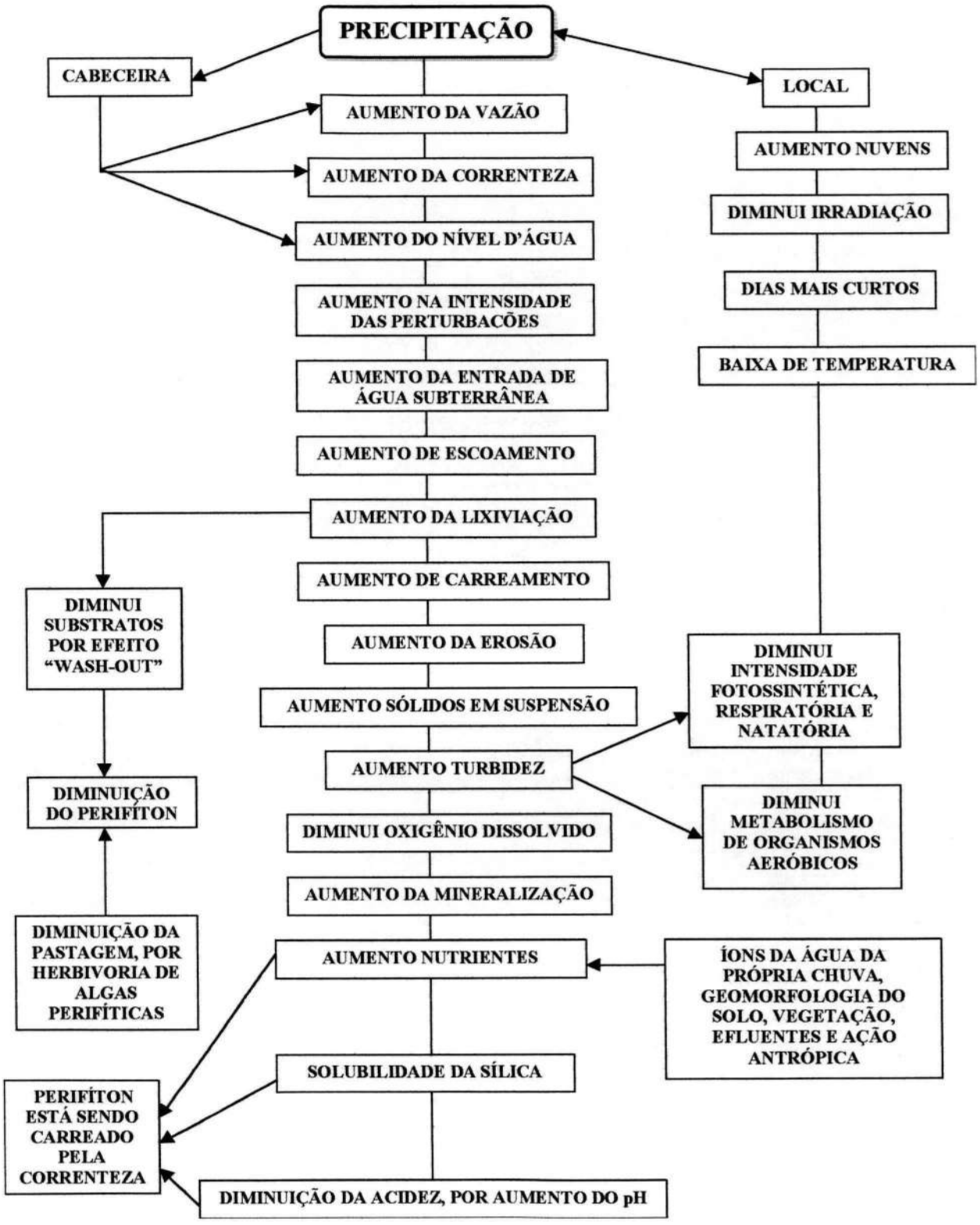
Com a remoção do horizonte superior da Formação Boa Vista, os blocos concrecionados ferruginosos da drenagem no pediplano rio Branco ficam expostos (BRASIL, 1975) e sofrem forte ação de ferrobactérias, principalmente durante a vazante. No presente

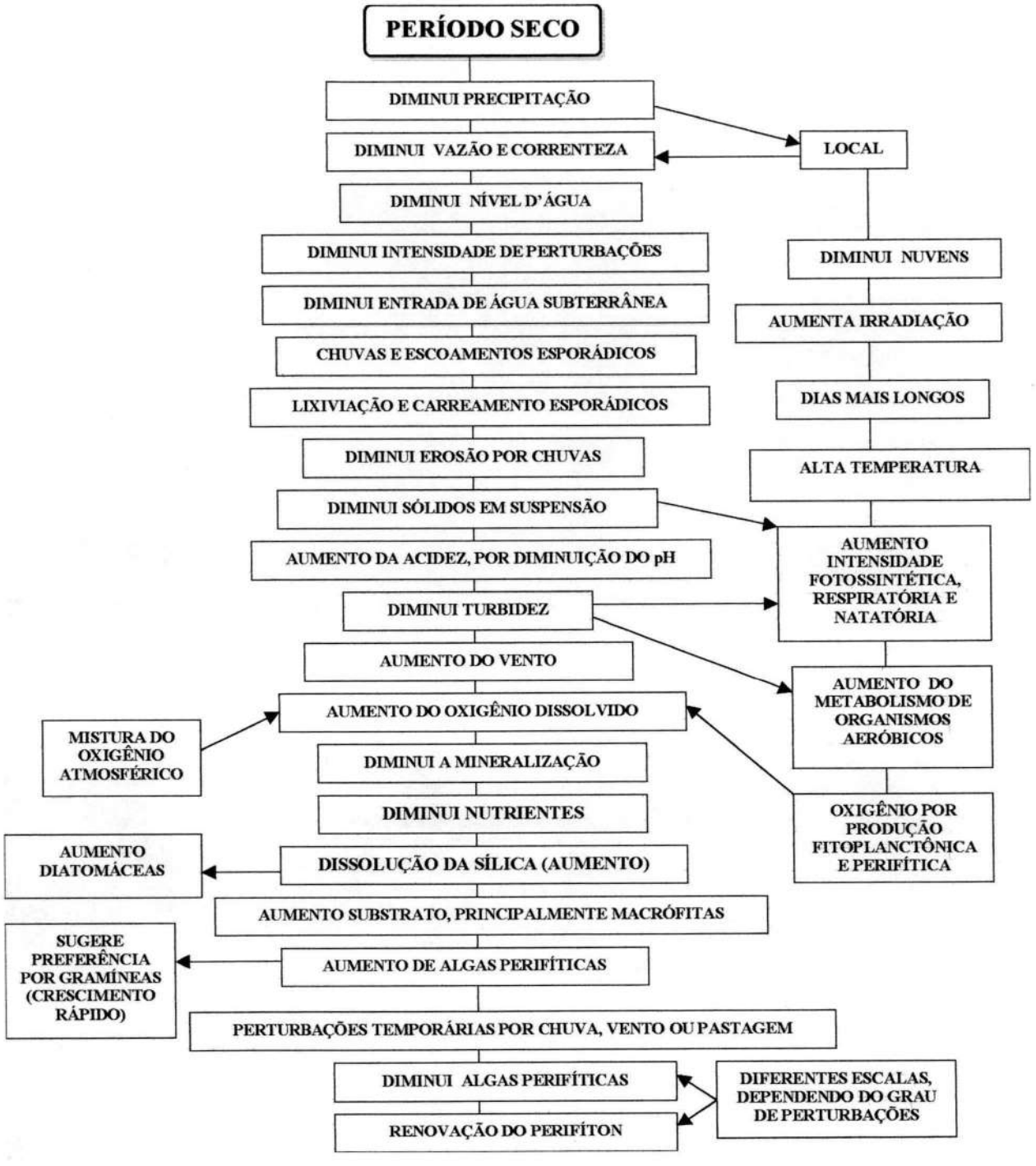
caso, foi observado grande aporte de líquido ferruginoso drenado para os igarapés, na maioria intermitentes, provocando aumento do teor de ferro neste mesmo período em ambos ambientes estudados. Isto aconteceu tanto durante a vazante quanto durante a seca. Essas ferrobactérias formaram, então, como se fosse uma gelatina aderida às macrófitas aquáticas, sobre a qual e no interior da qual proliferaram algas perifíticas. Tal observação sugeriu que o ferro deve ter certa importância na fixação da bioflórula nesses ambientes.

Putz (1997) viu certas algas perifíticas envoltas em mucilagem, fato que pareceu ser uma condição regular nas amostras do igarapé Tarumã Mirim, de águas pretas; e que camadas densas de muco, com cerca de 5mm de espessura, envolviam todas as superfícies vegetais inundadas. Viu também que estas camadas eram de origem bacteriana, porém, também continham hifas fúngicas (Putz, 1997). Observou-se, durante a presente pesquisa, grande quantidade de bactérias ferruginosas nas margens de ambos sistemas, sempre associadas ao aumento de biomassa das macrófitas e de algas perifíticas nas épocas de vazante e seca. Wetzel (1983) observou os padrões de colonização durante os processos de sucessão da comunidade perifítica e referiu-se a bactérias e fungos como sendo colonizadores iniciais. Fernandes (1993) descreveu as bactérias como colonizadores iniciais e disse que o tempo de colonização pode variar desde horas até alguns dias. A mucilagem pode, em geral, funcionar como componente 'isolante' e pode levar a estimativas falsas, de produtividade elevada, em águas pretas (Putz, 1997). Nas águas brancas, Putz (1997) observou completa ausência dessas camadas de mucilagem, de modo que as estimativas de produtividade podem ser consideradas verdadeiras e seguras.

O regime hidráulico expresso pela interação seca-cheia funciona, em áreas alagáveis da Amazônia, como um elemento regulador da produtividade do sistema (Fisher, 1978a; Junk, 1980). Aliado à atividade humana age como função de força atuante na composição e distribuição das algas perifíticas nos dois ambientes presentemente estudados, rio e igarapé.

Segundo Dudgeon (1992), a correnteza da água é fator fundamental na distribuição e abundância dos organismos em córregos. Igualmente importante é a quantidade de material dissolvido e em suspensão na água, seja de origem orgânica ou inorgânica. Todavia, todo processo de modificação ocorre em decorrência da precipitação no próprio local ou nas cabeceiras dos corpos d'água. As alterações das variáveis bióticas e abióticas ora avaliadas, as quais apresentaram um tipo de distribuição que acompanhou as chuvas da região Amazônica, mostraram-se relacionadas com as flutuações do nível d'água nos ambientes lóticos, fenômeno cíclico anual ocasionado pela precipitação, demonstradas nos fluxogramas que se seguem:


PRECIPITAÇÃO
CABECEIRA
LOCAL
AUMENTO DA VAZÃO
AUMENTO DA CORRENTEZA
AUMENTO DO NÍVEL D'ÁGUA
AUMENTO NA INTENSIDADE DAS PERTURBACÕES
AUMENTO DA ENTRADA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA
AUMENTO DE ESCOAMENTO
AUMENTO DA LIXIVIAÇÃO
AUMENTO DE CARREAMENTO
AUMENTO DA EROSÃO
AUMENTO SÓLIDOS EM SUSPENSÃO
AUMENTO TURBIDEZ
DIMINUI OXIGÊNIO DISSOLVIDO
AUMENTO DA MINERALIZAÇÃO
AUMENTO NUTRIENTES
SOLUBILIDADE DA SÍLICA
DIMINUIÇÃO DA ACIDEZ, POR AUMENTO DO pH
AUMENTO NUVENS
DIMINUI IRRADIAÇÃO
DIAS MAIS CURTOS
BAIXA DE TEMPERATURA
DIMINUI INTENSIDADE FOTOSSINTÉTICA, RESPIRATÓRIA E NATATÓRIA
DIMINUI METABOLISMO DE ORGANISMOS AERÓBICOS
ÍONS DA ÁGUA DA PRÓPRIA CHUVA, GEOMORFOLOGIA DO SOLO, VEGETAÇÃO, EFLUENTES E AÇÃO ANTRÓPICA
DIMINUI SUBSTRATOS POR EFEITO "WASH-OUT"
DIMINUIÇÃO DO PERIFÍTON
DIMINUIÇÃO DA PASTAGEM, POR HERBIVORIA DE ALGAS PERIFÍTICAS
PERIFÍTON ESTÁ SENDO CARREADO PELA CORRENTEZA


PERÍODO SECO
DIMINUI PRECIPITAÇÃO
DIMINUI VAZÃO E CORRENTEZA
LOCAL
DIMINUI NÍVEL D'ÁGUA
DIMINUI INTENSIDADE DE PERTURBAÇÕES
DIMINUI NUVENS
DIMINUI ENTRADA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA
AUMENTA IRRADIAÇÃO
CHUVAS E ESCOAMENTOS ESPORÁDICOS
DIAS MAIS LONGOS
LIXIVIAÇÃO E CARREAMENTO ESPORÁDICOS
ALTA TEMPERATURA
DIMINUI EROSÃO POR CHUVAS
DIMINUI SÓLIDOS EM SUSPENSÃO
AUMENTO INTENSIDADE FOTOSSINTÉTICA, RESPIRATÓRIA E NATATÓRIA
AUMENTO DA ACIDEZ, POR DIMINUIÇÃO DO pH
DIMINUI TURBIDEZ
AUMENTO DO VENTO
AUMENTO DO METABOLISMO DE ORGANISMOS AERÓBICOS
AUMENTO DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO
MISTURA DO OXIGÊNIO ATMOSFÉRICO
DIMINUI A MINERALIZAÇÃO
DIMINUI NUTRIENTES
OXIGÊNIO POR PRODUÇÃO FITOPLANCTÔNICA E PERIFÍTICA
AUMENTO DIATOMÁCEAS
DISSOLUÇÃO DA SÍLICA (AUMENTO)
AUMENTO SUBSTRATO, PRINCIPALMENTE MACRÓFITAS
SUGERE PREFERÊNCIA POR GRAMÍNEAS (CRESCIMENTO RÁPIDO)
AUMENTO DE ALGAS PERIFÍTICAS
PERTURBAÇÕES TEMPORÁRIAS POR CHUVA, VENTO OU PASTAGEM
DIMINUI ALGAS PERIFÍTICAS
DIFERENTES ESCALAS, DEPENDENDO DO GRAU DE PERTURBAÇÕES
RENOVAÇÃO DO PERIFÍTON

As algas não aproveitaram o aumento da disponibilidade de nutrientes durante o período chuvoso, além do que diminuiu a eficiência do processo de fotossíntese devido à falta de iluminação adequada causada pelo aumento da turbidez.

A análise de agrupamentos providenciada separou os dois ambientes, rio e igarapé, mostrando diferenças na composição das variáveis bióticas e abióticas de ambos. Ocorreu formação de três grupos tanto no rio quanto no igarapé, sendo os períodos seco e chuvoso os responsáveis pela separação de tais grupos. No rio, os meses que coincidiram com a enchente (abril e maio) ficaram separados constituindo um grupo; os meses de cheia e vazante formaram o segundo grupo; e os demais meses, de seca, formaram o terceiro e último grupo, excetuando-se as três estações de coleta no rio em novembro de 1995, que ficaram juntas às do igarapé por conta das grandes densidades de diatomáceas e algas verdes.

O período chuvoso só começou a influir na composição química do igarapé em maio, um mês após o início das chuvas (em abril, 104,06mm). Esta influência só cessou um mês antes do término do período chuvoso, em setembro. As estações de amostragem não apresentaram variação espacial durante o período chuvoso, devido à composição da água ser quase a mesma. Observou-se formação de mosaicos (Branco & Necchi, 1997), porém, com pequenas diferenças quantitativas, ao contrário do que foi detectado no rio, por ocasião do período seco. Variação espacial foi detectada na estação AB3, onde sete dos meses do presente estudo formaram o grupo 6, com maiores valores quantitativos de fitoflagelados, diatomáceas e algas verdes.

Segundo Tundisi *et al.* (1999a), dentre os fatores que determinam a diversidade nos sistemas aquáticos, origem e mecanismos de funcionamento são de primordial importância, pois, uma vez ajustados aos efeitos das funções de força, da morfologia, da morfometria e da origem do sistema, são fundamentais na diversidade de hábitats e nichos ecológicos, produzindo variabilidade espacial e temporal e, consequentemente, ampliando a diversidade biológica.

Precipitação foi a maior função de força nos dois sistemas atualmente estudados, sendo responsável pela elevação do nível d'água e por desencadear os processos de modificações populacionais em ambos. Durante o período seco, entretanto, a maior função de força parece ter sido o vento. Tundisi *et al.* (1999b) demonstraram que as principais funções de força para o rio Amazonas foram as flutuações do nível d'água (10-15m) e os ventos estacionais ou diurnos, que provocaram alterações na sucessão de espécies, diversidade das mesmas espécies e organização das comunidades fitoplanctônicas, com efeitos na biomassa, no deslocamento da zona litoral e fisiológicos em animais e plantas.

6
CONCLUSÕES

Estudo das características climáticas da região, das variáveis físicas e químicas da água e das biológicas das algas do perifíton do igarapé Água Boa e do rio Cauamé coletadas mensalmente, durante 13 meses, de novembro de 1995 a novembro de 1996, em três estações de amostragem em cada ambiente, sobre substratos naturais (folhas de macrófitas aquáticas e plantas de áreas alagadas) permitiu tirar as seguintes conclusões:

1. A quantidade ainda pequena de trabalhos realizados sobre as algas perifíticas da área da Amazônia Legal é atribuída a diversos fatores, dentre os quais devem ser salientados os seguintes: (1) raros centros no Brasil estão devidamente equipados para estudar a comunidade das algas do perifíton, com especialistas e infra-estrutura necessários e suficientes; (2) falta de métodos específicos para estudo da comunidade perifítica, os quais, nem sempre, podem ser generalizados do fitoplâncton; e (3) difícil acesso aos locais de estudo nas épocas de chuvas, principalmente nos ambientes lóticos que são, em geral, os formadores das áreas alagadas (várzeas ou igapós). O porcentual de trabalhos realizados até então, seja com perifíton seja com fitoplâncton, enfocaram, principalmente, as algas verdes (32,9% do total das publicações).
2. No igarapé Água Boa, turbidez, condutividade elétrica, dureza, pH, alcalinidade, demanda química de oxigênio, magnésio, sódio, ferro total e dissolvido, amônio, nitrito e cloreto aumentaram durante o período chuvoso, enquanto que ortossilicato, ortofosfato, demanda bioquímica de oxigênio, sólidos totais em suspensão, oxigênio dissolvido e porcentagem de saturação do oxigênio diminuíram no mesmo período, denotando variações temporal (ao longo do período de estudo) e espacial (entre as estações de amostragem). No rio Cauamé, condutividade elétrica, turbidez, dureza, pH, alcalinidade, demanda química de oxigênio, sólidos totais em suspensão, amônio, nitrito, ortofosfato, sódio, potássio, ferro total e dissolvido

10. A Análise de Componentes Principais (ACP) separou os dois ambientes estudados segundo a composição física e química de suas águas. Esta análise mostrou aumento dos teores das variáveis ambientais do igarapé Água Boa durante o período chuvoso (variação temporal) e na estação AB3 de amostragem (variação espacial). A ACP providenciada para os dados do rio Cauamé mostrou não ter ocorrido variação espacial nem temporal de suas características abióticas, embora os maiores valores dessas variáveis tenham sido detectados durante o período chuvoso. A ACP mostrou ainda a tendência dos maiores valores quantitativos estarem, no rio, associados às gramíneas e ao período seco, época esta em que as referidas plantas foram mais abundantes.

11. A separação dos dois ambientes pela ACP, parece ter sido determinada pela composição física e química da água, com o rio apresentando os maiores teores absolutos das variáveis abióticas.

12. Notou-se pequeno aumento na temperatura da água do rio Cauamé por receber radiação direta durante todo o dia. Isto não ocorreu no igarapé Água Boa devido à cobertura vegetal ciliar e à pequena largura do corpo d'água. Inversão térmica nas primeiras horas do dia entre o ar e a água foi observada, mesmo no período chuvoso, em ambos ambientes.

13. Tanto no igarapé Água Boa quanto no rio Cauamé, as variáveis ambientais abióticas que apresentaram correlação significativa entre si foram: turbidez, pH, ortossilicato, ferro total e dissolvido, sódio, potássio, magnésio, dureza, demanda química de oxigênio, oxigênio dissolvido, sólidos totais em suspensão, precipitação e velocidade do vento.

14. Os menores valores de oxigênio dissolvido foram medidos no rio Cauamé, por ocasião do período chuvoso e foram devidos à diminuição da biomassa e ao aumento da taxa de decomposição da matéria orgânica proveniente da lixiviação do solo pela água das chuvas. Conseqüência do aumento do volume de sólidos em suspensão no sistema e da diminuição da penetração de luz na água foi a redução da quantidade de fotossíntese.

15. Parte significativa da quantidade de oxigênio dissolvido na água dos dois corpos d'água estudados foi, notoriamente, oriundo das trocas gasosas via interface água-atmosfera e não da produção do fitoplâncton ou mesmo do ficoperifiton, por se tratar de área plana, com ventos razoavelmente contínuos, que formaram pequenas ondas na água, principalmente no rio Cauamé.

16. Os valores máximos registrados para condutividade elétrica em ambos corpos d'água coincidiram com o início da enchente e foram devidos à lixiviação do solo, à vegetação adjacente, à lavagem das ruas e aos despejos de esgotos domésticos (aporte de material alóctone pelas chuvas).

17. No período seco, com a diminuição do fluxo d'água tanto no igarapé Água Boa quanto no rio Cauamé, o que deve ter atuando na dissolução do ortossilicato e no aumento do teor de oxigênio dissolvido, foi muito provavelmente, a velocidade do vento, que estaria aumentando a interface água-solo. Com a precipitação, ocorreram maiores distúrbios nos dois ambientes, com aumento de suas variáveis físicas e químicas.

18. Ferro total e dissolvido foram observados mais no rio Cauamé do que no igarapé Água Boa no período de enchente, abril e maio, demonstrando ter ocorrido alto processo de decomposição do material alóctone como, por exemplo, da liteira.

19. Caracterização química das águas dos dois ambientes, tipicamente ácidos e pobres, refletiu as feições geomorfológicas da bacia, situada em área de savana; e a quantidade de sais dissolvidos

deveu-se, principalmente no rio, à lixiviação do solo pelas chuvas e à decomposição da matéria orgânica (serapilheira). Porém, as águas do rio Cauamé apresentaram-se sempre menos ácidas e menos pobres do que as do igarapé Água Boa.

20. Rio Cauamé e igarapé Água Boa são ambientes oligotróficos, onde o regime hidrodinâmico e a atividade humana foram as principais funções atuantes de força.

21. O ficoperifiton foi composto por cinco grupos (fitoflagelados, diatomáceas, algas verdes, algas azuis e outros) nos dois ambientes estudados, sendo fitoflagelados e diatomáceas os mais abundantes em ambos, igarapé e rio. O igarapé apresentou maiores densidades de organismos do que o rio. Apenas as algas verdes, apesar das baixas densidades, foram mais abundantes no rio do que no igarapé, nos dois períodos (seco e chuvoso). A diferença na quantidade de pigmentos totais e no número de células por centímetro quadrado dependeu do tipo de substrato e do local onde se situava o substrato.

22. Não ocorreram algas perifíticas no igarapé durante a época de chuvas devido, provavelmente, muito mais à perturbação causada pelos desníveis d'água (ciclo hidrodinâmico) do que à eventual sucessão entre os diferentes grupos de algas. Não foi detectado qualquer padrão de distribuição dos grupos de algas perifíticas nas diferentes estações de amostragem nem ao longo do período de amostragens.

23. Nos dois períodos climáticos analisados (seco e chuvoso), fitoflagelados e diatomáceas foram mais abundantes no igarapé Água Boa do que no rio Cauamé. No igarapé, fitoflagelados seguidos das diatomáceas foram os grupos taxonômicos mais abundantes de algas do perifiton durante todo período do estudo. No rio, fitoflagelados seguidos das algas verdes foram os grupos de algas que apresentaram as maiores densidades no período seco. Ainda no rio, durante o período chuvoso, também os fitoflagelados apresentaram as maiores densidades, porém, seguidos das diatomáceas. Transparência da água deve ter favorecido as comunidades de diatomáceas mais no igarapé do que no rio, pois o primeiro apresentou pouco mais do que o dobro da densidade total de indivíduos por centímetro quadrado do último.

24. Algas verdes, principalmente desmídias, foram o grupo mais bem representado em termos de densidade de organismos durante o período seco no rio Cauamé, dominando as demais algas em janeiro e novembro na estação C2 e em dezembro na C3. Diminuição da velocidade da correnteza do igarapé Água Boa permitiu maior proliferação de algas filamentosas (Cyanophyceae e Chlorophyceae) nos meses secos, a despeito da menor disponibilidade de alguns nutrientes nessa época. Aumento da densidade de fitoflagelados no período de cheia, na estação AB3 do igarapé, deveu-se à grande quantidade de gramíneas, que permaneceram submersas em água quase estagnada e pouco profunda próximo das margens do igarapé. Densidade de diatomáceas no igarapé Água Boa diminuiu no período chuvoso porque essas algas se desprenderam do substrato graças às perturbações provocadas pela pluviosidade (aumento do nível d'água, da velocidade da correnteza e da vazão e, provavelmente, também diminuição do teor de ortossilicato, por dissolução, no sistema).

25. Sucessão dos grupos de algas associada aos efeitos dos períodos seco e chuvoso ocorreu no igarapé Água Boa e foi evidenciada pela diminuição da densidade de diatomáceas na época chuvosa e aumento paralelo da densidade de fitoflagelados, algas verdes e algas azuis. No rio Cauamé, também ocorreu tal tipo de sucessão, com diminuição do número de indivíduos de

fitoflagelados e aumento do de diatomáceas por centímetro quadrado no período chuvoso e aumento dos números de indivíduos de fitoflagelados e de algas verdes e diminuição do de diatomáceas no período seco.

26. A precipitação desencadeou um processo de perturbações nos grupos de algas, com aumento do nível e do fluxo d'água e da velocidade da corrente. O grau da intensidade dessas perturbações sobre a comunidade perifítica dependeu do tempo, da intensidade e do volume da precipitação pluvial.

27. Os maiores valores de pigmentos totais das algas perifíticas foram registrados no igarapé Água Boa sobre *Paspalum* sp e *Trichomanes hostmannianum* e as maiores densidades dos grupos de algas perifíticas ocorreram sobre *Paspalum* sp e outras espécies de gramíneas, principalmente durante o período seco. A Análise de Componentes Principais sugere haver tendência à instalação das algas sobre gramíneas, talvez por conta do crescimento rápido destas plantas ou por algumas possuírem pêlos, que auxiliariam na fixação.

28. Devido às grandes flutuações do nível da coluna d'água do rio Cauamé, não ocorreu fixação de algas perifíticas sobre as folhas das árvores de áreas alagadas nas estações C1 (em julho), C2 (em junho e julho) e C3 (em julho).

29. No período seco ocorreu, com a diminuição do fluxo d'água, aumento da densidade de organismos do ficoperifíton nos dois sistemas, mas não foi detectado qualquer padrão de distribuição dos grupos de algas entre as estações de amostragem.

30. Observou-se presença de bactérias ferruginosas nas margens de ambos sistemas estudados tanto na vazante quanto na seca, sempre associadas ao aumento da biomassa de macrófitas e de algas perifíticas.

31. A dinâmica de colonização da comunidade perifítica em substratos naturais foi influenciada pela turbidez, pela quantidade de sólidos em suspensão, pela velocidade da correnteza e pela vazão, visualizada pelo nível d'água (elevação, baixa e freqüência) e pelos teores de nutrientes.

32. Os fitoflagelados estiveram, por possuírem maior motilidade, melhor adaptados ao aumento das perturbações do meio representadas pelo aumento da quantidade de nutrientes disponíveis, pelas diferenças de níveis da coluna d'água e pela falta de competição das diatomáceas. Nestas condições, suas densidades aumentaram de forma considerável.

33. Em ambos sistemas estudados, todos os grupos de algas foram encontrados em todos os tipos de substratos naturais analisados. Diferiram, entretanto, as densidades mensais sobre cada um. Algas verdes foram o único grupo que se apresentou mais abundante no rio Cauamé do que no igarapé Água Boa e tanto no período seco quanto no chuvoso, mas principalmente neste último.

34. A perenidade das macrófitas também influenciou a presença das algas perifíticas nos dois ambientes. A biomassa da comunidade de algas perifíticas em substrato natural esteve sujeita aos fatores que influenciaram as mudanças sazonais, tais como: variáveis hidrodinâmicas, disponibilidade de alimento, nutrientes, luz e substrato, inibições por outras algas bentônicas e fitoplantônicas, infecção por fungos e bactérias e herbivoria por animais invertebrados e vertebrados.

35. A maioria das macrófitas aquáticas que serve como substrato não são perenes. São levadas pela correnteza durante o período chuvoso e, com elas, o perifíton. Porém, as gramíneas sempre

crescem rápido com o abaixamento do nível das águas por ocasião da vazante e da seca, o que a torna sempre um substrato disponível ao estabelecimento de ficoperifiton.

36. Fotoperíodos mais longos, temperaturas da água mais elevadas, menores distúrbios provocados pela precipitação durante os seis meses de seca contribuíram para o desenvolvimento de algas perifíticas nos dois sistemas.

37. A cobertura do dossel contribuiu para distribuição das algas perifíticas, principalmente no igarapé Água Boa onde, em alguns pontos, a mata ciliar não permitiu a penetração da luz solar.

38. As variações das características físicas e químicas da água de ambos ambientes estudados determinadas pelos dois períodos climáticos (seco e chuvoso) abrangidos pela presente amostragem, não parecem ter influenciado a composição florística da comunidade de algas perifíticas.

E formular as sugestões que seguem:

1. Trabalhos de cunho taxonômico devem ser desenvolvidos em todo o estado, enfocando todos os grupos de algas e os ecossistemas aquáticos.

2. Estudos de monitoramento devem ser realizados para evitar futuros problemas provenientes de contaminação na água de responsabilidade da Companhia de Água e Esgoto de Roraima (CAER), já que o rio Cauamé é um afluente do rio Branco situado acima do local de captação da água para abastecimento da cidade. Tal situação poderá causar problemas de extrema gravidade e até doenças hidroveiculadas nos consumidores.

7
RESUMO

O estudo visou a conhecer a estrutura da comunidade ficoperifítica e sua variação ao longo de um ciclo sazonal completo no igarapé Água Boa e no rio Cauamé, situados no município de Boa Vista, estado de Roraima, norte do Brasil, relacionando-as com as características ambientais. As coletas foram realizadas mensalmente, durante 13 meses, de novembro de 1995 a novembro de 1996, em três estações de amostragem definidas em cada ambiente conforme a facilidade de acesso e as áreas utilizadas para recreio da população. Os substratos naturais escolhidos para estudo da comunidade de algas perifíticas foram folhas de macrófitas aquáticas e de plantas de áreas alagadas (várzeas). Foram avaliadas variáveis climáticas da área, hidrodinâmicas, físicas e químicas da água e biológicas da comunidade ficoperifítica. No igarapé Água Boa, a estação AB3 apresentou-se bastante modificada por ação antrópica e mostrou aumentos diferenciados dos teores das variáveis abióticas tanto no período seco quanto no chuvoso, quando comparados com os equivalentes das estações AB1 e AB2. No rio Cauamé ocorreu apenas variação temporal. As águas dos dois ambientes analisados apresentaram-se ácidas e relativamente pobres em nutrientes refletindo, com isso, a composição química do solo. Análise de Componentes Principais (ACP) mostrou separação dos dois ambientes determinada pela composição física e química da água, segundo a qual o rio apresentou valores mais elevados das características abióticas. No entanto, ambos corpos d'água mostraram gradientes contínuos de variação dessas características, que sofreram distúrbios de diferentes escalas associados aos períodos climáticos seco e chuvoso. Apenas a estação AB3, do igarapé, mostrou condição intermediária entre as composições da água do próprio igarapé e do rio. As variáveis abióticas que apresentaram correlação significativa no igarapé foram: pH, condutividade elétrica, ortossilicato, ferro total, potássio, magnésio, dureza, demanda química de oxigênio, oxigênio dissolvido, sólidos totais em suspensão, precipitação e velocidade do vento; e no rio foram: temperatura da água, condutividade elétrica, turbidez, pH, ortossilicato, ferro dissolvido, potássio, magnésio, dureza, demanda química de oxigênio, oxigênio dissolvido, cloretos, sólidos em suspensão, precipitação e velocidade do vento. O ficoperifiton foi dividido em cinco grandes grupos (fitoflagelados,

diatomáceas, algas verdes, algas azuis e outros), sendo fitoflagelados e diatomáceas os que apresentaram as maiores densidades relativas em ambos ambientes. O igarapé apresentou maiores densidades de organismos do que o rio. As algas verdes, apesar da baixa densidade, foram mais abundantes no rio do que no igarapé nos dois períodos climáticos. A diferença na quantidade de pigmentos totais e no número de células por centímetro quadrado dependeu do tipo de substrato e do local onde este se encontrava. A ACP mostrou certa preferência pela fixação sobre gramíneas, pois aí foram medidos os maiores valores de biomassa. Na análise de agrupamentos ('cluster analysis'), os dois ambientes foram separados por apresentarem composições física, química e biológica bem diferentes e os grupos foram separados, principalmente, em períodos seco e chuvoso. A composição taxonômica das ficoflórulas do igarapé Água Boa e do rio Cauamé variou no espaço e no tempo, ocorrendo sucessão dos grupos fitoflagelados, diatomáceas e algas verdes. Em ambos sistemas ocorreu aumento das densidades de fitoflagelados, algas verdes e algas azuis com a diminuição da densidade de diatomáceas no período chuvoso. Ocorreu também variação da quantidade de biomassa nas estações de amostragem, mas não ficou evidente qualquer padrão de variação entre os cinco grupos acima considerados. A diminuição da correnteza permitiu proliferação das formas de algas filamentosas (cianoficeas e clorociceas) nos meses secos. Nos meses chuvosos em que não foram encontradas algas perifíticas, tal não-detecção foi mais devida às perturbações provocadas pelos pulsos de inundação, do que por eventual competição entre os grupos. A perenidade das macrófitas aquáticas também influenciou a presença de algas perifíticas neste substrato. Apesar do igarapé ser mais pobre em nutrientes, apresentar menor volume de água e menor largura, suportou maior densidade de algas perifíticas nas três estações de coleta, mostrando ocorrerem menores escalas de perturbações do que as que ocorrem no rio, desestruturando a comunidade. Pluviosidade é, sem dúvida, função de força de importância no sistema, responsável pelas modificações que ocorreram nos dois ambientes ao aumentarem correnteza, vazão, quantidade de material sólido em suspensão, aumento ou diluição de alguns nutrientes, fatores estes determinantes das modificações na estrutura da comunidade de algas nos dois ambientes. Rio Cauamé e igarapé Água Boa são ambientes oligotróficos, onde o regime hidrodinâmico e o impacto da atividade humana foram as principais funções de força atuantes, mostrando variabilidades espacial e temporal entre os dois ambientes.

8

"SUMMARY"

Research aimed at knowing the algal periphytic (phycoperiphyton) community structure and variation along a full seasonal cycle in the igarapé Água Boa and the Cauamé river, both systems located at the municipality of Boa Vista, Roraima State, northern Brazil, and at coupling them with both environments abiotic characteristics. Samplings were performed monthly, during 13 consecutive months, from November 1995 to November 1996, at 3 collecting stations in each system, which were selected according to access facilities and areas that are used by local population. Natural substrata chosen for the study of phycoperiphyton community were leaves of aquatic macrophytes and land plants of flooded areas ('várzeas'). Climatic variables for the area, water dynamic, physical, and chemical characteristics, and phycoperiphyton community biological features were analyzed. In the igarapé Água Boa, sampling station AB3 was very much modified by man action and showed differential increases of the abiotic variables values both during dry and rainy seasons when compared to their equivalents from stations AB1 and AB2 (spatial variation). In the Cauamé river just temporal variation occurred. Water of both systems was acidic and relatively poor in nutrients reflecting the chemical composition of the soil. Principal Components Analysis (PCA) showed separation of the two water bodies determined by physical and chemical composition of their waters. According to this analysis, river water presented higher values for the abiotic characteristics. Both water bodies presented, however, continuous variation gradients of such characteristics, which went throughout disturbances of different magnitudes associated with the climatic (dry and rainy) periods. Station AB3 of the igarapé was the only one t present somewhat intermediate conditions between the igarapé and the river water characteristics. pH, electric conductivity, orthosilicate, total iron, potassium, magnesium, hardness, chemical oxygen demand, dissolved oxygen, total suspended solids, rainy precipitation, and wind speed were the abiotic variables that presented significant correlation in the igarapé; and in the river were: water temperature, electric conductivity, turbidity, pH, orthosilicate, dissolved iron, potassium, magnesium, hardness, chemical oxygen demand, dissolved oxygen, chlorides,

suspended solids, rainy precipitation, and wind speed. Phycoperiphyton was divided in 5 large groups (phytoflagellates, diatoms, green algae, blue-green algae, and others), phytoflagellates and diatoms being the ones that showed the greatest relative densities in both environments. Igarapé showed greater densities of organisms than the river. Despite their somewhat low density, green algae were most abundant in the river than in the igarapé during the two climatic periods. Difference in the amounts of total pigments and in the number of cells per square centimeter was dependent on the kind of substrate and on the location of substrata in the water. PCA showed some preference for fixation of phycoperiphyton on grass leaves, for on them were measured the highest biomass values. Cluster analysis revealed that the two water bodies were separated by their physical, chemical, and biological composition (mainly the taxonomic groups) into dry and rainy periods. Taxonomic composition of igarapé Água Boa and Cauamé river algal floras varied in space and time showing a successional pattern involving phytoflagellates, diatoms, and green algae. In both systems an increase of phytoflagellates, green algae, and blue-green algae densities occurred with a simultaneous decrease of the diatoms during the rainy period. It also occurred variation of biomass volume in all sampling stations, but a pattern for such variation was not detected. Decrease of water current intensity allowed proliferation of filamentous forms (blue-greens and greens) during the dry months. During the rainy months, in which periphytic algae were not recorded, such no detection of a successional pattern was mainly due to disturbances caused by the flooding pulses and less to the competition among the algal groups. Perenniality of aquatic macrophytes also influenced on the presence of periphytic algae on that substrate. In spite of the igarapé water be much poorer in nutrients and have smaller water volume and width, it supported greater phycoperiphyton density in all 3 sampling stations suggesting action of smaller disturbance scales than those that acted in the river, which disrupted the community structure. No doubt, precipitation is an important forcing function in the system, responsible for modifications that occurred in both water bodies studied when water current, discharge, and amount of suspended solid material increased, or when increase or dilution of certain nutrients in the water was noticed. These factors were determinant of the changes in the phycoperiphyton community structure in both water bodies studied. Cauamé river and igarapé Água Boa are oligotrophic environments, in which the hydrodynamic regimen and man activity impact were the main determinants of the spatial and temporal variation in both environments studied.

9

REFERÊNCIAS CITADAS

ÁCS, E. & KISS, K. T. Effects of the discharge on periphyton abundance and diversity in a large river (River Danube, Hungary). **Hydrobiologia**, 249:125-133, 1993.

ALENCAR, B. Y. **Alimentação e determinação biométrica de larvas de *Simulium perflavum* Roubaud, 1906 (Diptera: Simuliidae), em igarapés na Amazônia Central, Brasil.** Dissertação de Mestrado. INPA-UA. Manaus, 1998. 146 p.

ALVES, L. F. **Estudo sazonal da produção e fatores ecológicos num lago de terra firme da Amazônia**. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Fundação Universidade do Amazonas, Manaus-AM, 1983. 132 p.

ALVES, L. F. **The fate of streamwater nitrate entering littoral areas of an Amazonian floodplain lake: the role of plankton periphyton inundated soils and sediments**. Thesis doctored. University of Maryland-CEES, Horn Point Environmental Labs, 1993. 370p.

ANON, R. Die lonenfrecht der rio Negro, staat Amazonas, Brasilien, nach utersuchungen von Dr. Harold Ungemach. **Amazoniana**, **3(2)**:175-185, 1972.

APHA, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 16th, V Edition, 1985. 1193p.

ARCHIBALD, P. A. & KING, J. M. The algal flora of two distinct habitats along the Moa River in the state of Acre, Brazil. **Acta Amazonica**, supl., 15(1-2):145-151, 1985.

BAILEY, L. W. Notes on new species of microscopical organisms, chiefly from the Pará river, South America. **Boston J. Nat. Hist**., Boston, 7(3):329-352, 1861.

BAILEY, P. B. Aquatic environments in the Amazon basin, with an analysis of carbon sources, fish production, and yield.. in: DODGE, D. P. (ed.), **Proceedings of the Internacional Large River Symposium.** Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106, p. 339-408, 1989.

BALECH, E. **Introducciõn al fitoplacton marino.** Buenos Aires, Eudeba, 1977. 211p.

BARBIERI, R.; IBAÑEZ, M. S.; ARANHA, F. J.; FERREIRA, M. M. F.; REID, J.; TURNER, P. Plâncton, produção primária e alguns fatores fisico-químicos de dois lagos da Baixada Maranhense. **Revta bras. Biol**., **49** (2):399-408, 1989.

BEIGBEDER, Y. Estudo preliminar dos aplainamentos observados no alto rio Branco, entre os rios Surumu, Cotingo e Mau. **Not. Geomorfol**., **4**(13):74-77, 1953.

BEIGBEDER, Y. **La region moyenne du Haut rio Branco (Brésil): Étude Geomorphologique**. Trav. Mém. Inst. Hautes Études Amerique Latine, Paris, 1959. 254 p.

BEYRUTH, Z.; CALEFFI, S.; FERRAGUT, C. Reabilitação de lagos originados por extração de areia: macrófitas e organismos associados. **Acta Limnológica Brasiliensia**, 10:49-65, 1998.

BICUDO, C. E. de M. *Ichthyocercus manauensis*, a new Desmid (Zygnenaphyceae) from Northern Brazil. **Amazoniana,** Kiel, **9**(4):637-640, 1986.

BICUDO, C. E. de M. & DE - LAMONICA - FREIRE, E. *Trachelomonas armata* (Euglenophyceae): An evaluation of the diagnostic features in the species. **Arch. Für Hydrobiologie, Algological Studies,** Stuttgart, **69**:57-66, 1993.

BICUDO, D. C.; DE-LAMONICA-FREIRE, E. M.; FIGUEIREDO, D. M.; LIMA,D. Ficoflórula do Pantanal de Poconé, Estado de Mato Grosso, Brasil: Centrales e Eunotiaceae (Bacillariophyceae). **Hoehnea**, **22**(1/2):165-182, 1995.

BICUDO, D. C.; NECCHI Jr., O.; CHAMIXAES, C. B. C. B. Periphyton studies in Brazil: Present status and perspectives. Limnology in Brazil. Eds. TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. W. Rio de Janeiro, ABC/SBL. 1995. 384p., II.

BICUDO, R. M. T. & YAMAOKA, D. M. O gênero *Nitella* (Charophyceae) no Brasil, 1: Subgênero *Nitella*. **Acta Biológica Paranaense**, 7(1/4):77-98, 1978.

BIGGS, B. J. F. The use of relative specific growth rates of periphytic diatoms to assess enrichment of a stream. **N. Z. Mar. Freshwater Res**., **24**:9-18, 1990.

BITTENCOURT - OLIVEIRA, M. C. **Ficoflórula do Reservatório de Balbina, Estado do Amazonas**. Dissertação de mestrado. Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Rio Claro, 1990a. 280p il.

BITTENCOURT - OLIVEIRA, M. C. *Tetraplektron deniseae*: a new species of Tribophyceae from Amazonas State, Brazil. **Hoehnea,** 17(2):99-102, 1990b.

BITTENCOURT - OLIVEIRA, M. C. Ficoflórula do Reservatório de Balbina, Estado do Amazonas, I: Chlorococcales (Chlorophyceae). **Rev. Brasil. Biol., 53**(1):113-129, 1993a.

BITTENCOURT - OLIVEIRA, M. C. Ficoflórula do Reservatório de Balbina, Estado do Amazonas, II: Ulothricales e Volvocales (Chlorophyceae) e Classe Oedogonophyceae. **Rev. Brasil. Biol., 53**(3):469-475, 1993b.

BITTENCOURT - OLIVEIRA, M. C. Ficoflórula do Reservatório de Balbina, Estado do Amazonas, III: Classe Zygnemaphyceae). **Rev. Brasil. Biol., 53**(3):477-488, 1993c.

BITTENCOURT - OLIVEIRA, M. C. Ficoflórula do Reservatório de Balbina, Estado do Amazonas, Brasil: Nostocophyceae, Cryptophyceae e Tribophyceae. **Hoehnea, 21**(1/2):163-173, 1994.

BITTENCOURT - OLIVEIRA, M. C. Ficoflórula do Reservatório de Balbina, Estado do Amazonas, Brasil: Bacillariophyceae e Chrysophyceae. **Hoehnea, 22**(1/2):147-157, 1995.

BITTENCOURT - OLIVEIRA, M. C. Euglenophyceae do Reservatório de Balbina, Estado do Amazonas, Brasil. **Hoehnea, 24**(1):21-35, 40 fig., 1997.

BLINN, D. W.; FREDERICKSEN, A.; KORTE, V. Colonization of diatom on three different rock substrata in a lotic sistem. **British Phycology Journal**, **15**:303-310, 1980.

BOHLIN, K. Die Algen der ersten Regnell'schen Expedition. **Bih. K. svenska Vetenskakad. Handl.**, Stockholm, **23**(7):1-47, 1897. Pl. 1-2.

BORGE, O. Die algen der ersten Regnellschen Expedition, 2: Desmidiaceae. **Ark. Bot**., Uppsala, Stockholm, **1**:71-138, 1903a. pl. 1-5.

BORGE, O. Die algen der ersten Regnellschen Expedition, 3: Zygnemaceen und Mesocarpaceen. **Ark. Bot**., Uppsala, Stockholm, **1**:277-285, 1903 b. pl. 15.

BORGE, O. Die von F. C. Hoehne Wahrend der Expedition Roosevelt-Rondon gessammelten Süsswasseralgen. **Ark. Bot**., Uppsala, Stockholm, **19**(17):1-56, 1925.pl. 1-6.

BRANCO, C. W. C. **A comunidade planctônica e a qualidade da água na lagoa Paranoá, Brasília, DF**. 314f. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Instituto de Ciências Biológicas, Brasília, 1991.

BRANCO, L. H. Z. **Composição, distribuição espacial e dinâmica sazonal das comunidades de macroalgas de três bacias de drenagem da região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil**. Rio Claro, SP, Instituto de Biociências, UNESP, 1996. 161 p. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.

BRANCO, L. H. Z. & NECCHI Jr., O. Variação longitudinal de parâmetros físicos e químicos em três rios pertencentes a diferentes bacias de drenagem na região noroeste do estado de São Paulo. **Acta Limnológica Brasiliensia, 9**:165-177, 1997.

BRANCO, S. M. **Limnologia sanitária, estudio de la polucion de aguas continentales**. São Paulo, Ed. Eva V. Chesneau, 1984. 120 p.

BRANCO, S. M. Água, Meio Ambiente e Saúde. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Eds.) **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, Ed. Escrituras, 1999. p. 227-247.

BRASIL. **Departamento Nacional de Produção Mineral-DNPM.** Folha NA- 20 Boa Vista e parte das folhas NA-21 Tumucumaque, NB-21. Vol.8. Levantamento de Recursos Naturais, Rio de Janeiro, DNPM: Projeto RADAMBRASIL, 1975. 427p.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE**. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro, v. 56, 1996. P. 1-11.

BRAUN, A. Fragment einer Monographie der Characeen. **Abh. K. Akad. Wiss.**, **1**:1-211, 1882. pl. 1-7 (A. Braun's, herausgegeben von Dr. Otto Nordstedt).

BRAUN, R. Limnologische Untersuchungen au einigen seen im Amazonasgebit. **Schweiz. Z. Hydrol.**, **14**:1-128, 1952.

BRINGEL, S. R. B; SANTOS, U. de M.; RIBEIRO, Mª. de N. G.; BERGAMIN FILHO, H. Bacia do rio Parauari-Maués-Açú. Aspectos químicos devidos as alterações Hidrológicas da Bacia. **Acta Amazônica, 14**(1-2):77-85, 1984.

BROWN, H. D. A comparison of the attached algal comunities of a natural and an artificial substrate. **J. Phycol.**, **12**:301-306, 1976.

BUENO, F. S. **Grande Dicionário Etimológico Prosódico da Língua Portuguesa**. São Paulo, 2ª ed., Ed. Saraiva, v. **4**, 1968. p.1497-2059.

BURKHOLDER, J. & WETZEL, R.G. Epiphytic alkaline phosphatase on natural and artificial plants in an oligotrophic lake: re-evaluation of the role of macrophytes as a phosphorus source for ephyphytes. **Limnol. Oceanogr.**, **35**(3):736-747, 1990.

CALIJURI, Mª. do C. **Respostas fisioecológicas da comunidade fitoplanctônica e fatores ecológicos em ecossistemas com diferentes estágios de eutrofização**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos, SP, 1988. 293 p.

CAMPOS, Z. E. S. **Parâmetros físico-químicos em igarapés de água clara e preta ao longo da rodovia Br-174 entre Manaus e Presidente Figueredo-AM**. Dissertação de Mestrado. Manaus-AM. Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do Convênio INPA/UFAM, 1994. 92 p.

CARMOUZE, J. P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos - fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. São Paulo, Edgar Blücher : FAPESP, 1994. 253 P.

CASTRO, J. G. D. **Biomassa, biodiversidade e fatores abióticos controladores do bloom de ficoperifíton no canal central do rio Jaú, na época de cheia, Parque Nacional do Jaú – Amazônia Central**. Tese de Doutorado. Manaus-AM. Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do Convênio INPA/UFAM, 1999. 173 p.

CATTANEO, A. & KALF, J. Seasonal changes in the epiphyte community of natural and artificial macrophytes in lake Memphremagog. **Hidrobiologia, 60**(2):135-144, 1978.

CHAMIXAES, C. B. C. B. **Variação temporal e espacial da biomassa, composição de espécies e produtividade das algas perifíticas relacionadas com as condições ambientais de pequenos rios da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Lobo (Itirapina, SP)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos, SP, 1991. 334 p il.

CHARLTON, S. E. D.; HICKMAN, M.; JENKERSON, C. G. Longitudinal Physico-Chemical and Algal Surveys of Rivers Flowing Through the Oil Sands Region of Northeastern Alberta, Canadá. **J. Cramer, 35**:465-522, 1981.

COESEL, P.F.M. Structural characteristics, and adaptations of desmid communities. **Journal of ecology, 70**:163-177, 1982.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução nº20 – de 18 de junho de 1986. In: FBCN (Fundação Brasileira para Conservação da Natureza). **Legislação de Conservação da natureza**. 4ª ed., FBCN/CESP, 1986. 720p.

CONNELL, J. L. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science, 199**:1302-1310, 1978.

CONFORTI, V. T. D. Study of the Euglenophyta from Camaleão lake (Manaus-Brazil). I – *Trachelomonas* Ehr. **Revue d'Hydrobiologie tropicale, 26**(1):3-18, 1993 a.

CONFORTI, V. T. D. Study of the Euglenophyta from Camaleão lake (Manaus-Brazil). II – *Strombomonas* Defl. **Revue d'Hydrobiologie tropicale**, **26**(3):187-197, 1993b.

CONFORTI, V. T. D. Study of the Euglenophyta from Camaleão lake (Manaus-Brazil). III – *Euglena* Ehr., *Lepocinclis* Perty, *Phacus* Duj. **Revue d'Hydrobiologie tropicale**, **27**(1):3-21, 1994.

CRONBERG, G. Biogeographycal studies scaled Chrysophytes from the tropics. **Beih. Nova Hedwigia**, **95**:191-232, 1989.

DE - LAMONICA - FREIRE, E. M. **Desmidioflórula da Estação Ecológica da Ilha de Taiamã, Município de Cáceres, Mato Grosso**. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São paulo, 1985. 538 p.

DE - LAMONICA - FREIRE, E. M. Catálogo das algas referidas para o Estado de Mato Grosso, Brasil. **Rev. Bras. Biol.**, Rio de Janeiro, **49**(3): 671-677, 1989a.

DE - LAMONICA - FREIRE, E. M. Catálogo das algas referidas para o Estado de Mato Grosso, Brasil. **Rev. Bras. Biol.**, Rio de Janeiro, **49**(3): 679-689, 1989b.

DE - LAMONICA - FREIRE, E. M. Desmídeas filamentosas (Zygnemophyceae, Desmidiales) da Estação Ecológica da Ilha de Toiamá, Mato Grosso, Brasil. **Acta Limnol. Bras.**, **4**:315-325, 1992a.

DE - LAMONICA - FREIRE, E. M. O Gênero *Xanthidium* (Zygnemaphyceae, Desmidiales) na Estação Ecológica da Ilha de Taiamã, Estado de Mato Grosso, Brasil. **Boletim do Instituto de Biociências**, **1**(1):1-9, 1992b.

DE - LAMONICA - FREIRE, E. M.; BICUDO, C. E. M.; CASTRO, A. A. J. Ficoflórula do Pantanal de Poconé, Estado de Mato Grosso, Brasil 1: Euglenaceae. **Rev. Brasil. Biol.**, **52**:141-149, 1992.

DE - LAMONICA - FREIRE, E. M. & SANT'ANNA, C. L. Chlorococcales (Chlorophyceae) da Estação Ecológica da Ilha de Taiamã, Estado de Mato Grosso, Brasil. **Hoehnea, 20**(1/2):107-118, 1993.

DE - LAMONICA - FREIRE, E. M. & HECKMAN, C. W. The seasonal succession of biotic communities in wetlands of tropical wet-and-dry climatic zone: III. The algal communities in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil, with a comprehensive list of the Known species and revision of three desmid taxa. **Germany: Int. Revue ges. Hydrobiol.**, **81**(2):255-282, 1996.

DE - LAMONICA - FREIRE, E. M. & AZEVEDO, K. S. Taxonomic survey of desmids Chlorophyta, Zygnemaphyceae, from Recreio Lake, municipality of Barão de Melgaço, Estado de Mato Grosso, Brazil. **Transtec Editorial Proceedings of Scar- B** Sciense Symposium. NASA/INPE, 55-58, 1997.

DIAS, I. C. A. Zygnemaceae (Zygnemophyceae) das Chapadas dos Guimarães e Arredores, Mato Grosso, Brasil: uma contribuição ao seu conhecimento. **Rickia, 13**:69-75, 1986.

DIAS, I. C. A. Chlorophyta filamentosas do Município de Cáceres e arredores, Mato Grosso, Brasil: uma contribuição ao seu conhecimento. **Acta Botanica Brasílica, 3**(2):3-12, 1989.

DIAS, I. C. A. Estudos ficológicos na região noroeste brasileira: Chlorophyta filamentosas. **Hoehnea, 18**(1):157-169, 1991.

DIAS, P. L. S. & MARENGO, J. A. Águas Atmosféricas. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Eds.) **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, Ed. Escrituras, 1999. p. 65-114.

DICKIE, G. Notes on algae from the Amazons and its tributaries. **Journal of the Linnean Society, ser. bot., 18**(108): 123-132, 1881.

DOYLE, R. D. **Primary production and nitrogen cycling within the periphyton community associated with emergent aquatic macrophytes in an Amazon floodplain lake**. Thesis doctored. University of Maryland-CEES, Horn Point Environmental Labs, 1991. 269 p.

DOYLE, R. D. & FISHER, R. T. Nitrogen fixation by periphyton and plankton on the Amazon floodplain at Lake Calado. **Biogeochemistry, 26**:41-66, 1994.

DROUET, F. The Brazilian Myxophyceae 1. **American Journal of Botany, 24**:598-608, 1937.

DROUET, F. The Brazilian Myxophyceae 2. **American Journal of Botany, 25**:657-666, 1938.

DROUET, F. Machris Brazilian Expedition. Botany: Cyanophyta. **Los Angeles County Mus. Contr. Sci., 5**:1-2, 1957.

DUDGEON, D. Patterns and processes in stream ecology. A synopse review of Hong Kong running waters. **Die Binnengewässer, 29**:1-147, 1992

EHRENBERG, C. G. Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd und Nord-Amerika. **Königlichen Akademie der Wissenschafter**. 291-446, 1841. (reeditado em 1843).

ENGLE, D. L. & MELACK J. M. Floating meadow epiphyton, biological and chemical features of epiphytic material in an Amazon floodplain lake. **Freshwater Biol., 23**:479-494, 1990

ENGLE, D. L. & MELACK J. M. Consequences of riverine flooding for seston and the periphyton of floating meadows in Amazon floodplain lake. **Limnol. Oceanogr., 38**(7):1500-1520, 1993.

ENGLE, D. L. & SARNELLE, O. Algal use of sedimentary phosphorus from an Amazon floodplain lake: Implications for phosphorus analysis in turbid waters. **Limnol. Oceanogr.**, **35**(2):483-490, 1990.

ENTWISLE, T. J. Macroalgae in the Yarra River basin: flora and distribution. **Proceedings of the Royal Society of Victoria**, **101**:1-76, 1989.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª ed, Rio de Janeiro, Interciência, 1998. 602 p.

ESTEVES, F. A; BOZELLI, R. L.; ROLAND, F. Lago Batata: um laboratório de Limnologia Tropical. **Ciência Hoje**, **11**(64):26-31, 1990.

ESTEVES, K. E. **Alimentação de cinco espécies forrageiras (Pisces, Characidae) em uma Lagoa Marginal do Rio Mogi-Guaçú,SP.** Tese de Doutorado, UFSCar, 1992. 230p.

ETHERIDGE, R. Notes on the Mollusca collected by C. Bavington Brown, Esq., A.R.S.M., from the Tertiary deposits of Solimões and Javary Rivers, Brazil. **Q. Jl. Geol. Soc. Lond.**, **35**:82-88, 1897. P1. 1.

EVANS, L. V. & HOAGLAND, K. D. **Algal Biofouling**. Studies in Environmental Science, 28, Elsevier, 1986. 318 p.

FERNANDES, V. O. **Estudos sucessionais da comunidade perifítica em folhas de *Thypha dominguensis* Pers., relacionados às variáveis limnológicas na lagoa de Jacarepaguá, RJ**. Dissertação de Mestrado. São Carlos-SP, UFSCar, 1993. 131 p.

FERREIRA, A. B. H. **Minidicionário da língua portuguesa**. 3ª ed., Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1993.

FIGUEIREDO, D. M. de. **Levantamento taxônomico da família Eunotiaceae (Bacillariophyceae) do Pantanal de Paconé, Município de Paconé, Mato Grosso, Brasil**. Monografia de Graduação, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá. 1991. 58p il.

FISHER, T. R. Plâncton e produção primária em sistemas aquáticos da bacia da Amazônia central. **Acta Amazonica**, (Supl.), **8**(4):43-54, 1978.

FISHER, T. R. Plankton and primary production in aquatic systems of central Amazon. **J. Comp. Biochem. Physiol.**, 62 A:31-38, 1979.

FISHER, T. R. & PARSLEY, P. Amazon lakes: Water storage and nutrient stripping by algae. **Limnol. Oceanogr.**, **24**(3):547-553, 1979.

FITTKAU, E. J. Remarks on limnology of Central-Amazon rain-forest streams. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, **15**:1092-1096, 1964.

FITTKAU, E. J.; JUNK, W.; KLINGE, H.; SIOLI, H. Substrate and vegetation in the Amazon region. In: CRAMER, J. [Ed.] **Berichte der Internationalen Symposien der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde Herausgegeben von Reinhold Tüxen**. Vaduz, J. Cramer, 1975. p. 73-90.

FONSECA, O. J. M.; SALEM, J. L.; GUARIM, V. L. Poluição e autopurificação do rio Negro nas cercanias de Manaus. **Acta Amazonica**, 12(2):271-278, 1982.

FORSBERG, B. R.; DEVOL, A. H.; RICHEY, J. E.; MARTINELLI, L. & SANTOS, H. dos. Factors controlling nutrient concentracions in Amazon floodplain lakes. **Limnol. Oceanogr.**, **33**(1):41-56, 1988.

FöRSTER, K. Desmidiaceen aus Brasilien, 1: Nord-Brasilien. **Reviue Algologique,** nov. sér., **7**(1): 38-92, 1963.

FöRSTER, K. Desmidiaceen aus Brasilien, 2: Bahia, Goyaz, Piauhy und Nord-Brasilien. **Hydrobiologia, 23** (3/4):321-505, 1964a. Pl.1-51.

FöRSTER, K. Die Gattung *Haplozyga* (Nordst.) Racib. in Brasilien. **Rev. Algol.**, N. Sér., **8:**151-159, 1964b.

FöRSTER, K. Amazonische Desmidieen. 1. Teil: Areal Santarém **Amazoniana, 2** (1/8): 5-116,1969. Pl.1-56, 1fig.

FöRSTER, K. Amazonische Desmidieen. 2. Teil: Areal Maués - Abacaxis. **Amazoniana**, **5**(2): 135-242, 1974. Pl.1-36, fig. 1.

FRANKEN, W. & LEOPOLDO, P. R. Hydrology of catchment areas of Central-Amazonian forest streams. In: SIOLI, H. (ed.) **The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Monogr. Biol. 56. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht. pps. 501-519. 1984.

FRITZ, P. CHERRY, J. A.; WEYER, R. V.; SKLASH, K. Stone run off analysis using environmental isotopes and major ions. In: _____ (Ed.) **Interpretation of environmental isotope and hidrochemical data in ground water hidrology**. AEA, Viena, 1976. p. 111-113.

FUKUSHIMA, H. & XAVIER, M. B. Attached diatom from Negro River, Amazonas, Brasil. **Diatom**, **4**:11-16, 1988.

FURCH, K. Water chemistry of the Amazon basin: distribution of chemical elements among freswater. In: SIOLI, H., (Ed.) **The Amazon limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Junk, Dordrecht, 1984. p. 167-169.

FURCH, K. Hidrogeochemistry of Amazonian freshwater along the Transamazônica in Brazil. **Zbl. Geol. Palaeont.**, 1(9/10):1485-1493, 1986.

GRöNBLAD, R. & KALLIO, P. A new genus and a new species among the desmids. **Botaniska Notiser**, Stockholm, v.**2**, p.167-178, 1954.

HART, D. H. Comunity organization in streams: the importance of species innteractions, physical factors, and chance. **Oecologia**, **91**:220-228, 1992.

HASSLOW, O. J. Nagra Characeer fran Amerika. **Botaniska Notiser**, Lund, **4**:346-348, 1934.

HECKMAN, C. W. The seasonal sucession of biotic communities in wetland of the tropical wet-and-dry climatic zone: I. Physical and chemical causes and biological effects in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. **Int. Revue. ges. Hidrobiol.**, **79**:397-421, 1994.

HECKMAN, C. W. The chemistry of headwater streams in the Rio das Mortes System and its effect on the structure of the biotic community. in: SEIDL, P. R.; GOTTLIEB, O.R.; KAPLAN, M. A. C. (Eds.) **Chemistry of the Amazon, Amer. Chem. Soc.**, Washington, pp. 248-264, 1995.

HECKMAN, C. W.; HARDOIM, E. L.; FERREIRA, S. A.; KRETZSCHMAR, A. V. Preliminary Observations on some cosmopolitan algae in ephemeral water bodies of the Pantanal, Mato Grosso, Brasil. p. 279-292. in: GOPAL, B.; HILLBRICHT-LLKOWSKA, A.; WETZEL, R. G. (Ed.) **Wetlands and Ecotones: Studies on Land-water Interactions.** National Institute of Ecology, and Internacional Scientific Publications, New Delhi, 1993.

HECKMAN, C. W.; TRINDADE, B. R. S.; HARDOIM, E. L. Studies on the Euglenaceae as possible indicators for water quality. **European Journal of Phycology**, **57**. 1996 (in press)

HIRN, K. E. Monographie und Iconographie der Oedogoniaceen. **Acta Soc. Sci. Fenn.**, Helsingfors, **27**(1):1-394, 1900. pl. 1-64.

HENRY, R. **Estrutura espacial e temporal do ambiente físico e químico de alguns processos ecológicos na Represa do Jurumum (Rio Parapanema, SP) e na sua bacia Hidrográfica**. Tese de Doutorado. Botucatu, SP. UNESP, 1990. 242 p.

HO, S. C. **Structure, species diversity and primary production of epiphytic algal communities in the Schöhsee (Hoestein), west Germany**. (Thesis). Germany, Universitat Kiel, 1979. 262 p.

HORN af RANTZIEN, H. On the fossil Charophyta of Latin America. **Svensk. Bot. Tidskr.**, **45**(4):658-677, 1951.

HORNER, R. R. & WELCH, E. B. Stream periphyton development in relation to current velocity and nutrients. **Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38**(4):449-457, 1981.

HOWE, M. A. Two new species of *Chara* from Tropical America . **Field Museum of Natural History: sér. Bot.**, **4**(6):159-161, 1929.

HUSTEDT, F. Neue und wening bekannte Diatomeen. 3: phylogenetische variation bei den raphidioiden Diatomeen. **Ber. Deutsch. Bot. Ges.**, **65**(5):133-144, 1952a.

HUSTEDT, F. Neue und wening bekannte Diatomeen. 4. **Bot. Nat.**, 1952:366-410, 1952b.

HUSTEDT, F. Neue und wening bekannte Diatomeen. 7. **Ber. Deutsch. Bot. Ges.**, **68**(3):121-132, 1955a.

HUSTEDT, F. Neue und wenig bekannte Diatomeen. 8. **Abhandlungen Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen**, **34**(1):47-68, 1955b.

HUSZAR, V. L. M. **Fitoplâncton de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita: estrutura da comunidade, flutuações espaciais e temporais**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1994, 219 pp.

HUSZAR, V. L. M. Floristic composition and biogeographical aspects of phytoplankton of an Amazonian floodplain lake (lago Batata, Pará, Brasil). **Acta Limnol. Brasil.**, **8**:127-136, 1996a.

HUSZAR, V. L. M. Planktonic algae, other than desmids, of three Amazonian systems (Lake Batata, Lake Mussurá and Trombetas River), Pará, Brazil. **Amazoniana**, **14**(1/2):37-73, 1996b.

HUSZAR, V. L. M. & REYNOLDS, C. S. Phytoplankton periodicity and sequences of dominance in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Pará, Brazil): responses to gradual environmental change. **Hydrobiologia**, **346**:169-181, 1997.

HUSZAR, V. L. M.; SILVA, L. H. S.; DOMINGOS, P.; MARINHO, M.; MELO, S. Phytoplankton species composition is more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian tropical lakes. **Hydrobiologia**, **369/370**:59-71, 1998.

HYNES, H. B. N. **The biology of polluted waters**. Liverpool. Liverpool University Press, 202 p. 1960.

HYNES, H. B. N. Chemical characteristics of flowing water. In: _____. **The ecology of running waters.** Liverpool. Liverpool University Press, p. 36-52. 1970.

IBAÑEZ, M. S. R. Phytoplankton biomass of a central Amazonian floodplain lake. **Verh. Int. Verein. Limnol.**, **26**:605-609, 1997.

IBAÑEZ, M. S. R. Phytoplankton composition and abundance of a central Amazonian floodplain lake. **Hydrobiologia**, **362**:78-83, 1998.

JACKSON, D. F. **Algae, Man, and the Environment**. New York, Syracuse University Press, 1968. 554 p.

JANUARIO, M. & FISCH, G. F. Variação na qualidade óptica da água do sistema rio - Reservatório da Usina Hidrelétrica. **Acta Amazonica, 22**(2):239-246, 1992.

JØRGENSEN, E. G. Diatom periodicity and silicon assimilation. **Dansk Bot. Arkiv, 18**(1):1-54, 1957.

JUNK, W. J. Áreas inundáveis – Um desafio para a limnologia **Acta Amazonica, 10**(4):775-795, 1980.

JUNK, W. J. & FURCH, K. Química da água e macrófitas aquáticas de rios e igarapés na Bacia Amazônica e nas área adjacentes. **Acta Amazonica, 10**(3):611-633, 1980.

JUNK, W. J.; BAILEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D. (ed.): **Proceedings of the Internationale Large River Symposium**. Can. Spec. Pbl. Fish. Aquat. Sci. 106: p. 110-127, 1989.

KAMMERER, G. Volvocalen und Protococcalen aus dem unterem Amazonasgebiet. **Sitzungsberiichten der akademie der Wissenschaften in Wien Mathen-naturw**, klasse, **147**(5/10):183-228, 1938.

KARLING, J. Brazilian Chytridis, 4: species of *Rozella.* **Mycologia, 36** (6): 638-647, 1944.

KIRST A.; SCARTAZZINI, L.S.; MACHRY, H. **Estudo da qualidade da água dos arroios Sampaio, Grande e Bonito, e dos solos das lavouras circunvizinhas, no município de Mato Leitão, Rio Grande do Sul, Brasil**. UNISC, Santa Cruz do Sul, 1994. 57 p.

KLAPWIJK, S. P.; BOER, T. F.; RIJS, M. S. Effects of agricultural wastewater on benthic algae in ditches in the Netherlands. **Periphyton of freshwater Ecossystems, 6**:311- 20, 1983.

KLINGE, H. & OHLE, W. Chemical properties of rivers in the Amazonian area in relation to soil conditions. **Verh. Internat. Verein. Limnol., 15**:1067-1076, 1964.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. in: GRASSHOFF,K. (ed.) **Methods of seawater analysis**. Verlag Chemie, Weinheim, 1976. p. 197-81.

KRISTIANSEN, J. & MENEZES, M. Silica-scaled Chrysophytes fron an Amazonian flood-plain lake, Mussará Lake, northern Brazil. **Algological Studies, 90**:97-118, 1998.

LEENHEER, J. A. & SANTOS, U. M. Considerações sobre os processos de sedimentação na água preta ácida do Rio Negro (Amazônia Central). **Acta Amazonica, 10**(2):343-355, 1980.

LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. **Ecologie numérique: le traitment multiple des données écologiques**. Masson: Les Presses de l'Université du Quebec. **v. 1**, 1979a. 197 p.

LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. **Ecologie numérique: la structure des données écologiques**. Masson: Les Presses de l'Université du Quebec. **v. 2**, 1979b. 254p.

LEGENDRE, L. & DEMERS, S. Towards dinamic biological oceanography and limnology. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, **41**:2-19, 1984.

LIKENS, G. E.; BORMANN, F. H.; PIERCE, R.S.; EATON, J.S.; JOHNSON, N. M. **Biogeochemistry of a forested Ecosystem**. Springer-Verlag, New York. 1977. 146 pp.

LIMA, R. R. A agricultura na várzea do estuário do Amazonas. **Bol. Tec. do Inst. Agron. do Norte**, Belém, nº. **33**, 164 p., 1956

LIMA, D. de. **Diatomáceas (Bacillariophyceae, Centralis) do Pantanal de Poconé, Estado de Mato Grosso Brasil: Contribuição ao seu conhecimento.** Monografia de Graduação (L), Cuiabá. Universidade Federal de Mato Grosso, 1990. 53 p. il.

LIVINGSTONE, D. A. Chemical Composition of rivers and lakes. **U. S. Geological Survey**, Professional Paper 440-G, 1963. 64 pp.

LOBO, E. A. & KIRST, A. **Estudo da qualidade da água dos arroios Sampaio, Grande e Bonito, e dos solos das lavouras circunvizinhas, no município de Mato Leitão, Rio Grande do Sul, Brasil**. UNISC, Santa Cruz do Sul, 1997. 49 p.

LOPES, Mª R. M. **Desmidioflórula do Lago Novo Andirá (Rio Acre) Estado do Amazonas.** Dissertação de mestrado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1992. 186p il.

LOPES, U. B.; SANTOS, U. DE M.; RIBEIRO, Mª. de N. G. Limnologia química do lago do Arroz (Ilha do Careiro), suas flutuações em função do meio hídrico do rio Amazonas. **Acta Amazonica, 13 (2)**:227-253, 1983.

LUND, J. W. G. The Ecology of Freshwater Phytoplankton. **Biol. Revs.**, **40**:231-93, 1965.

MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. **Water Analysis: Some Revised Methods for Limnologists.** Freshw. Biol. Assoc. S.P. 36, 1978.120 p.

MAGRIN, A. G. E. **Aspectos limnológicos, composição e distribuição da comunidade fitoplanctônica em um reservatório da Amazônia brasileira (Reservatório da U.E.A. Samuel, Estado de Rondônia), durante sua fase de enchimento**. Dissertação Mestrado, São Carlos. Universidade Federal de São Carlos, 1993. 334 p.

MAGRIN, A. G. E.; SENNA, P. A. C.; KOMÁREK, J. *Arthrospira skujae*, a New Planktic Tropical Cyanoprokaryote. **Arch. Protistenkd.**, **148**:479-489, 1997.

MAIER, M. H. & TOLENTINO, M. Aspectos climáticos e limnológicos da bacia do rio Jacaré Pepira, São Paulo, Brasil. **Acta Limnol. Brasil.**, **11**:261-300, 1988.

MAITLAND, P. S. **Biology of the freshwater**. 2ª ed. New York, Chapman and Hall, 1990. 276 p.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Ed. Omega, S. A., Barcelona, 1983. 1010 p.

MARGALEF, R. **Teoria delos sistemas ecológicos.** Barcelona, Publ. Univ. Barcelona, 1991. 290 p.

MARLIER, G. Ecological Studies on some Lakes of the Amazon Valley. **Amazoniana,** Kiel, **1**(2):91-115, 1967.

MARTINS, D. V. Contribuição à Ficologia da Amazônia, I: ocorrência de *Trachelomonas playfairi* Defl. em sedimentos do Teritório Federal de Roraima, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, **6**(3):271-2, 1976.

MARTINS, D. V. **Desmidioflórula dos Lagos Cristalino e São Sebastião, Estado do Amazonas**. Tese Doutorado em Ciências Biológicas, INPA/FUA, 1980a. 248 p. fig. 1-88.

MARTINS, D. V. Contribuição à ficologia da Amazônia, 2: desmidioflórula dos lagos Cristalino e São Sebastião, Estado do Amazonas,: gêneros filamentosos. **Acta Amazonica**, Manaus, **10**(4):725-741, 1980b. fig.1-18, tab.1.

MARTINS, D. V. Contribuição à Ficologia da Amazônia. 3 - Desmidioflórula dos Lagos Cristalino e São Sebastião, Estado do Amazonas: Gêneros *Netrium, Closterium* e *Pleurotaenium*. **Acta Amazonica**, Manaus, **12** (2): 279-290, 1982.

MARTINS, D. V. *Staurastrum* Meyen (Desmidiaceae) dos lagos Cristalino e São Sebastião, Estado do Amazonas, Brasil. **Universitas (Ciência), 36**:15-32, 1986a.

MARTINS, D. V. Gêneros *Euastrum* Ehrenberg, *Micrasterias* Agardh. e *Triploceras* Bailey (Desmidiaceae) dos lagos Cristalino e São Sebastião, Estado do Amazonas, Brasil. **Universitas (Ciência), 38**:43-58, 1986b.

MARTINS-DA-SILVA, R. C. V. **Chlorophyceae (algae, Chlorophyta) do Lago Água Preta, Município de Belém, Estado do Pará**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, Pará, 1994. 145p.

McINTIRE, C. D. Some efeccts of current velocity on periphyton communities in laboratory streams. **Hydrobiologia**, **27**(3/4): 559-570, 1966.

McINTIRE, C. D. Periphyton Assemblages in laboratory streams in WHITTON, B. A. **River ecology.** Blackwell Scientific Publication Oxford, 1975, 403-430p.

MELACK, J. M. & FISHER, T. R. Comparative Limnology of tropical floodplain lakes with an emphasis on the Central Amazon. **Acta Limnol. Brasil.**, **3**:1-48, 1990.

MENEZES, M.; FONSECA, C. G.; NASCIMENTO, E. P. Algas de três ambientes de águas claras do município de Parintins, estado do Amazonas, Brasil: Euglenophyceae e Dinophyceae. Hoehnea, **22**(1/2):1-15, 1995.

MENEZES, M. Ficoflórula da Chapada dos Guimarães e arredores, Mato Grosso, Brasil: Euglenaceae pigmentados (Euglenophyceae). **Rickia**, **13**:87-95, 1986.

MENEZES, M. & FERNANDES, V. D. Euglenaceae pigmentados do Município de Cáceres e arredores, Mato Grosso, Brasil: uma contribuição ao seu conhecimento. **Rickia, 14**:53-71, 1987.

MENEZES, M. & FERNANDES, V. D. Euglenaceae (Euglenophyceae) pigmentadas do Noroeste do Estado de Mato Grosso, Brasil: Município de Barra dos Bugres, Cáceres, Juína e Porto Esperidião. **Hoehnea**, **16**: 35-55, 1989.

MERA, P. S. **Características ecológicas da desmidioflórula de uma região hidrográfica do Sistema Trombetas, Pará, Brasil.** Tese de Doutorado, Manaus. Universidade do Amazonas/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1995. 238 p.

METZELTIN, D. & LANGE-BERTALOT, H. Tropical Diatoms of South America I (Tropische Diatomeen in Südamerika I). **Iconographia Diatomologica**, Köngstein, **5**:1-695, 1998.

MöBIUS, M. Ueber einige brasilianische algen. **Bericht der deutschen botanischen Gesellschaft,** Berlin, **10**:17-26, 1892. Pl. 1.

MOORE, J. W. Seasonal succession of algae in rivers. III Examples from the wylye, a eutrophic farmland river. **Arch. Hydrobiol.**, **83**(3):367, 1978.

MORAES, E. M. **Ciclo sazonal, distribuições horizontal e vertical e interrelações ecológicas de nutrientes na represa do Lobo (Brotas – Itirapina-SP).** Dissertação de Mestrado. São Paulo, USP, 1978. 153 p.

MOSCHINI-CARLOS, V. **Dinâmica e estrutura da comunidade perifítica (substratos artificial e natural), na zona de desembocadura do rio Parapanema, represa de Jurumim – SP**. Tese de Doutorado, São Carlos – SP. Universidade Federal de São Carlos, 1996. 172 p.

NECCHI Jr., O. Catálogo das Rhodophyta de águas continentais do Brasil. **Rickia**, **11**:99-107, 1984.

NECCHI Jr., O. Geographic distribution of the Genus *Batrachospermum* (Rhodophyta, Batrachospermales) in Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **49**(3):663-669, 1989.

NECCHI Jr., O. Revision of the genus *Batrachospermum* Roth. (Rhodophyta, Batrachospermales) in Brazil. **J. Cramer**, 1990. 201p. (**Biblioteca Phycologica**, 84).

NECCHI Jr., O. & MOREIRA, J. C. L. Longitudinal distribution of macroalgae in two tropical lotic ecosystems from southeastern Brazil. **Arch. Hydrobiol.**, **129**:459-471, 1995.

NECCHI Jr., O. & ZUCCHI, M. R. Occurence of Ballia (Ceramiaceae, Rhodophyta) in freshwater in Brazil. **Hoehnea**, **22**(1/2):229-235, 1995.

NECCHI Jr., O.; DIP, M. R.; GÓES, R. M. Macroalgae of a stream in southeastern Brazil: composition, seasonal variation and relation to physical and chemical variables. **Hydrobiologia**, **213**:241-250, 1991.

NECCHI Jr., O.; BRANCO, C. C.Z.; SIMÃO, R. C. G.; BRANCO, L. H. Z. Distribution of stream macroalgae in the northwest region of São Paulo State, southeastern Brazil. **Hydrobiologia**, **299**:219:230, 1995.

NEIFF, J. J. Large rivers of South America: toward the new approach. **Vern. Internat. Verein. Limnol.**, **26**:167-180, 1996.

NETO, M. S. S.; ALVES, R.; FIGUEIREDO, A. C.; HINO, K. Caracterização hidrogeoquímica da bacia do rio Manso-Cuibá, Mato Grosso. **Acta Limnologica Brasiliensia**, **6**:230-244, 1993.

NIMER, E. Climatologia. In: **BRASIL-IBGE (1993) Geomorfologia do Norte**. Vol. **3**. 1972. 307p.

ODUM, E. P. Ecologia**. Interamericana S. A., 1985. 434p.**

OLIVEIRA, A. I. de. Bacia do Rio Branco (Estado do Amazonas) Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio. **Boletim do Serviço Geológico e Meteorológico do Brasil, v. 37**, 1929.

OLIVEIRA, A. I. de. Recursos minerais da bacia do rio Branco. **Miner. Metal.**, **1**(6):343-350, 1937.

OLIVEIRA, M. A. & SCHWARZBOLD, A. Influência de fatores abióticos sobre a estrutura da comunidade perifítica de limnotopos da bacia do Arroio Sampaio, Mato Leitão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, **Sér. Bot.**, **51**(1):39-61, 1998.

PALAMAR-MORDVINTSEVA, G. & TSARENKO, P. M. A supplement to the flora algal of the Amazon river basin (Brazil). **UKR. Bot. Zh.**, **47**(6):31-40, 1990.

PAN, Y. & LOWE, R. L. Independent and interactive effects of nutrients and grazers on benthic algae community structure. **Hydrobiologia**, **291**:201-209, 1994.

PASCOALOTO, D. **Macroalgas bentônicas de ambientes lóticos da bacia de drenagem do rio Preto, Estado de São Paulo: Flora e Distribuição.** Dissertação de Mestrado. Mestrado em Biologia Vegetal do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP. 1992. 196 p.

PASCOALOTO, D. **Sazonalidade e distribuição de macroalgas em igarapés de terra firme em áreas de reserva florestal nas cercanias de Manaus, Estado do Amazonas.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM. Manaus, AM. 1999. 175 p.

PATRICK, R. Nomenclatural changes in two genera of diatoms. **Notulae Naturae**, Philadelphia, **28**:1-11, 1939.

PATRICK, R. Some new diatoms from Brazil. **Notulae Naturae**, Philadelphia, **59**:1-7, 1940.

PAYNE, A. I. **The ecology of tropical lakes and rivers**. Chichester: Jonh Wiley, 1986. 301 p.

PENNAK, R. W. Toward a classification of lotic habitat. **Hidrobiologia**, **28**:321-334, 1971.

PETRI, S. Foraminíferos fósseis da bacia do Marajó. **Bolm. Fac. Filos. Ciênc., São Paulo: sér. Geol.**, São Paulo, 11:1-172, 1954. Pl. 1-14.

PINHEIRO, P. **Estudo sazonal dos efeitos das adições de nutrientes sobre o crescimento do fitoplâncton em um lago de várzea (Lago Calado-Amazônia Central)**. Dissertação de Mestrado, Manaus. Universidade do Amazonas/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia , 1985. 88p.

PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre, Artes Médicas Sul, 2000. 252 p.

POMEROY, R. & KIRSCHMAN, H. D. Determination of dissolved oxygen: proposed modification of the Winkler method. **Industr. Engeng. Chem. (Anal.)**, **17**(11):715-6, 1945.

PRESCOTT, G. W. The Machris Expedition: Botany, Chlorophyta; Euglenophyta. **Los Angeles County Mus. Contr. Sci.**, **11**:1-29, 1957.

PUTZ, R. Periphyton communities in Amazonian black and whitewater habitats: Community structure, biomass and productivity. **Aquatic Sciences**, **59**:74-93, 1997.

PUTZ, R. & JUNK, J. W. Phytoplankton and periphyton. In: JUNK, J.W. [ed.] **The central amazon floodplain. Ecology of a pulsing system**. Springer. Ecological studies. Berlim, 1997. p. 207-221.

RAI, H. & HILL, G. Primary production in the Amazonnian aquatic ecosystem. In: SIOLI, H. (ed.) **The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Monogr. Biol. 56. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht. pps. 311-335. 1984.

RAMGRAB, G. E.; BONFIM, L.F.C.; MANDETTA, P. **Projeto Roraima, 2ª fase**. Manaus, DNPM/CPRM, v. 2, 1972.

RAVEN, J. A. & BEARDALL, J. Carbon dioxide as the exogenous inorganic source for *Batrachospermum* and *Lemanea*. **Br. Phycol. J.**, **16**(2):165-175, 1981.

RAVEN, P. H.; BERG, L. R.; JOHNSON, G. B. **Environment**. Saunders College Publishing, Orlando, 1993. 569 p. (G. 1-16).

RIBEIRO, J. S. B. **Fatores ecológicos, produção primária e fitoplâncton em cinco lagos da Amazônia Central. Estudo preliminar**. Dissertação de Mestrado. São Carlos, UFSCar/DCB, 1978. 143 p.

RIBEIRO, J. S. B. **Estudo sazonal de fatores ambientais, nutrientes e biomassa de fitoplâncton no lago Jacaretinga (Amazônia Central).** Tese de Doutorado. São Carlos, UFSCar/DCB, 1983. 99 p.

RIBEIRO, J. S. B. Aspectos limnológicos da UHE de Tucuruí. In: MAGALHÃES, S. B.; BRITTO, R. C.; CASTRO, E. R. (ed.) **Energia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi/Universidade Federal do Pará/Associação de Universidades Amazônicas. 1996. p. 259-281.

RIBER, H. H.; SØRENSEN, J. P.; KOWALCZEWSKI, A. Exchange of phosphorus between water, macrophytes and epiphytic periphyton in the littoral of Mikolajskie Lake, Poland. In: WETZEL, R. G. (Ed.). **Periphyton of freshwater ecosystems**. The Hague, Dr. W. Junk, 1983. p. 235-243. (Developments in Hydrobiology, 17).

RICHEY, J. E.; SALATI, E.; SANTOS, U. M. Biochemistry of the Amazon River: an Update. **Mitt. Geol.-Paläont. Inst.** SCOPE/UNEP, 58:245-257, 1985.

RIOS, L. & CALIJURI, M. C. A bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão: uma proposta para ordenação das sub-bacias através de variáveis limnológicas. **Acta Limnológica Brasilensia**, 7:151-161, 1995.

RODRIGUES, A. Novas Characeae na Região Amazônica. **Ciência e Cultura**, São Paulo, **16**(2):154, 1964.

RODRIGUES, J. B. & TADEI, W. P. *Anopheles* species of the Ilha de Maracá: Incidence and distribution, ecological aspects and the transmission of malaria. p. 369-376. in: MILLIKEN, W. & RATTER, J. A. (Ed.) **Maracá: the biodiversity**

and environment of Amazonian rainforest. John Wiley & Sons Ltd. Chichester, 1998.

RODRIGUES, L. **Sucesão do Perifíton na planície de inundação do alto rio Paraná: interação entre nível hidrológico e regime hidrodinâmico**. Tese Doutorado, Universidade Federal de Maringá – Paraná, 1998. 208 p.

RODRIGUES, M. S. **Biomassa e produção fitoplanctônica do lago Camaleão (Ilha de Marchantaria, Amazonas)**. Tese Doutorado, CPG, INPA/FUA, 1994. 194 p.

ROOS, P. J. Dynamics of periphytic communities. In: WETZEL, R. G. (Ed.). **Periphyton of freshwater ecosystems**. The Hague, Dr. W. Junk, 1983. p. 5-10.

ROUND, F.E. Light and Temperature: some aspects of their influence on algae. in: JACKON, D.F. **Algae, Man, and the Environment**. New york, Syracuse University Press, 1968. 554 p.

ROUND, F. E. **Biologia das algas**. 2ª ed.,Guanabara Dois, RJ. 1973. 263p.

ROUND, F. E. & EATON, J. W. Persistent, vertical-migration rhythms in benthic microflora. III. The rhythm of epipelic algae in a freshwater pond. **J. Ecol.**, **54**:609-615, 1966.

SABATER, S. & SABATER, F. Longitudinal changes of benthic algal biomass in a Mediterranean river during two high production periods. **Arch. Hydrobiol.**, **124** (4):475-487, 1992.

SALATI, E. & MARQUES, J. Climatology of the Amazon region. In: SIOLI, H. (ed.) **The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Monogr. Biol. 56. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht. pps. 85-126, 1984.

SALATI, E.; MARQUES, J.; MOLION, L. B. C. Origem e distribuição das chuvas na Amazônia. **Interciência**, **3**:200-250, 1978.

SALATI ET, E. & NOBRE, C. A. Possible climatic impacts of tropical deforestation. **Climatic Change**, 19:177-196, 1991.

SANT'ANNA, C. L. & MARTINS, D.V. Chlorococcales (Chlorophyceae) dos Lagos Cristalinos e São Sebastião, Amazonas, Brasil: Taxonomia e aspectos limnonológicos. **Rev. bot.**, **5**:67-82, 1982.

SANTOS, A. **Limnologia do Sistema Tocantins-Araguaia: Aspectos físicos e biogeoquímicos**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em ecologia e recursos naturais – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 1983. 256 p.

SANTOS, U. de M. Aspectos limnológicos do lago Grande do Jutaí (Amazônia Central), face as alterações químicas do meio hidrológico da região. **Acta Amazonica, 10**(4):797-822, 1980.

SANTOS, U. de M. & RIBEIRO, M. de N.G. A hidroquímica do rio Solimões - Amazonas. **Acta Amazonica, 18**(3-4):145-172, 1988.

SANTOS, U. de M.; BRINGEL, S.R.B.; BERGAMIN, H.F.; RIBEIRO,M.N.G.; BANANEIRA, M. Rios da Bacia Amazônica I. Afluentes do rio Negro. **Acta Amazonica, 14**:222-237, 1984.

SANTOS, U. de M.; BRINGEL, S.R.B.; RIBEIRO,M.N.G.; SILVA,M.N.P. Rios da Bacia Amazônica II. Os afluentes do rio Branco. **Acta Amazonica, 15**(1-2):147-156, 1985.

SCHAEFER, C. E. R.; CRUZ, N.M.C.; SILVA, C.M.; REZENDE, S.B. Palynology of Paleosols from Roraima, north Amazonia. **Rev. Bras. Cie. Solo, 18**(2):325-333, 1994.

SCHAEFER, C. E. R. & VALE JÚNIOR., J. F. Mudanças climáticas e evolução da paisagem em Roraima: uma resenha do Cretáceo ao Recente. in: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. **Homen, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima.** Manaus, INPA, 1997. p. 231-265.

SCHMIDLE, W. Algen aus Brasilien. **Hedwigia**, Dresden, **40**(1):45-54, 1901. pl. 3-4.

SCHMIDT, G.W. Vertical distribution of bacteria and algae in a tropical lake. **Int. Rev. ges. Hydrobiol., 54(5)**:791-797, 1969.

SCHMIDT, G.W. Numbers of bacteria and algae and their interrelations in some Amazonian Waters. **Amazoniana, 2(4)**:393-400, 1970. Fig.1-4, 1 tab.

SCHMIDT, G. W. Chemical properties of some waters in the tropical rain-forest region of Central-Amazonia along the new road Manaus-Caracaraí. **Amazoniana, 3(2)**:199-207, 1972.

SCHMIDT, G. W. Primary Production of Phytoplankton in the three types of Amazonian waters. I Introduction. **Amazoniana, 4(2)**:135-138, 1973a.

SCHMIDT, G. W. Primary Production of Phytoplankton in the three types of Amazonian waters. II. The Limnology of a tropical flood-plain lake in central Amazonia Lago do Castanho. **Amazoniana, 4(2)**:139-203, 1973b.

SCHMIDT, G. W. Primary Production of Phytoplankton in the three types of Amazonian waters. III: Primary Productivity of Phytoplankton in a Tropical Flood-Plain Lake of central Amazonia, Lago do castanho, Amazonas, Brasil. **Amazoniana, 4**(4): 379-404, 1973c. fig. 1-11.

SCHMIDT, G. W. Zur Artenfülle des phytoplanktons in Amazonien. **Mitt. Biogeogr. Abt. Geogr. Inst. Univ. Saarland**, **6**:4-5, 1974.

SCHMIDT, G. W. Primary Production of Phytoplankton in the three types of Amazonian waters. IV. on the Primary Productivity of Phytoplankton in a Bay of the lower Rio Negro (Amazonas, Brasil). **Amazoniana,** Kiel, **5**(4):517-528, 1976. Fig. 1-2, tab. 1-6.

SCHMIDT, G. W. Primary Production of Phytoplankton in the three types of Amazonian waters. V. Some Investigations on the Phytoplankton and its Primary Productivity in the clear water of the Lower rio Tapajós (Pará, Brazil). **Amazoniana,** Kiel, **7**(3): 335-348, 1982.

SCHMIDT, G. W. & UHERKOVICH, G. Zur Artenfülle des Phuytoplankton in Amazonien. **Amazoniana, 4**(3): 243-252, 1973.

SCOTT, A. M.; GROENBLAD, R.; CROASDALE, H.T.; SIOLI, H. Desmids from the Amazon Basin, Brazil, collected by Dr. H. Sioli. **Acta Botanica Fennica,** Helsingfors, **69**:3-93,1965. Pl.1-19, fig. 1-7.

SCULTHORPE, C. D. **The biology of aquatic vascular plants**. E. Arnold Ltd, London. 1971. 610 pp.

SÉ, J. A. S. **O rio do Monjolinho e sua bacia hidrográfica com integradores de sistemas ecológicos: um conjunto de informações para o início de um processo de pesquisas ecológicas, de educação, planejamento e gerenciamento ambientais a longo prazo.** Dissertação de Mestrado, São Carlos, USP, 1992. 381 p.

SETARO, F.V. **Responses of phytoplankton to experimental fertilization with nitrogen and phosphorus in a Amazon floodplain lake**. Master Thesis. Santa Barbara, Univ. Calif., 1983. 119 p.

SETARO, F.V. & MELACK, J. M. Responses of phytoplankton to experimental nutrient enrichment in an Amazon floodplain lake. **Limnol. Oceanogr., 29**(5)**:**972-984, 1984.

SHEATH, R. G. & BURKHOLDER, J. M. Characteristics of softwater streams in Rhode Island II: composition and seasonal dynamics of macroalgal communities. **Hydrobiologia**, **128**:109-118, 1985.

SHEATH, R. G. & HARLIN, M. M. Physical and chemical characteristics of fresh-water and marine habitats. In: SHEATH, R. G. & HARLIN, M. M. (eds.**) Fresh-water and marine plants of Rhode – Island**. Kendall/Hunt, 1988. p. 7 – 19.

SHEATH, R. G.; MORISON, M. O.; KORCH, J. E.; KACZMARCZYK, D., COLE, K. M. Distribution of stream macroalgae in south – central Alaska. **Hydrobiologia**, **135**:259-269, 1986.

SHEPHERD, G. J. FITOPAC 1: Manual de usuário. UNICAMP/SP. 1996, 95P.

SHORTREED, K. S. & STOCKNER, J. G. Peryphyton biomass and species composition in coastal rainforest stream in British Columbia: effects of environmental changes cause by logging. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 40**(11):1887-1897, 1983.*

SILVA, E. L. S. **Inventário preliminar das espécies arbóreas das florestas dos arredores de Boa Vista (Roraima): uma abordagem fitossociológica**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação e Biologia Tropical e Recursos Naturais do Convênio INPA-FUA, Manaus, AM, 1993, 194p.

SILVA, C. P. D. **Influência das modificações ambientais sobre a comunidade de peixes de um igarapé da cidade de Manaus (Amazonas)**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós- Graduação e Biologia Tropical e Recursos Naturais do Convênio INPA-FUA, Manaus, AM. 1992. 112p.

SILVA, M. S. R. **Metais pesados em sedimentos de fundo de igarapés (Manaus-AM)**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em geologia e geoquímica da UFPA, 1996. 120p.

SINOKROT, B. A. & STEFAN, H. G. Stream temperature dynamic: measurement and modeling. **Water Resour. Res., 29**(7):2299-2312, 1993.

SIOLI, H. Das Wasser in Amazonasgebiet. **Forsh. Fortschr., 26**:274-280, 1950.

SIOLI, H. Alguns resultados e problemas da limnologia amazônica. **Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Norte**, 24, 1951.

SIOLI, H. Bemerkungen zun ersmaligen Fund eines Charophyten in Amazonengebiet. **Arch. Hydrobiol. (Plankt.), Stuttgart, 50**(2):153-159, 1955.

SIOLI, H. O Rio Arapiuns - Estudo limnológico de um corpo d'água do Terciário plioceno das barreiras do baixo Amazonas. **Bol. Técn. Inst. Agron. do Norte**, Belém, **32:**1-116, 1956a.

SIOLI, H. As águas do alto rio Negro. **Bol. Técn. Inst. Agron. do Norte**, Belém, **32:**117-155, 1956b.

SIOLI, H. Primeira descoberta de um representante de Charophyta na Região Amazônica. **Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Norte**, Belém, **32**:157-164, 1956c.

SIOLI, H. Valores do pH de águas amazônicas. **Bol. do Museu Paraense Emílio Goeldi, 1:**1-37, 1957.

SIOLI, H. Pesquisas Linnológicas na Região da Estrada de Ferro de Bragança, Estado do Pará, Brasil. **Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Norte**, Belém, **36**:63-75, 1960.

SIOLI, H. Bemerkungen zu den Fudorten. in: A. M. SCOTT; R. GRÖNBLAD and H. CROASDALE, Desmids from the Amazon Basin, Brazil. **Acta Bot. Fenn.**, **69**:1-94, 1965.

SIOLI, H. Studies in Amazonian waters. **Atas do Simpósio sobre a biota amazônica (Limmnologia)**, (3):9-50, 1967.

SIOLI, H. Hydrochemistry and geology in the Brasilian Amazon Region. **Amazoniana**, **3**:267-277, 1968.

SIOLI, H. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: SIOLI, H. (ed.) **The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Monogr. Biol. 56. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht. pps. 127-165. 1984.

SLADECKOVA, A. Limnological investigation methods for the periphyton community. **Bota. Review.**, **38**:286-350, 1962.

SOARES, L. de C. **Geografia do Brasil, Região Norte**. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 1977. p. 466.

SOMMER, U. Growth and survival strategies of planktonic diatoms. In: SANDGREN, C. D. (ed.) **Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton**. Cambridge, Cambridge Univ. Press. p. 227-260, 1988.

SOPHIA, M. G. & DIAS, I. C. A. Algas de três ambientes de águas claras do Município de Parintis, Estado do Amazonas, Brasil: Oedogoniophyceae. **Hoehnea**, **23**(2):59-80, 1996.

SOPHIA, M. G. & HUSZAR, V. L. M. Planktonic desmids of three Amazonian systems (Lake Batata, Lake Mussurá and Trombetas River), Pará, Brazil. **Amazoniana**, **14**(1/2):75-90, 1996.

SOPHIA, M. G. & SILVA, L. H. S. Considerações sobre a flora de desmídias filamentosas (Zygnemaphyceae) do Nordeste de Mato Grosso e Sudeste de Rondônia, Brasil. Ver. Brasil. Biol., **49**:943-956,1989.

STEFAN, H. G. & PREU'HOMME, E. B. Stream temperature estimation from air temperature. **Wat. Resour. Bull.**, **29**(1):27-45, 1993.

STEINBERG, C. & MELZER, A. Stoffkreistaufe in Binnengewässern. **Bayr. Landesamt f. Wasserwirtschaft**, 2:82-134, 1982.

STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS,T. R. Discussion of spectrophometric determination of marine plankton pigments, with revised equations of ascertaining chlorophyll "a" and carotenoids. **Journ. Mar. Res.** , New Haven, **21**(3):155-63, 1963.

STUMM, W. & MORGAN, J. J. **Aquatic chemistry**. Wiley – New York, Intercience, 1981. 583 p.

TAYLOR, W. R. The freshwater algae of Newfoundland, 1. **Pap. Mich. Acad. Sci.**, Ann Arbor, **19**(1993):217-280, 1934. pl. 45-57.

THOMASSON, K. Studies on South American Freshwater Plankton 3. Plankton from Tierra del Fuego and Valdivia. **Acta Horti Götheburgensis, 19**: 213-215, 1955. Fig. 1.

THOMASSON, K. Amazonian algae. **Mémmoires de Iíntitut Royal des Sciences naturelles de Belgique**, Bruxelles, **86**(2):1-57, 1971. Pl. 1-24.

THOMASSON, K. Two conspicuous desmids from Amazonas. **Botaniska Notiser**, Stockholm, **130**: 41-51, 1977.

TRAAEN, T. S. & LINDSTROM, E. A. Influence of current velocity on periphyton distribution. In: WETZEL, R.G. **Periphyton of freshwater ecosystems.** Dr. W. Junk Publishers, the Hague: 97-99, 1983.

TUNDISI, J. G; FORSBERG, B. R.; DEVOL, A.; ZARET, T.; TUNDISI, T.; SANTOS, A.; RIBEIRO, J.; HARDY, E. Mixing patterns in Amazon lakes. **Hydrologia, 108**:3-15, 1984.

TUNDISI, J. G.; MARTINS DIAS, A. M. P. ; MATSUMURA TUNDISI, T. Estudos ecológicos preliminares em sistemas aquáticos em Aripuanã. **Acta Amazônica**, Manaus, **9**(2): 311-315, 1979.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. Ecossistemas de águas continentais. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Eds.) **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, Ed. Escrituras, 1999a. p. 153-194.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. Limnologia de águas interiores. Impactos, conservação e recuperação de ecossitemas aquáticos. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Eds.) **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, Ed. Escrituras, 1999b. p. 195-225.

UHERKOVICH, G. Algen aus den Flüssen Rio Negro und Rio Tapajós. **Amazoniana,** Kul, **5**(4):465-515, 1976. Fig.1-4, pl. N 1-3, T 1-3, tab.1.

UHERKOVICH, G. Algen aus einigen Gewässen Amazoniens. **Amazoniana**, Kiel, **7**(2): 191-219, 1981.

UHERKOVICH, G. Phytoplankton. 11. p. 295-310. in: SIOLI, H., **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty river and its basin**. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 1984.

UHERKOVICH, G. & FRANKEN, M. Aufwuchsalgen aus zentralamazonischen Regenwaldbächen. **Amazoniana,** 7(1):49-79, 1980. Pl. 1-10, tab. 1-4.

UHERKOVICH, G. & RAI, H. Algens aus den Rio Negro und seinen Nebenflüssen. **Amazoniana**, Kiel, **6**(4):611-38, 1979. Pl. 1-9, fig. 1, tab. 1-2.

UHERKOVICH, G.& SCHMIDT, G. W. Phytoplanktontaxa in dem zentral-amazonischen Schwemmlandsee Lago do Castanho. **Amazoniana**, Kiel, **5**(2):243-283, 1974. Pl. 1-7.

UTERMÖHL, H. Zur Vervolkomnung der quantitaven phytoplankton: methoik. **Mitt. Internat. Verin. Theor. Angew.Limnol.**, Stuttarg, **9**:1-38,1958.

VANNOTE, R. L.; MINSHAL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, **37**:130-137, 1980.

VOLKMER-RIBEIRO, C.; MANSUR, M. C. D.; MERA, P. A. S.; ROSS, S. M. Biological indicators in aquatic habitats of the Ilha de Maracá. p. 403-414. in: MILLIKEN, W. & RATTER, J. A. (Ed.) **Maracá: the biodiversity and environment of Amazonian rainforest**. John Wiley & Sons Ltd. Chichester, 1998.

VOLLENWEIDER, R. A. **A manual on methods for measuring primary production in aquatic enviroments.** IBP Handbook n°8. Blackwell Scientific Publications, Oxford, Edinburgh e London, 1974, 121 p.

WALKER, I. The biology of streams as part of Amazonian forest ecology. **Experientia**, **43**:279-290, 1987.

WALKER, I. Ecologia e Biologia dos Igapós e Igarapés. **Ciência Hoje**, **11**(64):44-53, 1990.

WALKER, I. Amazonian streams and small rivers. In: TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (eds.) **Limnology in Brazil**. Brazilian Academy of Sciences. 1995. p. 168-193.

WARD, J. V. & STANFORD, J. A. Riverine Ecosystems: The influence of man on catchment dynamics and fish ecology. In: DODGE, D. P.(ed.) **Proceedings of the Internationale Large River Symposium**. Can. Spec. Pbl. Fish. Aquat. Sci. 106: p. 56-64, 1989.

WASHINGTON, D. R. Stream Assimilation Studies in New York State. in: JACKON, D.F. **Algae, Man, and the Environment**. New york, Syracuse University Press,1968. 554 p.

WEBER, C. I Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface waters and efluents. Environmental monitoring series, 1973. p.1-6 e p.1-20.

WETZEL, R. G. Recommendations for future research on periphyton. In: WETZEL, R. G. (Ed.). **Periphyton of freshwater ecosystems**. The Hague, Dr. W. Junk, 1983. p. 339-346.

WETZEL, R. G. **Limmology.** W.B. Saunders Company, 1975. 733p.

WETZEL, R. G. Decomposition of aquatic angiosperms. III. *Zostera marina* L. and a conceptual model of decomposition. **Aquatic Botany**, **5**:329-354, 1978.

WETZEL, R. G. **Periphyton of freshwater ecossystems development in hydrobiology. 17.** Dr. W. junk Publishers, the hague, 346p. 1983.

WETZEL, R. G. Microbial colonization on natural and artificial macrophytes in a phosphorus-limited, Hardwater Lake. **J. Phycol**, **25**:55-65, 1989.

WETZEL, R. G. **Limmologia**. Lisboa: Ed. Fundação Calouste Gulbenkian. 1993. 919 p.

WHITTON, B. A. Algae. In: WHITTON, B. A. (ed.): **River Ecology**. Oxford, Blackwell, 1975. p. 81-195.

WINKLER,L.W. Die Bestmmung des in Wassergelosten Sauerstoffs. **Ber. Dtsch Chem. Ges**, Berlin, **21**:2843-54,1888.

WOODHEAD, N. & TWEED, R. D. Revision of the diatom genus *Actinella* Lewis *Tibiella* Bersey. **Biol. Jaarb**, **24**:207-233, 1957.

YANG, H. J.; CHUNG, J.; SONG, S. D. Limnological studies of Nakdong River in Korea. **Verh. Int. Ver. Limnol.**, **21**:894-907, 1981.

ZARET, T. M.; DEVOL, A. H.; SANTOS, A. Nutrient addition experiments in Lago Jacaretinga, Central Amazon Basin, Brazil. **Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. Vern.**, 21:721-724, 1981.

ZIMMERMANN, C. Contribuição para o estudo das diatomáceas dos Estados Unidos do Brasil, 1. **Broteria**: sér. Bot., **11**(3):149-164, 1913.

ZIMMERMANN, C. 1ª. contribuição para o estudo das diatomáceas dos Estados Unidos do Brasil, 1. **Broteria**: sér. Bot., **12**(1):5-12, 1914.

APÊNDICES

Apêndice 1. Valores da temperatura do ar (°C) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	28,5	33,3	31,3	34,0	35,0	33,5	32,5	33,5	29,0	31,0	33,5	34,0	30,5
AB2	32,8	30,1	32,4	31,0	32,0	32,5	34,5	33,5	30,5	33,0	32,5	34,0	32,0
AB3	30,8	31,5	33,7	32,0	32,0	30,0	34,5	33,5	31,0	32,0	33,5	33,0	32,0

Apêndice 2. Valores da temperatura do ar (°C) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	32,7	32,2	28,0	33,0	35,0	34,0	27,5	32,5	26,5	32,0	32,5	32,0	29,5
C2	34,6	37,4	30,3	32,0	34,0	34,0	28,5	33,0	26,5	30,5	32,0	32,0	29,5
C3	33,6	33,5	26,7	32,5	32,0	31,0	33,0	33,5	26,5	29,0	30,0	30,5	28,0

Apêndice 3. Valores da temperatura da água (°C) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	28,2	28,7	28,4	30,0	30,0	33,5	30,0	30,5	28,5	29,0	29,5	29,5	28,0
AB2	28,6	28,9	28,8	30,0	30,0	30,0	30,0	31,0	29,5	29,0	29,0	29,5	28,5
AB3	29,5	28,6	28,0	29,0	29,0	29,0	30,0	30,0	28,5	29,0	29,0	29,5	30,0

Apêndice 4. Valores da temperatura da água (°C) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	29,2	29,4	27,8	29,0	31,0	30,5	29,5	31,5	27,5	31,0	29,5	30,0	28,5
C2	29,9	31,1	28,2	30,0	31,0	28,0	30,0	30,0	27,0	29,0	29,0	30,5	29,0
C3	29,6	30,2	26,2	29,0	30,0	30,5	30,0	31,0	27,0	28,5	28,0	29,5	28,0

Apêndice 5. Valores de turbidez (NTU) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	1,0	1,0	1,2	1,0	1,3	1,8	1,4	1,6	1,5	1,4	1,1	1,0	0,7
AB2	1,5	1,0	1,7	1,1	1,3	1,5	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,5	1,5
AB3	2,5	2,0	3,1	2,2	2,3	2,7	4,0	5,2	10,0	6,0	7,0	3,2	3,2

Apêndice 6. Valores de turbidez (NTU) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	16,0	4,0	5,6	3,6	3,5	17,0	16,0	18,0	42,0	41,0	17,0	5,5	3,9
C2	19,0	3,5	5,5	4,0	3,2	22,0	19,0	24,0	17,0	15,0	13,0	5,8	3,6
C3	18,0	3,1	5,6	4,5	4,1	24,0	20,0	21,0	17,0	16,0	13,0	5,6	4,0

Apêndice 7. Valores de condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	9,1	4,9	5,2	5,1	5,2	8,0	8,5	129,0	4,8	5,4	5,0	5,8	6,0
AB2	8,9	4,3	5,2	4,4	4,4	6,9	7,8	108,0	4,3	5,5	4,9	5,2	5,4
AB3	9,1	4,2	4,5	4,5	4,2	6,6	7,0	32,0	5,9	5,4	4,8	5,1	5,7

Apêndice 8. Valores de condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	7,2	8,5	7,9	8,3	7,6	12,9	10,8	79,0	10,2	10,3	8,1	9,5	10,5
C2	7,3	8,3	7,8	8,3	7,8	14,5	10,5	86,0	9,3	10,9	8,7	9,5	10,1
C3	7,2	8,5	8,1	8,5	8,1	14,8	11,4	74,0	9,5	11,6	8,1	9,8	10,3

Apêndice 9. Valores de pH no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	4.6	4.5	4.9	4.5	4.6	4.0	4.0	6.2	5.2	5.3	4.7	4.8	4.8
AB2	4.5	4.4	4.7	4.5	4.6	4.0	4.6	6.3	5.5	5.3	4.7	4.8	4.7
AB3	5.4	5.8	4.9	4.9	5.2	4.6	4.8	6.5	5.3	5.3	5.1	5.3	5.2

Apêndice 10. Valores de pH no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	5.7	5.5	5.5	6.0	5.5	4.0	4.4	5.9	6.0	5.8	5.3	6.2	6.2
C2	5.7	5.5	5.5	5.7	6.1	4.2	4.4	5.9	6.0	6.1	5.4	6.2	6.2
C3	5.7	5.4	5.5	5.5	5.1	4.5	4.4	5.9	6.0	5.9	5.6	6.0	6.0

Apêndice 11. Valores de alcalinidade ($mEq.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,88	2,44	2,44	2,44	2,44	1,22
AB2	0,00	0,00	0,00	1,22	1,22	0,00	1,22	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	1,22
AB3	0,00	2,44	2,44	2,44	3,66	1,22	3,66	3,66	2,44	2,44	3,66	3,66	1,22

Apêndice 12. Valores de alcalinidade ($mEq.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	2,32	2,32	2,32	2,56	2,32	0,00	0,00	4,88	6,10	4,88	4,88	6,10	4,88
C2	2,56	2,32	2,56	,32	4,88	0,00	0,00	4,88	6,10	4,88	4,88	6,10	4,88
C3	2,32	2,32	2,56	2,56	4,88	1,22	0,00	4,88	6,10	4,88	6,10	6,10	4,88

Apêndice 13. Valores de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	Mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	7,86	7,82	8,48	6,76	6,96	6,45	6,71	6,16	9,02	6,17	7,58	7,76	7,61
AB2	6,64	7,48	7,06	7,32	7,12	7,34	7,18	6,63	8,95	7,53	7,58	8,58	8,12
AB3	8,34	7,48	7,68	7,41	7,54	7,97	6,64	6,61	7,58	6,54	7,93	7,38	8,13

Apêndice 14. Valores de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	6,78	7,77	7,74	9,51	8,18	7,30	6,48	5,79	6,28	4,84	5,13	8,05	7,50
C2	6,76	9,70	8,19	,50	7,77	6,88	5,59	5,67	6,22	8,13	5,35	8,53	7,81
C3	8,98	9,83	7,29	7,44	8,23	6,67	4,91	5,09	6,48	4,61	5,57	6,75	8,10

Apêndice 15. Valores de porcentagem de saturação de oxigênio (%) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	95	100	106	87	89	89	86	79	119	78	98	101	95
AB2	84	93	89	95	90	91	92	84	120	95	99	115	104
AB3	105	92	100	96	95	102	87	86	95	82	102	95	105

Apêndice 16. Valores de porcentagem de saturação de oxigênio (%) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	86	99	95	125	119	95	84	77	78	62	66	104	94
C2	87	127	105	24	104	86	74	74	77	104	69	111	99
C3	115	125	89	94	107	88	64	68	80	58	70	87	103

Apêndice 17. Valores da demanda bioquímica de oxigênio – DBO - ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	1,54	1,93	2,31	0,69	0,26	0,93	1,88	0,78	2,37	0,04	2,07	2,07	1,19
AB2	2,43	1,41	0,39	0,92	0,11	1,38	1,68	0,25	1,89	2,10	2,23	2,98	1,88
AB3	1,37	1,19	1,11	0,54	0,66	0,88	0,85	1,27	1,05	1,17	2,51	1,12	1,61

Apêndice 18. Valores da demanda bioquímica de oxigênio – DBO - ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	1,30	1,65	0,52	2,76	2,04	1,74	1,02	1,22	0,80	1,51	0,21	2,12	0,47
C2	2,07	1,13	0,18	,46	0,58	1,52	0,48	0,74	0,82	3,11	1,34	2,61	1,53
C3	1,35	1,09	0,85	0,44	2,08	1,61	0,29	0,14	1,32	1,50	1,22	0,94	1,75

Apêndice 19. Valores da demanda química de oxigênio - DQO - ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	11,97	11,77	10,33	8,19	8,08	21,85	30,98	23,66	17,36	30,98	18,87	9,62	10,08
AB2	10,64	13,78	12,58	11,37	9,43	20,92	30,98	25,75	17,36	30,98	18,87	10,21	9,42
AB3	15,30	21,18	18,06	14,94	21,53	19,88	24,78	27,84	20,83	24,78	20,67	13,51	11,05

Apêndice 20. Valores da demanda química de oxigênio - DQO - ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	17,96	17,14	18,61	19,49	14,82	27,08	38,42	23,66	26,04	38,42	22,76	19,97	17,55
C2	22,62	18,82	18,83	8,84	19,20	29,48	50,19	30,63	25,69	50,19	22,05	19,97	16,25
C3	20,62	17,82	18,33	18,84	18,86	32,43	43,37	30,63	17,36	43,37	23,24	17,46	16,90

Apêndice 21. Valores de cálcio – Ca^{2+} ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
AB2	0,02	0,02	0,02	,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
AB3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,30	0,02	0,02	0,02	0,02

Apêndice 22. Valores de cálcio – Ca^{2+} ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	0,02	0,62	0,02	0,02	0,13	0,02	0,02	0,00	0,37	0,26	0,22	0,55	0,31
C2	0,02	1,07	0,02	0,02	0,35	0,02	0,02	0,00	0,38	0,16	0,22	0,45	0,22
C3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,55	0,13	0,02	0,00	0,29	0,26	0,42	0,55	0,02

Apêndice 23. Valores de amônio - NH4+ - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	68,88	49,60	35,87	139,00	16,33	251,82	127,33	14,00	63,30	71,32	105,83	60,98	49,52
AB2	90,99	49,60	44,32	146,00	16,33	237,17	112,34	35,60	70,60	71,32	77,67	78,30	49,52
AB3	312,13	164,15	44,32	212,00	38,95	259,15	149,81	71,70	100,40	125,86	112,99	52,20	57,78

Apêndice 24. Valores de amônio - NH4+ - ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	Abr	maio	Jun	jul	ago	set	out	nov
C1	142,59	18,33	86,79	139,00	46,49	156,56	247,23	129,30	182,20	165,51	170,32	30,26	15,56
C2	186,82	03,06	65,97	161,00	46,49	237,17	239,73	129,30	115,30	213,98	92,25	46,85	15,56
C3	186,82	13,77	95,01	124,00	69,11	413,02	329,66	215,80	130,10	165,91	141,66	21,97	23,71

Apêndice 25. Valores de nitrato - NO3- - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	3,71	8,81	10,88	4,03	6,97	33,27	8,58	68,18	0,00	0,00	0,00	14,84	4,77
AB2	3,71	7,87	10,88	3,12	1,74	32,33	7,66	9,38	22,85	0,00	1,03	6,85	2,86
AB3	3,71	14,43	73,95	6,76	3,48	30,46	6,73	11,22	0,00	9,65	2,06	4,57	2,86

Apêndice 26. Valores de nitrato - NO3- ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	136,09	7,87	37,91	8,58	1,74	14,51	3,95	25,92	62,54	33,76	10,31	66,71	3,81
C2	16,86	4,13	2,77	4,94	2,62	5,13	4,87	3,87	13,62	7,56	11,33	14,84	3,81
C3	15,00	5,06	12,68	3,12	4,36	14,51	8,58	9,38	10,85	10,48	12,34	58,64	5,72

Apêndice 27. Valores de nitrito - NO2- - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	2,55	0,00	0,00	0,51	2,17	1,58	1,17	3,21	0,00	1,26	0,76	1,00	1,10
AB2	1,83	0,00	0,76	0,51	1,56	0,00	2,09	2,57	1,56	1,26	0,00	1,00	1,98
AB3	2,55	3,36	0,76	1,02	2,17	0,00	0,00	3,21	1,56	1,96	0,76	1,00	1,98

Apêndice 28. Valores de nitrito - NO2- - ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	3,26	0,00	1,55	2,00	0,00	1,58	3,95	3,21	7,44	5,45	4,45	2,24	2,77
C2	3,26	0,00	0,76	,02	1,56	0,00	3,02	0,00	3,52	1,96	2,89	1,59	2,77
C3	3,98	0,0	1,04	0,51	1,56	2,21	0,00	3,84	3,52	2,65	2,89	2,24	3,06

Apêndice 29. Valores de ortofosfato - PO43- - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	1,63	0,00	4,65	6,20	1,89	0,0	1,63	0,00	1,64	1,42	0,00	1,32	3,99
AB2	4,36	5,07	0,00	4,65	0,94	0,00	1,63	1,58	2,20	1,42	0,00	1,32	3,99
AB3	4,89	5,07	4,65	1,55	1,89	0,00	1,63	9,46	2,20	1,42	0,00	0,00	2,56

Apêndice 30. Valores de ortofosfato - PO43- - ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	3,26	1,69	4,65	1,55	0,94	0,00	3,26	3,15	9,09	2,91	9,05	2,91	5,44
C2	3,6	3,38	3,10	,65	3,36	0,00	3,26	4,73	1,99	1,42	1,46	2,91	3,99
C3	1,63	1,69	1,55	3,10	1,89	1,89	3,26	3,15	2,20	2,91	1,46	1,32	2,56

Apêndice 31. Valores de ortossilicato - Si(OH)4 - - ($\mu g.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	3,11	3,31	3,27	2,91	3,28	3,29	2,12	1,44	1,97	2,09	2,48	2,28	1,23
AB2	3,06	3,27	3,10	2,87	3,26	3,23	2,09	1,42	2,00	2,08	2,50	2,31	1,21
AB3	3,09	3,31	2,87	2,91	3,28	3,27	2,04	1,74	2,29	2,18	2,73	2,30	1,24

Apêndice 32. Valores de ortossilicato - Si(OH)4 - - ($\mu g.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	3,05	3,58	3,50	3,16	3,53	3,42	2,01	2,26	0,80	2,01	3,07	2,38	1,35
C2	3,09	3,62	3,59	,16	3,55	3,37	1,90	2,42	2,60	2,28	3,08	2,42	1,36
C3	3,12	3,62	3,41	3,16	3,51	3,35	1,63	2,36	2,77	2,29	3,07	2,42	1,35

Apêndice 33. Medidas de dureza ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	0.27	0,02	0,58	0,02	0,02	0,80	0,98	0,40	0,67	0,27	0,71	0,27	0,02
AB2	0.40	1,60	0,45	0,44	0,02	0,62	0,76	0,53	0,40	0,62	0,02	0,02	0,02
AB3	0,49	1,11	1,02	1,69	1,25	1,16	1,20	1,25	1,38	1,07	0,89	1,78	0,57

Apêndice 34. Medidas de dureza ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	0,93	2,94	2,67	1,60	2,05	3,03	2,36	2,00	1,47	3,03	2,05	2,40	2,05
C2	1,11	3,69	2,27	3,91	2,67	2,89	2,31	2,40	1,69	3,47	2,31	2,22	2,49
C3	1,20	3,43	2,31	3,83	2,58	3,25	2,27	2,63	1,56	3,20	1,99	2,14	2,36

Apêndice 35. Medidas de potássio - K+ ($mg.L^{-1}$)) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AB2	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AB3	0,10	0,00	0,10	0,10	0,00	0,10	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Apêndice 36. Medidas de potássio - K+ ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	0,10	0,10	0,10	0,20	0,10	0,40	0,30	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10	0,20
C2	0,10	0,20	0,10	0,20	0,10	0,50	0,30	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
C3	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	0,60	0,30	0,30	0,10	0,60	0,20	0,10	0,10

Apêndice 37. Medidas de sódio - Na+ ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,10	0,10	0,60	0,10	0,10	0,40	0,10	0,10
AB2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,40	0,10	0,40	0,10	0,10
AB3	0,20	0,10	0,20	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,50	0,10	0,10

Apêndice 38. Medidas de sódio - Na+ ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	0,20	0,40	0,30	0,30	0,20	0,30	0,40	0,50	0,40	0,30	0,50	0,50	0,30
C2	0,30	0,30	0,30	,30	0,30	0,30	0,40	0,30	0,40	0,30	0,50	0,30	0,30
C3	0,30	0,30	0,30	,30	0,30	0,40	0,40	0,40	0,30	0,40	0,50	0,50	0,30

Apêndice 39. Medidas de sólidos totais em suspensão ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	2,00	2,30	1,40	0,60	0,30	0,90	0,80	0,80	0,80	0,90	1,10	1,40	0,60
AB2	2,30	2,90	0,90	1,40	0,60	1,80	2,00	2,00	0,80	1,60	1,60	2,10	1,70
AB3	2,10	4,80	2,50	4,20	1,60	0,90	1,20	1,20	1,90	1,90	1,80	4,40	3,60

Apêndice 40. Medidas de sólidos totais em suspensão ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	4,50	4,10	2,90	3,40	3,60	3,40	4,00	17,60	8,90	8,20	7,60	6,20	3,10
C2	6,00	7,00	3,10	,80	5,10	3,40	4,00	15,80	4,50	7,30	8,30	4,80	3,60
C3	5,50	11,30	3,90	,60	8,00	3,10	3,10	19,40	5,00	6,10	7,70	5,40	3,20

Apêndice 41. Medidas de magnésio - Mg2+ - ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	0,06	0,02	0,13	0,02	0,02	0,17	0,21	0,09	0,15	0,06	0,15	0,06	0,02
AB2	0,09	0,35	0,10	0,10	0,02	0,14	0,16	0,12	0,09	0,14	0,02	0,02	0,02
AB3	0,11	0,24	0,22	0,37	0,17	0,25	0,26	0,27	0,12	0,23	0,19	0,39	0,02

Apêndice 42. Medidas de magnésio - Mg2+ - ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	0,20	0,26	0,58	0,35	0,37	0,66	0,51	0,44	0,10	0,50	0,31	0,19	0,26
C2	0,24	0,45	0,50	,85	0,37	0,63	0,50	0,52	0,14	0,66	0,37	0,21	0,41
C3	0,26	0,75	0,51	,84	0,23	0,63	0,49	0,57	0,16	0,54	0,18	0,14	0,51

Apêndice 43. Medidas de cloretos - Cl- ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	1,99	1,99	1,42	1,14	1,42	1,56	1,56	1,42	3,27	4,12	1,99	1,99	2,56
AB2	1,98	1,98	12,78	1,28	1,56	2,70	1,70	1,28	2,70	3,98	1,28	1,56	1,98
AB3	2,04	2,13	1,56	1,99	1,42	1,56	1,17	0,99	1,42	3,27	1,70	1,99	2,70

Apêndice 44. Medidas de cloretos - Cl- ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	1,60	1,56	1,42	1,14	1,56	2,13	1,28	1,42	2,27	1,42	1,42	1,14	1,70
C2	1,48	1,78	2,27	,85	0,99	2,56	0,99	1,14	2,13	1,42	1,70	1,56	1,28
C3	1,56	1,56	1,56	,14	1,56	2,27	1,70	0,99	1,99	0,99	1,70	1,56	1,56

Apêndice 45. Medidas de ferro dissolvido ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	0,000	0,000	0,006	,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000
AB2	0,000	0,000	0,006	,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000
AB3	0,000	0,000	0,014	,000	0,000	0,000	0,000	0,025	0,017	0,015	0,031	0,000	0,000

Apêndice 46. Medidas de ferro dissolvido ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	0,006	0,000	0,014	,030	0,000	0,000	0,013	0,052	0,070	0,039	0,045	0,000	0,000
C2	0,021	0,000	0,006	,020	0,000	0,000	0,021	0,052	0,023	0,046	0,031	0,000	0,000
C3	0,021	0,000	0,021	,020	0,000	0,000	0,037	0,034	0,030	0,046	0,024	0,000	0,000

Apêndice 47. Medidas de ferro total ($mg.L^{-1}$) no igarapé Água Boa, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
AB1	0,107	0,085	0,037	,034	0,031	0,001	0,037	0,016	0,037	0,077	0,045	0,052	0,071
AB2	0,091	0,093	0,061	,046	0,031	0,009	0,045	0,016	0,045	0,131	0,06	0,092	0,110
AB3	0,200	0,187	0,140	,113	0,086	0,067	0,169	0,161	0,295	0,517	0,278	0,215	0,255

Apêndice 48. Medidas de ferro total ($mg.L^{-1}$) no rio Cauamé, município de Boa Vista, estado de Roraima, no período de novembro de 1995 a novembro de 1996.

	ANOS - Meses												
	1995		1996										
ESTAÇÕES	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov
C1	0,782	0,583	0,432	,420	0,407	0,553	0,834	0,585	0,654	1,358	0,947	0704	0,684
C2	0,836	0,598	0,456	,377	0,297	0,396	0,628	0,757	0,641	1,103	0,351	0,819	0,971
C3	0,836	0,598	0,519	,504	0,489	0,512	0,587	0,649	0,620	1,142	0,773	0,623	0,607