



**CARACTERIZAÇÃO ABIÓTICA DO RIBEIRÃO DO FEIJÃO,  
CONSIDERANDO-SE DOIS REGIMES HIDROLÓGICO, CHUVA E  
SECA (SÃO CARLOS - SP).**

**JEREMIAS PEREIRA DA SILVA FILHO**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia, área de Hidráulica e Saneamento.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. ARTHUR MATTOS**

São Carlos  
1998

DEDALUS - Acervo - EESC



31100017156

Class. TESE-EESC  
Curt. 5473  
Tombo 1032198

31100017156

st 0979261

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC-USP

S586c Silva Filho, Jeremias Pereira da  
Caracterização abiótica do Ribeirão do Feijão,  
considerando-se dois regimes hidrológicos, chuva e  
seca (São Carlos - SP) / Jeremias Pereira da Silva  
Filho. -- São Carlos, 1998.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia  
de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1998.  
Área: Hidráulica e Saneamento.  
Orientador: Prof. Dr. Arthur Mattos.

1. Limnologia. 2 Nutrientes. I. Título.



**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Candidato: Licenciado **JEREMIAS PEREIRA DA SILVA FILHO**

Dissertação defendida e aprovada em 13-4-1998  
pela Comissão Julgadora:



---

Prof. Associado **ARTHUR MATTOS (Orientador)**  
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



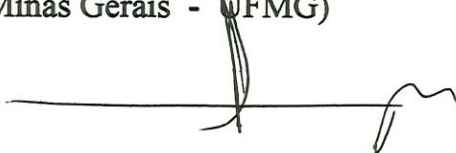
---

Prof. Titular **ODETE ROCHA**  
(Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)



---

Prof. Doutor **FRANCISCO ANTONIO RODRIGUES BARBOSA**  
(Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG)



---

Prof. Titular **FAZAL HUSSAIN CHAUDHRY**  
Coordenador da Área de Hidráulica e Saneamento



---

**JOSÉ CARLOS A. CINTRA**  
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

*Aos meus queridos pais, Jeremias (in memoriam) e Lourdes,  
pelos ensinamentos, amor e carinho a mim oferecidos,  
e à minha querida mulher Rosa e meu lindo filho Jeremias,  
dedico este humilde trabalho.*

*Não poderia deixar de estender a minha dedicatória  
aos meus irmãos Deocleciano, Isaias, José  
Alberto, Fátima, Nonato, Francisco José, Ana  
Júlia, Emília, Rita, Paulo e João, pelo  
amor e união que sempre existiu entre nós.*

## *AGRADECIMENTOS*

- Ao Prof. Dr. Arthur Mattos, pela orientação, confiança e amizade;
- Ao Prof. Deocleciano (UFPI), irmão, pai e amigo, pelo apoio e incentivo durante toda a minha vida;
- À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Odete Rocha (UFSCar), por sua atenção e presteza dedicadas nos momentos em que a ela recorri; e pelas sugestões oferecidas durante a defesa;
- Ao Prof. Dr. Francisco Antônio Rodrigues Barbosa (UFMG) pela valorosa contribuição por ocasião da defesa;
- À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria do Carmo Calijuri (USP) pelas valiosas colaborações;
- Ao Prof. José Wilson Campos Batista, pela influência positiva na minha formação acadêmica;
- Ao Prof. Dr. Eudes (UFPI), pela amizade, incentivo e colaboração;
- Ao Prof. Dr. Valdemar Rodrigues (UFPI), pela amizade e ensinamentos;
- Ao Valdecir (Zezinho) Técnico de Laboratório do DEBE/UFSCar, pelo apoio indispensável nas coletas e análises laboratoriais;
- Ao “Betão”, Técnico da USP, pela amizade e apoio;
- Ao Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da UFSCar, na pessoa da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Odete Rocha, pela oportunidade de poder ter desenvolvido minhas análises laboratoriais;

- Aos funcionários do Departamento de Hidráulica e Saneamento (USP), especialmente à Pavi, Rose e Serjão;
- À todos os funcionários do CRHEA/USP, especialmente à Claudete e Regina;
- Aos colegas professores e funcionários do Departamento de Biologia da UFPI;
- À Universidade Federal do Piauí, por permitir a realização deste curso;
- À CAPES, pela concessão da Bolsa de Mestrado;
- Aos colegas e amigos, Mário, Nilo, Wilians, Ricardo, Gina, Karla, Zé Antônio, Zé Américo, Glória, Leonardo, André, e a todos com quem tive o prazer de conviver durante estes anos, especialmente ao Alexandre Grimaldi, Alfredo Lage e Yutaka Pereira;

meu muito obrigado.

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xi
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
2.1. OBJETIVO GERAL .....	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
<b>3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>12</b>
3.1. LOCALIZAÇÃO .....	12
3.2. GEOLOGIA .....	13
3.2.1. Formação Botucatu.....	13
3.2.2. Formação Serra Geral .....	15
3.2.3. Grupo Bauru .....	15
3.2.4. Coberturas Cenozóicas .....	16
3.2.5. Sedimentos Aluvionares .....	16
3.3. GEOMORFOLOGIA .....	16
3.4. PEDOLOGIA .....	17



3.4.1. Litossolos Vermelho-Escuros .....	18
3.4.2. Litossolos Roxos .....	18
3.4.3. Litossolos Vermelho-Amarelos .....	19
3.4.4. Podzóicos Vermelho-Amarelos .....	19
3.4.5. Terra Roxa Estruturada .....	20
3.4.6. Areias Quartzosas .....	20
3.4.7. Solos Litólicos .....	20
3.4.8. Solos Hidromórficos .....	21
3.4.9. Plintossolos Concrecionários .....	21
3.5. ASPECTOS FÍSICOS E HIDROLÓGICOS .....	21
3.6. CLIMA .....	24
3.7. VEGETAÇÃO .....	25
3.8. USO E OCUPAÇÃO DA BACIA .....	28
4. METODOLOGIA .....	31
4.1. COLETAS .....	31
4.1.1. ESTAÇÕES .....	31
4.1.1.1. Localização .....	32
4.1.2. PROCEDIMENTO .....	36
4.2. VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS .....	37
4.1.1. pH .....	37
4.1.2. Oxigênio Dissolvido .....	37
4.1.3. Condutividade Elétrica .....	38
4.1.4. Materiais Sólidos em Suspensão .....	38

4.1.5. Turbidez .....	39
4.1.6. Temperatura da Água .....	40
4.1.7. Nutrientes .....	40
4.1.7.1. Nitrato .....	40
4.1.7.2. Nitrito .....	41
4.1.7.3. Amônia .....	42
4.1.7.4. Nitrogênio Total .....	43
4.1.7.5. Fósforo Total .....	43
4.1.7.6. Ortofosfato .....	44
4.3. VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS .....	45
4.3.1. Temperatura do Ar .....	45
4.3.2. Precipitação Pluviométrica .....	45
4.4. VARIÁVEL HIDROLÓGICA .....	45
4.4.1. Vazão do Rio .....	45
4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS .....	46
4.5.1. Análise dos Componentes Principais.....	46
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>47</b>
<b>5.1. VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS .....</b>	<b>47</b>
5.1.1. pH .....	47
5.1.2. Oxigênio Dissolvido .....	52
5.1.3. Condutividade Elétrica .....	56
5.1.4. Materiais Sólidos Totais .....	61
5.1.5. Materiais Sólidos Inorgânicos .....	66

4.1.5. Turbidez .....	39
4.1.6. Temperatura da Água .....	40
4.1.7. Nutrientes .....	40
4.1.7.1. Nitrato .....	40
4.1.7.2. Nitrito .....	41
4.1.7.3. Amônia .....	42
4.1.7.4. Nitrogênio Total .....	43
4.1.7.5. Fósforo Total .....	43
4.1.7.6. Ortofosfato .....	44
4.3. VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS .....	45
4.3.1. Temperatura do Ar .....	45
4.3.2. Precipitação Pluviométrica .....	45
4.4. VARIÁVEL HIDROLÓGICA .....	45
4.4.1. Vazão do Rio .....	45
4.5. ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS .....	46
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>47</b>
<b>5.1. VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS .....</b>	<b>47</b>
5.1.1. pH .....	47
5.1.2. Oxigênio Dissolvido .....	52
5.1.3. Condutividade Elétrica .....	56
5.1.4. Materiais Sólidos Totais .....	61
5.1.5. Materiais Sólidos Inorgânicos .....	66
5.1.6. Materiais Sólidos Orgânicos .....	71
5.1.7. Turbidez .....	76

5.1.6. Materiais Sólidos Orgânicos .....	71
5.1.7. Turbidez .....	76
5.1.8. Temperatura da Água .....	76
5.1.9. Nutrientes .....	81
5.1.9.1. Nitrato .....	81
5.1.9.2. Nitrito .....	86
5.1.9.3. Amônia .....	91
5.1.9.4. Nitrogênio Total .....	96
5.1.9.5. Fósforo Total .....	101
5.1.9.6. Ortofosfato .....	106
5.2. VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS .....	106
5.2.1. Temperatura do Ar .....	106
5.2.2. Precipitação Pluviométrica .....	111
5.3. VARIÁVEL HIDROLÓGICA .....	112
5.3.1. Vazão do Rio .....	112
5.4. ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS.....	113
6. DISCUSSÃO .....	122
7. CONCLUSÕES .....	141
7. ANEXO.....	144
9. BIBLIOGRAFIA.....	159



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa do substrato geológico .....	14
Figura 2. Mapa da vegetação .....	26
Figura 3. Carta de uso e ocupação do solo .....	29
Figura 4. Localização aproximada das estações de coletas .....	32
Figura 5. Estação de coleta 01.....	33
Figura 6. Estação de coleta 02.....	33
Figura 7. Estação de coleta 03.....	34
Figura 8. Estação de coleta 04 - mata ciliar.....	34
Figura 9. Estação de coleta 05 - mata ciliar.....	35
Figura 10. Estação de coleta 06.....	35
Figura 11. Estação de coleta 07.....	36
Figura 12. Variação espacial (valores médios) do pH nas diferentes estações de coletas nos períodos de seca e chuva .....	47
Figura 13. Variação temporal do teor de pH na estação 01, nos períodos seco e de chuva.....	48
Figura 14. Variação temporal do teor de pH na estação 02, nos períodos seco e de chuva.....	49
Figura 15. Variação temporal do teor de pH na estação 03, nos períodos seco e de chuva.....	49
Figura 16. Variação temporal do teor de pH na estação 04, nos períodos seco e de chuva.....	50
Figura 17. Variação temporal do teor de pH na estação 05, nos períodos seco e de chuva.....	50
Figura 18. Variação temporal do teor de pH na estação 06, nos períodos seco e de chuva.....	51

Figura 19. Variação temporal do teor de pH na estação 07, nos períodos seco e de chuva.....	51
Figura 20. Variação espacial (valores médios) do oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) nas diferentes estações de coletas nos períodos de seca e chuva.....	52
Figura 21. Variação temporal da concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos seco e de chuva.....	53
Figura 22. Variação temporal da concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos seco e de chuva.....	53
Figura 23. Variação temporal da concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos seco e de chuva.....	54
Figura 24. Variação temporal da concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos seco e de chuva.....	54
Figura 25. Variação temporal da concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos seco e de chuva.....	55
Figura 26. Variação temporal da concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos seco e de chuva.....	55
Figura 27. Variação temporal da concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos seco e de chuva.....	56
Figura 28. Variação espacial (valores médios) da condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) nas diferentes estações de coletas nos períodos seco e de chuva.....	57
Figura 29. Variação temporal da condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) na estação 01 nos períodos seco e de chuva.....	58
Figura 30. Variação temporal da condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) na estação 02 nos períodos seco e de chuva.....	58
Figura 31. Variação temporal da condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) na estação 03 nos períodos seco e de chuva.....	59
Figura 32. Variação temporal da condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) na estação 04 nos períodos seco e de chuva.....	59



Figura 33. Variação temporal da condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) na estação 05 nos períodos seco e de chuva.....	60
Figura 34. Variação temporal da condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) na estação 06 nos períodos seco e de chuva.....	60
Figura 35. Variação temporal da condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) na estação 07 nos períodos seco e de chuva.....	61
Figura 36. Variação espacial (valores médios) dos materiais sólidos totais suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) nas diferentes estações de coletas nos períodos seco e de chuva.....	62
Figura 37. Variação temporal dos valores de materiais sólidos totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos seco e de chuva.....	63
Figura 38. Variação temporal dos valores de materiais sólidos totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos seco e de chuva.....	63
Figura 39. Variação temporal dos valores de materiais sólidos totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos seco e de chuva.....	64
Figura 40. Variação temporal dos valores de materiais sólidos totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos seco e de chuva.....	64
Figura 41. Variação temporal dos valores de materiais sólidos totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos seco e de chuva.....	65
Figura 42. Variação temporal dos valores de materiais sólidos totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos seco e de chuva.....	65
Figura 43. Variação temporal dos valores de materiais sólidos totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos seco e de chuva.....	66
Figura 44. Variação espacial (valores médios) dos materiais sólidos inorgânicos suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), nas diferentes estações de coletas nos períodos seco e de chuva.....	67
Figura 45. Variação temporal dos materiais sólidos inorgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos seco e de chuva.....	68
Figura 46. Variação temporal dos materiais sólidos inorgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos seco e de chuva.....	68

Figura 47. Variação temporal dos materiais sólidos inorgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos seco e de chuva.....	69
Figura 48. Variação temporal dos materiais sólidos inorgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos seco e de chuva.....	69
Figura 49. Variação temporal dos materiais sólidos inorgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos seco e de chuva.....	70
Figura 50. Variação temporal dos materiais sólidos inorgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos seco e de chuva.....	70
Figura 51. Variação temporal dos materiais sólidos inorgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos seco e de chuva.....	71
Figura 52. Variação espacial (valores médios) dos materiais sólidos orgânicos suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) nas diferentes estações de coletas nos períodos seco e de chuva.....	72
Figura 53. Variação temporal dos materiais sólidos orgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos seco e de chuva.....	73
Figura 54. Variação temporal dos materiais sólidos orgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos seco e de chuva.....	73
Figura 55. Variação temporal dos materiais sólidos orgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos seco e de chuva.....	74
Figura 56. Variação temporal dos materiais sólidos orgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos seco e de chuva.....	74
Figura 57. Variação temporal dos materiais sólidos orgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos seco e de chuva.....	75
Figura 58. Variação temporal dos materiais sólidos orgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos seco e de chuva.....	75
Figura 59. Variação temporal dos materiais sólidos orgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos seco e de chuva.....	76
Figura 60. Variação espacial (valores médios) da temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ) nas diferentes estações de coletas, nos períodos seco e de chuva.....	77



Figura 61. Variação temporal da temperatura da água (°C) na estação 01, nos períodos seco e de chuva.....	78
Figura 62. Variação temporal da temperatura da água (°C) na estação 02, nos períodos seco e de chuva.....	78
Figura 63. Variação temporal da temperatura da água (°C) na estação 03, nos períodos seco e de chuva.....	79
Figura 64. Variação temporal da temperatura da água (°C) na estação 04, nos períodos seco e de chuva.....	79
Figura 65. Variação temporal da temperatura da água (°C) na estação 05, nos períodos seco e de chuva.....	80
Figura 66. Variação temporal da temperatura da água (°C) na estação 06, nos períodos seco e de chuva.....	80
Figura 67. Variação temporal da temperatura da água (°C) na estação 01, nos períodos seco e de chuva.....	81
Figura 68. Variação espacial (valores médios) de nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) nas diferentes estações de coletas, nos períodos seco e de chuva.....	82
Figura 69. Variação temporal da concentração de nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos seco e de chuva.....	83
Figura 70. Variação temporal da concentração de nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos seco e de chuva.....	83
Figura 71. Variação temporal da concentração de nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos seco e de chuva.....	84
Figura 72. Variação temporal da concentração de nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos seco e de chuva.....	84
Figura 73. Variação temporal da concentração de nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos seco e de chuva.....	85
Figura 74. Variação temporal da concentração de nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos seco e de chuva.....	85

Figura 75. Variação temporal da concentração de nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos seco e de chuva.....	86
Figura 76. Variação espacial (valores médios) de nitrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) nas diferentes estações de coletas, nos períodos seco e de chuva.....	87
Figura 77. Variação temporal da concentração de nitrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos seco e de chuva.....	88
Figura 78. Variação temporal da concentração de nitrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos seco e de chuva.....	88
Figura 79. Variação temporal da concentração de nitrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos seco e de chuva.....	89
Figura 80. Variação temporal da concentração de nitrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos seco e de chuva.....	89
Figura 81. Variação temporal da concentração de nitrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos seco e de chuva.....	90
Figura 82. Variação temporal da concentração de nitrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos seco e de chuva.....	90
Figura 83. Variação temporal da concentração de nitrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos seco e de chuva.....	91
Figura 84. Variação espacial (valores médios) da concentração de amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) nas diferentes estações de coletas, nos períodos seco e de chuva.....	92
Figura 85. Variação temporal da concentração de amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos seco e de chuva.....	93
Figura 86. Variação temporal da concentração de amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos seco e de chuva.....	93
Figura 87. Variação temporal da concentração de amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos seco e de chuva.....	94
Figura 88. Variação temporal da concentração de amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos seco e de chuva.....	94



- Figura 89. Variação temporal da concentração de amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos seco e de chuva.....95
- Figura 90. Variação temporal da concentração de amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos seco e de chuva.....95
- Figura 91. Variação temporal da concentração de amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos seco e de chuva.....96
- Figura 92. Variação espacial (valores médios) da concentração de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) nas diferentes estações de coletas, nos períodos seco e de chuva.....97
- Figura 93. Variação temporal da concentração de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos seco e de chuva.....98
- Figura 94. Variação temporal da concentração de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos seco e de chuva.....98
- Figura 95. Variação temporal da concentração de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos seco e de chuva.....99
- Figura 96. Variação temporal da concentração de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos seco e de chuva.....99
- Figura 97. Variação temporal da concentração de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos seco e de chuva.....100
- Figura 98. Variação temporal da concentração de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos seco e de chuva.....100
- Figura 99. Variação temporal da concentração de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos seco e de chuva.....101
- Figura 100. Variação espacial (valores médios) da concentração de fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) nas diferentes estações de coletas, nos períodos seco e de chuva.....102
- Figura 101. Variação temporal da concentração de fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos seco e de chuva.....103
- Figura 102. Variação temporal da concentração de fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos seco e de chuva.....103

Figura 103. Variação temporal da concentração de fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos seco e de chuva.....	104
Figura 104. Variação temporal da concentração de fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos seco e de chuva.....	104
Figura 105. Variação temporal da concentração de fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos seco e de chuva.....	105
Figura 106. Variação temporal da concentração de fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos seco e de chuva.....	105
Figura 107. Variação temporal da concentração de fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos seco e de chuva.....	106
Figura 108. Variação espacial (valores médios) da temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) nas diferentes estações de coletas, nos períodos seco e de chuva.....	107
Figura 109. Variação temporal da temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) na estação 01, nos períodos seco e de chuva.....	108
Figura 110. Variação temporal da temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) na estação 02, nos períodos seco e de chuva.....	108
Figura 111. Variação temporal da temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) na estação 03, nos períodos seco e de chuva.....	109
Figura 112. Variação temporal da temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) na estação 04, nos períodos seco e de chuva.....	109
Figura 113. Variação temporal da temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) na estação 05, nos períodos seco e de chuva.....	110
Figura 114. Variação temporal da temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) na estação 06, nos períodos seco e de chuva.....	110
Figura 115. Variação temporal da temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) na estação 07, nos períodos seco e de chuva.....	111
Figura 116. Valores da precipitação pluviométrica registradas na Estação Climatológica do CRHEA - USP, nos meses de agosto/96 e fevereiro-março/97.....	112



- Figura 117. Valores da vazão do ribeirão do Feijão nos meses de agosto (período seco) e fevereiro e março (período de chuva).....113
- Figura 118. Distribuição das estações de coletas nos eixos componentes principais 1 e 2, nos períodos de seca e chuva.....115
- Figura 119. Distribuição das estações relacionadas aos dias de coletas, nos eixos componentes principais 1 e 2, nos períodos de chuva e seca.....115
- Figura 120. Distribuição das variáveis explicativas nos eixos componentes principais 1 e 2 nos períodos de seca e de chuva.....116
- Figura 121. Distribuição das estações relacionadas aos dias de coletas, nos eixos componentes principais 1 e 2, no período de seca.....118
- Figura 122. Distribuição das variáveis explicativas nos eixos componentes principais 1 e 2, no período de seca.....118
- Figura 123. Distribuição das estações relacionadas aos dias de coletas, nos eixos componentes principais 1 e 2, no período de chuva.....120
- Figura 124. Distribuição das variáveis explicativas nos eixos componentes principais 1 e 2, no período de chuva.....121

## RESUMO:

A bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão está localizada na região centro norte do Estado de São Paulo, entre os paralelos 47°40' - 47°55' de longitude Oeste e 22°00' - 22°15' de latitude Sul, com uma área de drenagem aproximada de 222,8Km<sup>2</sup>. O ribeirão do Feijão, principal formador da bacia, tem aproximadamente 21 Km de extensão, e escoar no sentido NE para SW e de E para W. Através de análises de alguns fatores abióticos, do uso e ocupação da bacia, além de análises estatísticas, utilizando a Análise dos Componentes Principais, pôde-se avaliar as condições atuais da qualidade da água do ribeirão do Feijão. O estudo compreendeu coletas e análises em dois períodos hidrológicos: seca ( agosto) e chuva (fevereiro/março). Em cada período foram realizadas 11 coletas em dias diferentes em 7 estações, sendo que uma delas (estação 07), está situada no ribeirão Laranja Azeda. Observaram-se condições ambientais distintas entre os dois períodos amostrados. A água do ribeirão do Feijão apresentou pH ligeiramente ácido, baixa condutividade elétrica, materiais sólidos totais em suspensão, orgânico e inorgânico, com valores maiores no período de chuva, inferindo que a principal fonte desses materiais é de origem alóctone, e teores de nutrientes dentro dos padrões esperados para rios oligotróficos. Os resultados obtidos neste estudo, demonstraram que o ribeirão do Feijão apesar de uma série de fatores desfavoráveis, como o uso e ocupação desordenada de sua bacia e o desmatamento, dentre outras, ainda possui uma água de boa qualidade para os diversos usos. Espera-se que estudos subsequentes e com maiores detalhes sejam realizados, objetivando um monitoramento ambiental no sentido de preservar esta bacia hidrográfica, dada sua extrema importância para a região onde está inserida.

## ABSTRACT

The watershed of Feijão stream is located at the central north region of the São Paulo State, between the parallels  $47^{\circ}40'$  -  $47^{\circ}55'$  of West longitude and  $22^{\circ}00'$  -  $22^{\circ}15'$  of South latitude, with a drainage area of  $222.8 \text{ km}^2$ . The Feijão stream, the main source of the basin, is about 21 km in length and flows from northeast to southwest and from east to West. The quality of the water of the Feijão stream was evaluated using abiotic factors related to use and occupation of the basin and statistical treatment by principal component analysis. The study involved samples collected in two hydrologic periods: the dry season (August) and the rain season (February/March). In each period, 11 collects were carried out in different days at 7 points. The point 7 is located at the Laranja Azeda stream. Distinct environmental conditions were observed in the dry and rain seasons. The water of Feijão stream is slightly acidic and has low electric conductivity. The content of organic and inorganic total solid suspended materials is higher during the rain season indicating that the main source of these materials is allochthonous. The content of nutrients is in agreement with the levels expected for oligotrophic systems. The obtained results demonstrated that the Feijão stream still has a water with good quality for several uses, in spite of the non-organized use and occupation and the destruction of the vegetation in its basin. Further detailed environmental studies should be done to preserve this watershed owing to its extreme importance in the region.



## 1. INTRODUÇÃO:

A água na Terra é a essência da vida, sendo responsável por quase a totalidade da composição química dos organismos vivos. Como é um solvente universal, a água tem a capacidade de dissolver sais minerais, propiciando uma fonte assimilável de nutrientes aos animais e plantas, sem a qual não seria possível a vida na Terra.

Observando-se o desenvolvimento da humanidade, percebe-se que as mais remotas civilizações se estabeleceram em locais com uma boa oferta de água (margens de rios e lagos, ou próximo delas). Com isto, elas utilizavam a água para realizarem suas necessidades básicas, ou seja, para ingestão, higiene, pesca e vias de transporte onde exploravam outros ambientes e comercializavam seus produtos com outras civilizações. Verificando-se a história do Brasil, pode-se observar que nossos primeiros habitantes estavam estabelecidos nas margens dos grandes rios.

Aproximadamente 71% da superfície da Terra é coberta por água. Deste percentual, 94% correspondem aos mares e oceanos e apenas 6% é de água doce. Considerando-se o percentual de água doce, 27% estão em forma de geleiras, 72% são águas subterrâneas e somente 1% está disponível para a utilização direta (rios, lagos e atmosfera) (TUNDISI & BARBOSA, 1995).

Sendo a água um recurso natural renovável, mas finito, o crescimento populacional e tecnológico vem aumentando sobremaneira o consumo deste recurso e a quantidade de efluentes domésticos e industriais

lançados nas bacias de drenagens. Devido a isto, sua qualidade tem sido extremamente comprometida, implicando na visível redução de seus usos.

O Brasil possui uma das maiores reservas de água do Mundo, algo em torno de  $6.950 \text{ Km}^3$ , e em 1990 o consumo doméstico era de aproximadamente 43%, o industrial 19% e o agrícola 40%, sendo que, o consumo per capita estaria em torno de  $121\text{m}^3/\text{ano}$ . (TUNDISI & BARBOSA, 1995).

Considerando a situação mundial, ocorrem certos conflitos com relação ao uso da água, visto que, quase 40% da população está estabelecida em bacias hidrográficas internacionais. Somente na América do Sul existem 36 bacias internacionais, e a solução para o problema estaria em um gerenciamento integrado destas bacias.

Entre 1949 e 1980 o consumo de água a nível mundial duplicou, e este número deve duplicar novamente até o ano 2000. Hoje, quase 80 Países (cerca de 40% da população mundial) apresentam problemas com a escassez de água, justificando-se a preocupação e os estudos limnológicos e hidrológicos realizados em águas continentais.

Os estudos faunísticos e florísticos de águas continentais são realizados desde os tempos de Aristóteles (384-322 a.C.). No entanto, com o surgimento do microscópio (século XVII) e sua utilização na biologia por A. van Leeuwenhoek, os cientistas passaram a se interessar pelos microorganismos. Por volta de 1887, Viktor Hansen criou o termo PLANCTON para caracterizar todos os microorganismos flutuadores das águas.

Embora os estudos de ambientes aquáticos remontem de muito tempo, a Limnologia surgiu como ciência somente no final do século passado, com a publicação da obra de FOREL “Handbuch der Seekunde” (Manual da Ciência dos Lagos), que teve como subtítulo “Algemeine Limnologie”(Limnologia Geral) ESTEVES(1988).

JUNK (1980), postula que a Limnologia não pode ser mais considerada como uma ciência nova, pois teve seu início no final do século passado. Segundo ESTEVES (1998), os trabalhos de Forbes (1887) e Forel (1882 - 1901) vão da biologia dos organismos a considerações ecológicas, os quais mais tarde se manifestaram no conceito dos tipos de lagos de Naumann (1921, 1931 e 1932) e Thienemann (1921, 1925, 1932 e 1933).

Desde esta época a Limnologia desenvolveu-se rapidamente abrindo novas áreas de trabalho, tais como, a Paleolimnologia, a Limnobactereologia e a área complexa da Limnologia Aplicada, abrangendo atualmente as águas naturais como a observação de efeitos antropogênicos sobre o meio ambiente e a investigação da própria água residuária.

Os estudos ecológicos em ambientes aquáticos, podem ser divididos em três fases:

1. Início do século - Neste período predominava os estudos descritivos com enfoque semelhante ao utilizado para Ecossistemas lênticos, concentrando-se basicamente na história natural das comunidades e nos padrões de distribuição da biota.

2. Meados do século - Os estudos continuavam sendo descritivos e se concentravam na medida da produtividade primária e do fluxo de energia ao longo do curso d'água. Nos anos 60 iniciaram-se estudos experimentais focalizando as interações entre fatores ambientais e a biota.



3. Época atual - Os estudos procuram combinar conceitos físicos e biológicos em uma abordagem holística, considerando os rios como resultado de combinações interdependentes de paisagem terrestres e aquáticas

Algumas teorias e hipóteses foram sugeridas para explicar o funcionamento dos Ecossistemas lóticos, dentre as quais, destaca-se o Conceito Contínuo Fluvial ( VANNOTE et al., 1980) e MINSHALL et al., 1983), o Conceito da Descontinuidade Serial (WARD & STANFORD (1983) e o conceito de Pulso de Inundação ( JUNK et al., 1989 ).

O conceito de Contínuo Fluvial foi desenvolvido a partir de sistemas estáveis e não perturbados de bacias florestadas de regiões temperadas e diz que “rios em bacias florestadas possuem uma estrutura longitudinal que resulta de um gradiente de forças físicas que mudam ao longo do rio, de maneira previsível. Estas forças produzem um contínuo de características morfológicas e hidrológicas que se sucedem desde a cabeceira até a foz”.

Segundo este conceito, o rio seria dividido em três zonas geomorfológicas: zona de nascentes ou cabeceiras onde através do sombreamento a mata de galeria influencia na redução da produção autotrófica e na baixa diversidade de espécies e contribui com grande quantidade de material alóctone; a zona intermediária, caracterizada como de transferência, onde ocorre uma forte variação sazonal da temperatura e uma maior diversidade de espécie e a produção primária assume uma importância igual a alóctone, e delta ou zona estuarina, onde ocorre uma deposição constante de sedimento e uma baixa diversidade biológica.

Algumas limitações deste conceito são evidentes, como por exemplo: a) segundo a teoria, o rio assume uma estrutura longitudinal e as previsões estão relacionadas apenas ao seu canal principal, não considerando as áreas alagáveis adjacentes; b) torna-se inviável sua aplicação para grandes rios com grandes áreas alagáveis e rios em regiões áridas. Nestes casos, áreas dos rios com grande interação com áreas alagáveis são mais produtivas, evidenciando um considerável aporte de energia a partir destas áreas e quebrando portanto, a idéia de um contínuo a partir das cabeceiras.

De acordo com o conceito de Descontinuidade Serial, as barragens causam uma descontinuidade no contínuo longitudinal das características físicas e biológicas, deslocando as previsões do contínuo fluvial para cima ou para baixo daquelas previstas pelo eixo (número de ordem), dependendo do número de barragens numa série, localização e operação de cada barragem (descarga superficial ou de fundo; fluxo contínuo ou regulado), e de características específicas do rio. Este conceito prediz que uma barragem em um córrego de cabeceira deverá diminuir a taxa de materiais sólidos em suspensão à jusante, devido a sua sedimentação à montante. Uma represa num rio de porte médio deve estabilizar as variações de temperatura e fluxo de água a jusante, reduzindo assim a diversidade biológica pela redução de habitats. Em um rio de grande porte, a represa deve reduzir a turbidez à jusante permitindo uma maior abundância de plantas aquáticas e mudando as características do sistema para aquelas previstas para rios de porte médio.

WARD & STANFORD (1995), deram novo enfoque ao Conceito de Descontinuidade Serial para rios com planícies de inundação com base na conformação dos leitos, e consideraram ainda, que, com a incorporação da dinâmica fluvial das planícies de inundação no Conceito

proposto, proporciona uma nova perspectiva para os ecossistemas naturais de rios.

Neste estudo, pretende-se observar se o ribeirão do Feijão se enquadra de alguma forma dentro do Conceito de Descontinuidade Serial.

O conceito de Pulso de Cheia diz que este pulso é a maior força controladora da biota nas planícies inundáveis de um rio. Em grandes sistemas de rios inalterados com planícies inundáveis, o volume da biomassa do rio que se mistura, deriva direta ou indiretamente da produção dentro das planícies inundáveis, e não do transporte dos rios de material orgânico produzido em outro lugar da bacia. O efeito do pulso de cheia na biota é principalmente hidrológico. Se nenhum material orgânico, exceto animais vivos, for trocado entre a planície e o canal do rio, nenhuma mudança qualitativa ocorreria na planície inundável. A importância relativa dos nutrientes inorgânicos importados com relação aos reciclados na planície inundável não está bem esclarecida e provavelmente varia entre os vários sistemas.

WETZEL (1991), enfatiza que a falta de integração entre a Limnologia e outras disciplinas e entre grupos de pesquisas, evidenciadas pela falta de estudos de campo e pequeno conhecimento das comunidades naturais, além da falta de regularidade dos fundos de pesquisas, são causas do fracasso na solução de problemas e na utilização correta dos recursos aquáticos nos Estados Unidos.

No Brasil, a criação de cursos especiais de treinamento e formação de pessoal com uma forte abordagem interdisciplinar é sugerida por TUNDISI & BARBOSA(1995) como uma resposta concreta para a



implementação de programas de conservação e manejo de Ecossistemas aquáticos.

√ A presença de margens paralelas e a existência de um fluxo de água unidirecional são características exclusiva de sistemas lóticos. A correnteza obedecendo o sentido da gravidade é uma característica única de rios. A velocidade desta corrente varia de acordo com a largura e a profundidade do rio e a descarga total varia sazonalmente (chuva e seca), Em geral os rios são menos profundos que os lagos e conseqüentemente apresentam uma zonação longitudinal das características físicas, químicas e biológicas, diferindo da zonação vertical de sistemas lênticos.

Um rio é classificado em relação ao número de tributários, área de drenagem, comprimento total e idade da água. Com isto, rios de 1ª ordem são os afluentes terminais (sem nenhum tributário), rios de 2ª ordem são formados por dois rios de 1ª ordem, rios de 3ª ordem são formados por dois rios de 2ª ordem, e assim por diante. Desta forma, pelo menos dois rios de ordem  $n$  são necessários para formar um rio de ordem  $n+1$ . Esta classificação depende de dois fatores principais: A geologia do local e do sistema de drenagem, o que requerer para uma boa interpretação mapas precisos que evidenciem os rios perenes e intermitentes. O crescimento da ordem de um rio significa o aumento de seu tamanho, de sua área de drenagem e de sua descarga (VILLELA e MATTOS, 1975)

A Resolução N<sup>o</sup> 20 do CONAMA (BRASIL 1991), considerando os custos de controle de poluição, a saúde e o bem estar humano, a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, etc., estabeleceu classes de uso para os diferentes corpos d'água, atribuindo valores para diversas variáveis físicas, químicas e biológicas.

A classificação para águas doces, vai desde a classe especial, a qual pode servir ao abastecimento doméstico sem prévio tratamento, até a classe 4, que são águas destinadas apenas à navegação comercial, harmonia paisagística e recreação de contato secundário. O ribeirão do Feijão está classificado como um rio de classe 2. \*

Com relação às características químicas da água, a concentração iônica total é resultado da interação da água de chuva com as contribuições dos lençóis subterrâneos (escoamento básico). Devido ao fluxo da água em sistemas lóticos, o tempo para acumulação de substâncias dissolvidas é bem menor que em sistemas lênticos. Por esta razão, os rios, em geral, possuem uma menor concentração de sais dissolvidos do que lagos, e muito menor do que oceanos.

Segundo a classificação das águas de superfícies propostas por GIBBS (1970), a maioria dos rios tropicais de grande porte possuem uma baixa concentração de sais, e níveis altos de cloro e sódio, em relação aos níveis de cálcio e bicarbonato. Isto sugere uma forte influência de águas pluviais na composição iônica destes rios, através da lixiviação do solo.

Pode-se interpretar a composição primária das águas superficiais em termos de três processos principais: precipitação atmosférica, lixiviação das rochas e o processo de evaporação/cristalização. As chuvas assumem grande importância nos trópicos, não só como fonte direta de íons, mas também, por constituírem o mecanismo para a lixiviação dos solos e rochas de uma bacia de drenagem.

Nem todas as águas tropicais são ricas em sódio e cloretos, as águas de cabeceira do rio Amazonas, por exemplo, são ricas em carbonato de cálcio, dos quais 85% dos sais dissolvidos são derivados das rochas recentes



dos Andes (GIBBS, 1970). Por outro lado, os tributários do baixo rio Negro possuem baixas concentrações totais, com predominância de sódio e cloretos, comuns aos rios equatoriais de planícies. Assim, dentre as características físicas de um rio, a declividade e a altitude são os parâmetros que mais estreitamente se relacionam com o conteúdo total de sais e com a natureza da carga dissolvida e em suspensão na passagem das águas de cabeceira do Amazonas, nos Andes, onde os sólidos totais dissolvidos variam de 120 a  $140\text{mg.L}^{-1}$ , para a foz, onde valores de até  $36\text{mg.L}^{-1}$  foram encontrados. A diluição observada se deve à influência de tributários de baixa concentração iônica, originados de regiões úmidas de planícies da bacia amazônica.

A interação entre chuvas, rochas, solos e vegetação, exerce uma forte influência sobre os microconstituintes da água, principalmente os micronutrientes. Os níveis de silicato são altos nos rios tropicais em função da interação do pH do solo e o fato de a sílica, o ferro e o alumínio terem uma solubilidade dependente do pH da água. A solubilidade da sílica não se modifica até um pH 9, a partir do qual aumenta. Solos tropicais tendem a ter uma ampla variação de pH (5,8 - 7,5) comparados com solos temperados (4,0 - 5,8), principalmente devido ao alto teor orgânico. Os solos de regiões temperadas, em geral, são mais ácidos e apresentam maior quantidade de ferro e alumínio dissolvidos, enquanto que, sob condições neutras (solos tropicais), prevalece a presença da sílica dissolvida. Isto associado às temperaturas mais elevadas, que também aumenta a solubilidade da sílica, contribui para uma lixiviação seletiva da sílica e para altas concentrações observadas em rios tropicais.

O fosfato é inicialmente derivado da lixiviação de rochas, principalmente a apatita, e sua disponibilidade pode ser modificada por fatores como a vegetação, mesmo em áreas vulcânicas. Combinações entre altas



temperaturas prolongadas, intensa iluminação e alta pluviosidade, produzem solos ferrulíticos que são pobres em íons dissolvidos. A cobertura vegetal ajuda a inibir mudanças no fluxo de água subterrânea, a qual do contrário, seria sazonal e causaria grave erosão.

A lixiviação dos solos tropicais significa que a quantidade dos elementos essenciais como o fósforo e o nitrogênio, acumulados na própria vegetação, é extremamente importante. Provavelmente, em florestas tropicais úmidas a perda de nutrientes diminui através de uma estreita relação com os decompositores, quase sempre na forma de micorrizas, as quais reduzem o tempo de permanência dos íons livres no solo, e portanto, disponíveis para lixiviação. Por isto, as águas de escoamento superficial de áreas de floresta tropical úmida devem ser pobres em nitrogênio. Esta carência no entanto, é compensada com a quantidade muito alta de nitrogênio total carregada pela água de chuva para os rios.

Portanto, as principais fontes de nitrogênio são a chuva, a matéria orgânica e inorgânica de origem alóctone e a fixação biológica. Em geral, a concentração de nitrogênio inorgânico em rios tropicais é muito menor que nos rios temperados, mesmo que as quantidades totais disponíveis sejam também uma função da descarga dos rios.

## **2. OBJETIVOS:**

### **2.1. OBJETIVOS:**

- Caracterizar o Ribeirão do Feijão, através de análises físicas e químicas da água em dois períodos distintos: seca e chuva, considerando-se principalmente o uso e ocupação da sua bacia hidrográfica.

- Analisar a variação espacial (valores médios) das variáveis físicas e químicas amostradas.

- Analisar a variação temporal em cada período de coleta (chuva e seca) e entre os períodos, das variáveis físicas e químicas amostradas

- Classificar a qualidade da água do ribeirão do Feijão de acordo com as variáveis estudadas e com a Resolução nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente ( CONAMA)

### **3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO:**

#### **3.1. LOCALIZAÇÃO:**

A bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão está localizada na região centro Norte de Estado de São Paulo entre os paralelos 47°40'e 47°55' de longitude Oeste e os meridianos 22°00' - 22°15' de latitude Sul (PRADO et al , 1981), e é formada territorialmente por parcelas dos municípios de Analândia, São Carlos e Itirapina, abrangendo uma área aproximada de 222,8Km<sup>2</sup>. O principal formador da bacia em estudo, o ribeirão do Feijão, tem suas nascentes situadas na Serra do Cuscuzeiro, a 1030 metros de altitude e banha o planalto de Itirapina, escoando no sentido NE para SW e de E para W, percorrendo aproximadamente 21 Km até sua confluência com o ribeirão do Lobo e divide os municípios de São Carlos e Itirapina.

A bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão tem seus limites assim definidos: A Noroeste com a bacia hidrográfica do ribeirão do Monjolinho, ao Norte com a bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu, ao Leste com a bacia hidrográfica do rio Corumbataí, e a Sudeste com a bacia hidrográfica do ribeirão do Lobo.

Segundo Santos (1993), sob o ponto de vista de saúde pública a bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão representa um sistema de drenagem da maior importância para a cidade de São Carlos, pelo fato de se constituir no seu principal manancial de abastecimento. Apesar disso, os impactos ao ambiente causados pela ação antrópica sobre a área, já refletem na qualidade

da água. O uso incorreto da bacia tem como consequência a gradual deterioração das condições sanitárias dos cursos d'água formadores da bacia.

## **3.2. GEOLOGIA**

A bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão, em termos macro-regional, integra a borda oriental da bacia sedimentar do rio Paraná, e em termos regional, está situada no planalto basáltico, o qual abrange a serra do Cuscuzeiro onde estão as nascentes do ribeirão do Feijão, o principal curso d'água formador da bacia.

A área é formada geologicamente pelo grupo São Bento (Formação Botucatu, Serra Geral e Pirambóia), Grupo Bauru, Sedimentos Aluvionais e Cobertura Cenozóica (Figura 1).

### **3.2.1. FORMAÇÃO BOTUCATU**

Formação datada do Período Triássico-Jurássico, da era Mesozóica, é caracterizada por apresentar um bloco de arenitos de granulometria fina a média, com estratificação cruzada de fino a médio porte.

Segundo GONÇALVES (1986), a formação Botucatu, de uma forma geral, estende-se com variações de espessura de 100 metros em média, podendo atingir até 200 metros.



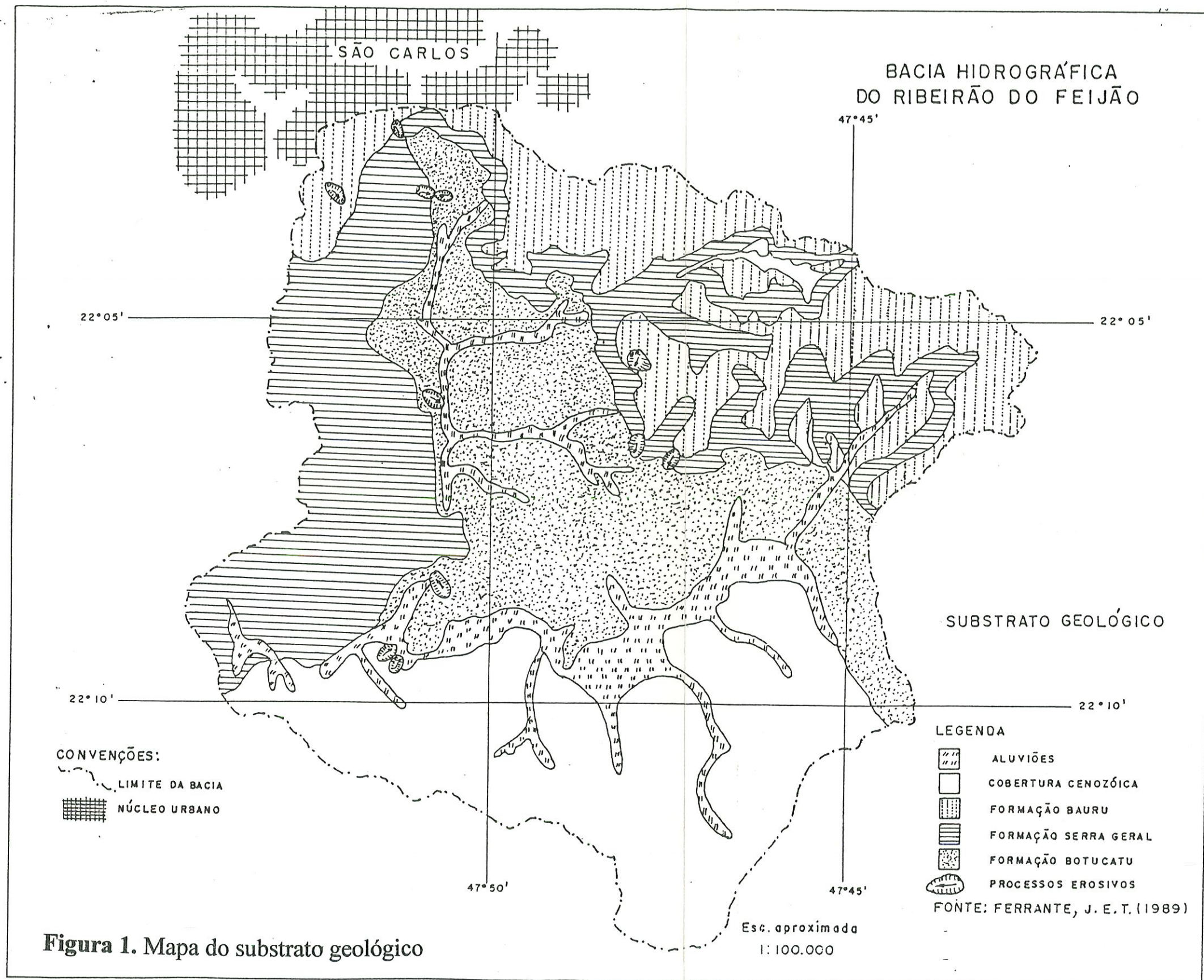


Figura 1. Mapa do substrato geológico



GILBOA et al (1976), dizem que as características sedimentares e litológicas da Formação Botucatu indicam uma deposição de arenitos quartzíticos diversificados, acumulados por ação eólica sob condições desérticas.

### **3.2.2. FORMAÇÃO SERRA GERAL**

A Formação Serra Geral é datada do período Cretáceo Inferior e constitui um conjunto de derrames basálticos intercalados por arenitos com características iguais aos pertencentes à Formação Botucatu.

As rochas basálticas, em sua grande maioria, apresentam-se em forma de paredões verticais, com cobertura coluvionar em suas bases e encostas e em forma de colinas suavemente abauladas.

### **3.2.3. GRUPO BAURU**

Esse grupo é caracterizado por arenitos de média granulometria a conglomeráticos de origem fluvio-lacustre e em determinados locais pode aflorar ou estar em contato com sedimentos cenozóicos por discordância erosiva, tornando difícil sua identificação.

Segundo FERRANTE (1989), pode-se subdividir o Grupo Bauru em quatro formações: Caiuá, Santo Antônio, Adamantina e Marília.

#### **3.2.4. COBERTURAS CENOZÓICAS**

Todos os materiais relacionados com o Período Cenozóico originaram-se dos materiais do Grupo Bauru e das Formações Serra Geral e Botucatu.

Coberturas Cenozóicas são sedimentos predominantemente arenosos assentados sobre formações mais antigas de maneira discordante, e são observados sob forma de coberturas aluvionares recentes, ao longo de diversos cursos d'água.

#### **3.2.5. SEDIMENTOS ALUVIONARES**

De acordo com OLIVEIRA E PRADO (1984), as planícies aluvionais ocupam áreas reduzidas na bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão, não tendo portanto, grande expressão espacial. Constituem-se de areias inconsolidadas, de argila, com granulometria fina. As areias ocorrem principalmente no planalto basáltico à margens dos cursos d'água, particularmente do ribeirão do Feijão. Os sedimentos aluvionais originaram as areias quartzosas hidromórficas, e os solos orgânicos o substrato sedimentos aluvionais arenosos.

### **3.3. GEOMORFOLOGIA:**

De acordo com o relevo, a altitude, orientação das formas topográficas e os processos de sedimentação e erosão, a bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão encontra-se dentro da Província Geomorfológica das “Cuestas Basálticas” ou Planalto Basáltico.

FERRANTE (1989), define província da “Cuestas Basálticas” como grandes plataformas estruturais de relevo suave que se inclinam na direção do Rio Paraná, constituindo o reverso das “cuestas”.

Segundo OLIVEIRA E PRADO (1984), a serra do Cuscuzeiro ao Norte, faz parte da frente escarpada que forma paredões de arenito e basalto das Formações Serra Geral, Botucatu e Pirambóia, elevando-se até 300 metros acima da Depressão Periférica.

Nas cotas mais elevadas da serra do Cuscuzeiro encontra-se o Grupo Bauru (BJORNBERG e TOLENTINO, 1959). O fundo dos vales dos rios do planalto e grandes áreas Leste e a Oeste são ocupadas pelas rochas eruptivas da formação Serra Geral, e logo abaixo os arenitos da formação Botucatu.

Na área das nascentes do ribeirão do Feijão, as “cuestas” apresentam aspectos festonados que lhes é dado pelas “percées” formadas pelos cursos d’água obsequentes ou anaclinais (PENTEADO, 1980).

### **3.4. PEDOLOGIA**

Os solos ocorrentes na bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão são solos típicos de regiões de cerrado. De maneira geral esses solos são profundos com baixa produtividade e acidez relativamente alta. Segundo LOPES (1983), quando determinado solo apresenta um pH ácido dominante, macronutrientes como N, P, Ca, Mg, K, S e Mg, por exemplo, tornam-se pouco eficientes ocorrendo ainda uma menor atividade dos microorganismos. A utilização desses solos para a prática agrícola, torna-se necessário uma correção, que geralmente é feita á base de cal para neutralizar o pH e uma posterior adubação.

Na bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão ocorrem os seguintes tipos de solos: Latossolos Vermelho-Escuros, Latossolos Roxos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Terra Roxa Estruturada, Areias Quartizosas, Solos Litólicos, Solos Hidromórficos e Plintossolos Concrecionários.

#### **3.4.1. LATOSSOLOS VERMELHO-ESCUROS**

São solos minerais muito profundos com horizonte A fraco ou moderado, apresentando uma coloração vermelho-escura, porosos com grande permeabilidade, variando de bem a fortemente drenados e pH baixo. Esses solos são resultado do intemperismo e retrabalhamento de sedimentos finos de argila e silte, e contribuição de rochas básicas de arenito.

#### **3.4.2. LATOSSOLOS ROXOS**



São solos com horizonte B latossólico, argilosos, coloração roxa, ácidos a moderadamente ácidos, com altos teores de óxido de ferro, titânio e manganês, alta porosidade, muito friáveis, bem drenados, com seqüência horizontal A, B e C e profundidade de 3 metros.

São derivados do intemperismo de rochas básicas, predominantemente eruptivas.

Por apresentarem um teor de matéria orgânica elevado, ocorrerem em relevos relativamente planos e apresentarem características físicas, químicas e de relevo apropriadas para a agricultura, são utilizadas em culturas temporárias.

Na bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão, esses solos ocorrem principalmente em partes da Serra de Santana e nas proximidades do ribeirão Laranja Azeda.

#### **3.4.3. LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS:**

São solos minerais com horizonte B latossólico, textura variando de média a argilosa, bastante profundos, boa drenagem, porosos e acidez que varia de moderada a forte. Esses tipos de solos desenvolveram-se com a decomposição de material originário de rochas de natureza variável, como arenitos, granitos, ardósias, etc..

#### **3.4.4. PODZÓICOS VERMELHO-AMARELOS:**

São solos caracterizados por apresentarem um perfil com horizonte B textural, relacionados com um maior teor de argila e são profundos a moderadamente profundos. Esses solos ocorrem em muitas áreas da bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão e nas regiões de cerrados, apresentam baixos teores de matéria orgânica e uma elevada acidez.

#### **3.4.5. TERRA ROXA ESTRUTURADA:**

São solos profundos, argilosos e com boa permeabilidade. Apresentam fertilidade natural boa, pH ligeiramente ácido e altos teores de matéria orgânica nos horizontes superficiais.

Na bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão esses solos ocorrem isolados ou associados aos latossolos.

#### **3.4.6. AREIAS QUARTZOSAS:**

São solos profundos de textura arenosa, muito porosos e excessivamente drenados, são fortemente ácidos com boa permeabilidade em todo o perfil. Esses solos são muito pobres em nutrientes tendo portanto uma baixa fertilidade natural.

#### **3.4.7. SOLOS LITÓLICOS:**

São caracterizados por apresentarem perfis pouco desenvolvidos, textura argilosa média ou arenosa e bem a moderadamente drenados. A espessura do horizonte A varia de 20 a 30cm e a cor escura é predominante. Esses solos apresentam uma grande variabilidade de classes e uma baixa fertilidade natural.

#### **3.4.8. SOLOS HIDROMÓRFICOS:**

Solos pouco desenvolvidos, geralmente ocorrem em terrenos planos. São formados a partir de sedimentos aluviais, apresentam horizonte A escuro, rico em matéria orgânica parcial ou totalmente decomposta. Grande parte desses solos possuem pH baixo e na bacia hidrográfica em estudo são encontrados ao longo das regiões de várzea.

#### **3.4.9. PLINTOSSOLOS CONCRECIONÁRIOS:**

São solos minerais de natureza variável, tendo como principal característica uma grande quantidade de material grosseiro ( aproximadamente 50%) como quartzo e rochas fragmentadas. São profundos e de boa porosidade.

### **3.5. ASPECTOS FÍSICOS E HIDROLÓGICOS:**



A bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão é uma sub-bacia do rio Jacaré Guaçu, que por sua vez, se constitui em um dos principais tributários do rio Tietê. Sua área de drenagem é de aproximadamente 4.108 Km<sup>2</sup> abrangendo doze municípios, incluindo-se São Carlos, Itirapina e Analândia.

Dentre os cursos d'água que formam a bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão, destacam-se o córrego Monjolinho, córrego São José, córrego do Pinhal, córrego dos Macacos, ribeirão Laranja Azeda, córrego das Cobras e evidentemente o ribeirão do Feijão.

A bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão, apresenta forma dendrítica em quase toda a área, exceto em áreas mais planas onde assume uma forma sub-dendrítica (FERRANTE 1989)

De acordo com SANTOS (1993) os ribeirões do Feijão e Laranja Azeda constituem-se nos cursos d'água mais caudalosos da bacia em estudo. Dados de vazão mensal entre 1990 e 1992 demonstram que após a confluência dos dois cursos, a vazão do ribeirão do Feijão praticamente duplica.

Para um entendimento adequado do comportamento de uma bacia hidrográfica é necessário conhecer suas características físicas. Trabalhos realizados na bacia hidrográfica do rio Jacaré-Guaçu mostram algumas dessas características específicas da Bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão, conforme são mostradas a seguir ( SANTOS, 1993).

**Tabela 1 - Características físicas da bacia hidrográfica da ribeirão do Feijão**

Área de drenagem total .....	222,82 Km <sup>2</sup>
Área de drenagem das sub-bacias dos Córregos	
Monjolinho e São José.....	68,25 Km <sup>2</sup>
Perímetro (P).....	73,60 Km
Comprimento dos Rios (L).formadores da bacia.....	190,90 Km
Declividade do curso d'água principal (ribeirão do Feijão).....	0,009706 m/m
Coefficiente de capacidade (Kc).....	1.38
Densidade de drenagem (Dd).....	0,86
Altitude máxima .....	1.030 m
Altitude mínima.....	660 m

O coeficiente de capacidade (Kc) corresponde à relação entre o perímetro e a circunferência da bacia. Segundo esse coeficiente, quanto mais próximo da unidade estiver, maior será a tendência da bacia para enchentes. No caso do ribeirão do Feijão, o Kc demonstra uma leve tendência a inundações.

A densidade de drenagem expressa a relação entre o comprimento total dos cursos d'água de uma bacia hidrográfica e sua drenagem. Uma bacia hidrográfica tem uma drenagem ótima quando sua Dd for igual ou superior a 1,5 Km de extensão de cursos d'água por Km<sup>2</sup> de área da bacia, e uma drenagem crítica quando esta relação for inferior a 0,75 Km/Km<sup>2</sup>. (DNAEE/EESC. Op. Cit.). O ribeirão do Feijão com uma densidade de drenagem em torno de 0,86Km/Km<sup>2</sup> apresenta uma drenagem relativamente crítica.

### 3.6. CLIMA:

Estudos realizados por TOLENTINO (1967), mostram que a região de São Carlos possui os seguintes dados meteorológicos (série histórica de 10 anos)

-Temperatura do ar (média anual) -----	21,3°C
-Temperatura média do mês mais frio (junho)-----	18,1°C
-Temperatura média do mês mais quente (janeiro)-----	23,1°C
-Precipitação do mês mais seco (agosto)-----	24,1mm
-Precipitação do mês mais úmido (janeiro)-----	285,9mm
-Precipitação total anual-----	1520,6mm.

Considerando-se os dados de Tolentino e a classificação de Köppen, pode-se classificar o clima da região entre Aw e Cwa, ou seja, entre clima tropical com verão úmido e inverno seco e clima quente de inverno seco. No entanto, estudos realizados por SETZER (1949), CAMARGO et al. (1974) e OLIVEIRA & PRADO (1984) mostram que o clima pode ser classificado como Cwb, isto é, temperado com inverno seco e temperatura média do mês mais quente menor que 22°C.

Em trabalho realizado na bacia hidrográfica do rio Jacaré-Guaçu, MATTOS (1984) diz que a água armazenada representa em média 1/4 a 1/3 da precipitação mensal, caracterizando a região como água de recarga da formação Botucatu. Mattos classificou o clima segundo Köppen, como Cwa e segundo Thornthwaite como BB'r ou seja: clima subtropical, mesotérmico, úmido, com chuvas de verão, estiagem branda no inverno com pequena deficiência hídrica. A estação chuvosa vai de outubro a março, com clima



super úmido/super tropical e a estação seca, de abril a setembro, com clima sub-úmido/temperado, sendo esta a classificação usada neste trabalho.

### 3.7. VEGETAÇÃO:

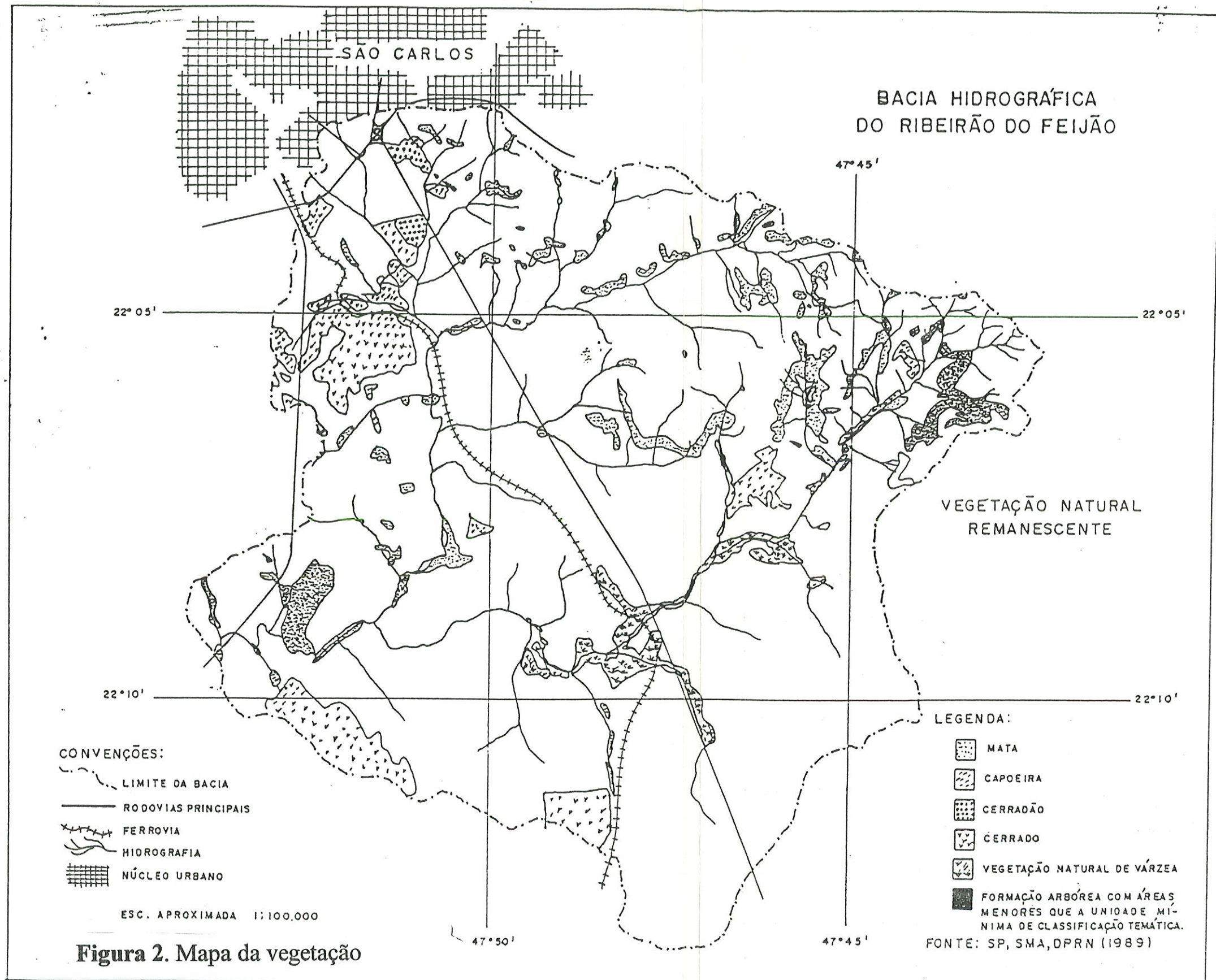
Segundo levantamento realizado pelo DEPRN da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo (1989), a vegetação natural que ocorre na bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão é bastante escassa e é dominada praticamente pelo cerrado (Figura 2).

QUEIROZ NETO (1982) diz que a vegetação do cerrado é composta por árvores de pequeno porte, tortuosas com galhos retorcidos e folhas coriáceas. Este tipo de vegetação caracteriza condições ambientais severas, podendo sua origem estar relacionada ao clima (teoria climática), a atividades antrópicas (teoria biótica) ou a pobreza do solo (teoria pedológica).

Em solos mais férteis (camadas de basalto), ocorre a presença de matas secundárias, e, ao longo das margens dos rios são encontradas as matas ciliares. RIOS (1993), utilizando um mapa de vegetação natural da região de São Carlos editado pelo DEPRN em 1989, calculou que a área de vegetação natural ocupava aproximadamente 21% da bacia e era representada por diferentes paisagens vegetal. A capoeira, cerrado e cerradão ocupavam aproximadamente 17%; a várzea 2% e as matas ciliares 2% do total da bacia.

De acordo com FERRI (1980), a água, ao contrário do que muitos pensam, não é o fator limitante para o surgimento de uma vegetação





mais exuberante no cerrado, mas sim os solos, que em última análise determinam as características da vegetação típica de cerrado.

As várzeas são definidas por LAMSTER como áreas de solos aluviais ou hidromórficos, planos e ricos em matéria orgânica, facilmente irrigáveis, com alta fertilidade e inundados temporariamente ou não. As várzeas são caracterizadas por serem áreas condicionadas a um regime de excesso de umidade e a processos químicos de redução, por suas altas variabilidades de solos e por possuírem uma vegetação de mata ou campo higrófilo (GOEDERT, 1985).

SANTOS (1993), disse que a vegetação de matas ocupa pequenas áreas na bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão principalmente na serra do Cuscuzeiro, nas nascentes dos cursos d'água e próximo à Rodovia SP-318.

A vegetação ciliar possui dois tipos de formações fisionômicas, o arbóreo que ocorre em áreas localizadas nas vertentes íngremes das “cuestas” próximo às nascentes e o arbóreo-arbustivo que ocorre no alto e médio cursos dos rios.

A mata ciliar assume um papel importante na manutenção da qualidade das águas e dos solos de um determinado curso d'água. Segundo TROPPEMAIR et al (1971), as matas ciliares atuam na regularização das fontes e na conservação das margens, evitando processos erosivos.

Na bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão pode-se observar o estado de degradação em que se encontram as matas ciliares, particularmente em suas nascentes e mais abaixo, no sopé da serra do Cuscuzeiro. Estando esta bacia dentro de uma Área de Proteção Ambiental (APA de Corumbataí), e



sendo o ribeirão do Feijão o principal manancial de abastecimento da Cidade de São Carlos, isto causa muita preocupação àqueles que trabalham com a preservação do meio ambiente.

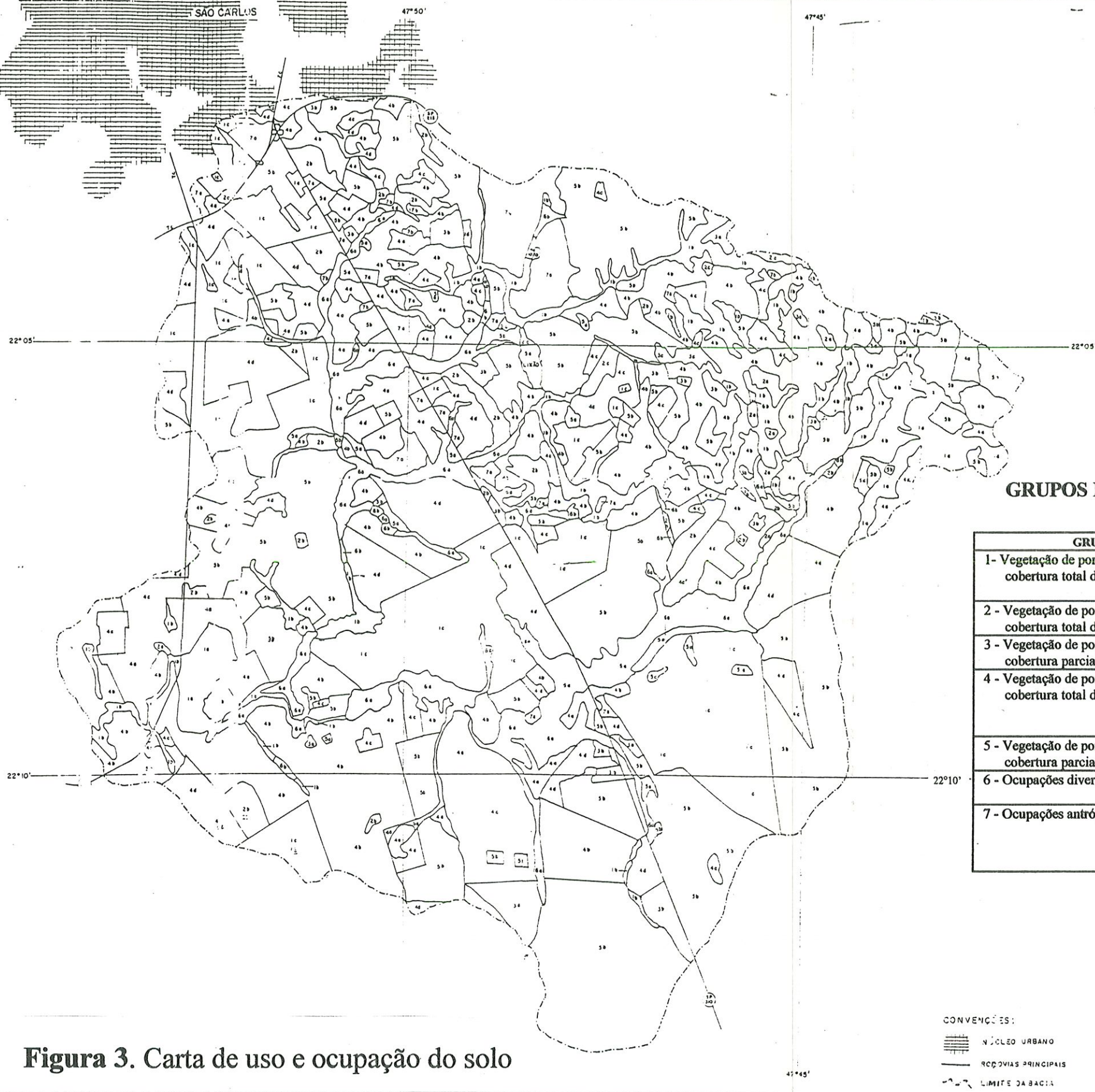
A vegetação nativa como um todo, tem sofrido ao longo do tempo uma forte ação antrópica, e hoje tem-se poucas áreas representativas desse tipo de ecossistema.

RIOS (1993), analisando mapa de vegetação natural de São Carlos, calculou que a área de vegetação natural ocupava aproximadamente 21% da bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão, assim distribuída: capoeira, cerrado e cerradão 17%, várzea 2% e matas 2%.

### **3.8. USO E OCUPAÇÃO DA BACIA (Figura 3)**

O ribeirão do Feijão tem grande importância para a região de São Carlos, por ser um manancial responsável por aproximadamente 60% do abastecimento de água da Cidade.

Segundo Sé (1992), com o aumento populacional urbano e industrial de São Carlos, principalmente nas décadas de 50 e 60, houve um aumento progressivo na demanda e na qualidade da água com uma maior diversificação de seu uso. Anteriormente a captação de água para a cidade era realizada no rio Monjolinho e no final da década de 60 houve necessidade de se realizar estudos para a implantação da captação de água fora da região urbana, (MATTOS, 1968). Com a criação do Serviço Autônomo de Águas e Esgotos de São Carlos(SAAE) estes estudos se concretizaram no início da década de 70, e passou-se então a captar água para abastecimento no ribeirão do Feijão.



**GRUPOS E CATEGORIAS DE USO ATUAL DO SOLO**

GRUPO	CATEGORIA
1 - Vegetação de porte alto a médio, cobertura total do terreno	1a - Florestas 1b - Vegetação secundária 1c - Reflorestamento
2 - Vegetação de porte médio a baixo, cobertura total do terreno	2a - Cobertura residual 2b - Cerradão
3 - Vegetação de porte médio a baixo, cobertura parcial do terreno	3a - Cobertura residual 3b - Cultura perene
4 - Vegetação de porte baixo a rasteiro, cobertura total do terreno	4a - Cobertura residual 4b - Pastagem 4c - Cultura temporária 4d - Campo cerrado
5 - Vegetação de porte baixo a rasteiro, cobertura parcial do terreno	5a - Cobertura residual 5b - Cobertura temporária
6 - Ocupações diversas	6a - Várzea 6b - Espelho d'água
7 - Ocupações antrópicas diversas	7a - Áreas com intensa ocupação (loteamentos, chácaras, pastos, etc.) 7b - Área de exploração mineral 7c - Estrada

CONVENÇÕES:  
 NÚCLEO URBANO  
 RODOVIAS PRINCIPAIS  
 LIMITE DA BACIA

**Figura 3. Carta de uso e ocupação do solo**



Outras atividades que requerem o uso e ocupação da bacia referem-se a pecuária de corte extensiva e semi-intensiva, com a formação de grandes pastagens, a pecuária de leite, a agricultura desenvolvida por pequenos e médios produtores, a citricultura o reflorestamento de *Pinus sp* e *Eucalyptus sp*, utilizados principalmente na indústria do lápis e de celulose, a indústria automobilística e a mineração.

Recentemente outra atividade vem se desenvolvendo ao longo da bacia, a piscicultura, onde são construídos tanques de terra e colocados peixes para a reprodução e engorda, além dos “pesq-pag”, empreendimentos construídos para realização da pesca esportiva. A captação da água para o enchimento e manutenção dos tanques é feita diretamente dos rios ou córregos e, após um determinado tempo, já eutrofizada, esta água é drenada novamente para o curso d’água.

Entretanto, a localização do aterro sanitário (lixão) de São Carlos embora desativado recentemente, ainda é considerado o maior problema de atuação antrópica na bacia do ribeirão do Feijão. A decomposição biológica dos resíduos sólidos produz o chorume, líquido rico em matéria orgânica, que é lançado no córrego São José, tributário do ribeirão Laranja Azeda, que por sua vez se constitui no principal tributário do ribeirão do Feijão, desembocando a montante do ponto de captação de água para abastecimento de São Carlos.

## **4. METODOLOGIA:**

### **4.1. COLETAS**

#### **4.1.1. ESTAÇÕES:**

Através dos dados pluviométricos registrados na Estação Climatológica situada no Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada da USP - São Carlos, e os dados de vazão do rio próximo à foz do ribeirão do Feijão, escolheu-se os meses de agosto(seco) entre os dias 05 e 29/08/96 e fevereiro - março (chuvoso), no período entre os dias 12/02 a 07/03/97 para a realização das coletas de campo.

Foram realizadas onze coletas durante o período de menor pluviosidade, repetindo-se o mesmo número durante o período de maior pluviosidade em sete estações, sendo que, seis estão situadas no ribeirão do Feijão e uma no ribeirão Laranja Azeda.

As estações de coletas (Figura 4) foram escolhidas considerando-se a bibliografia consultada, as excursões feitas ao longo do rio para o reconhecimento da área de estudo e o acesso para coletas.

Devido à pequena largura (0,5-3,0m) e a pouca profundidade (0,3-1,4m) do ribeirão do Feijão nos locais de coletas, as mesmas foram realizadas em apenas um ponto, mais precisamente no seu talvegue.



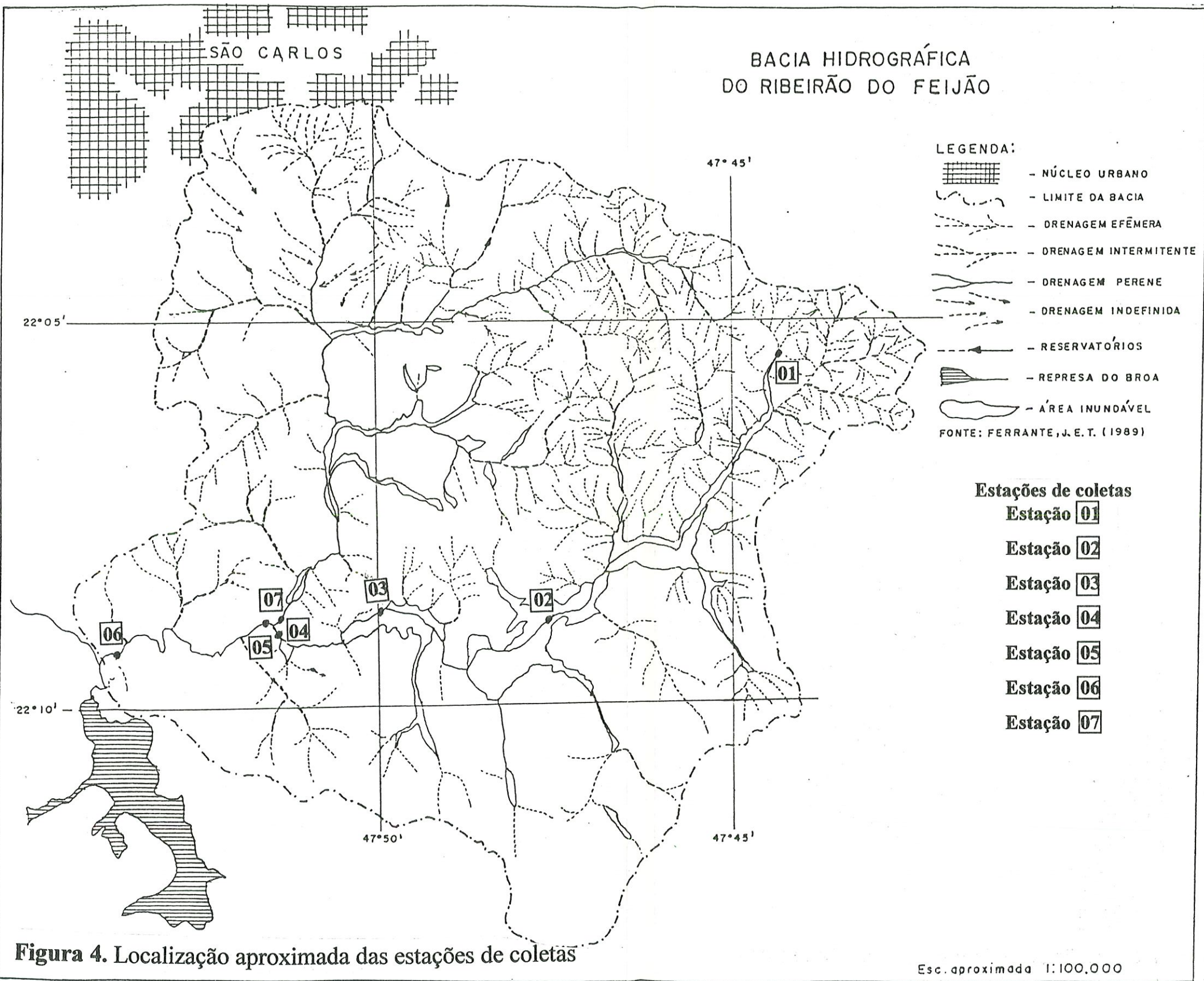


Figura 4. Localização aproximada das estações de coletas

Esc. aproximada 1:100.000



#### 4.1.1.1. LOCALIZAÇÃO

**ESTAÇÃO 01** → Localizada próximo às nascentes do ribeirão do Feijão a  $22^{\circ}05'85''$  de latitude Sul e  $47^{\circ}44'33''$  de longitude Oeste.(Figura 5).



**Figura 5.** Estação 01

**ESTAÇÃO 02** → Localizada logo a jusante da rodovia Washington Luiz, na ponte sobre o ribeirão do Feijão, a  $22^{\circ}08'86''$  de latitude Sul e  $47^{\circ}47'77''$  de longitude Oeste (Figura 6)



**Figura 6.** Estação 02

**ESTAÇÃO 03** → Localizada a  $22^{\circ}09'28''$  de latitude Sul e  $47^{\circ}50'65''$  de longitude Oeste (Figura 7).



**Figura 7.** Estação 03

**ESTAÇÃO 04** → Localizada na Fazenda Iolanda a aproximadamente 5 metros a montante da confluência do ribeirão do Feijão com o ribeirão Laranja Azeda, a  $22^{\circ}08'90''$  de latitude Sul e  $47^{\circ}51'64''$  de longitude Oeste (Figura 8).



**Figura 8.** Estação 04



**ESTAÇÃO 05** → Localizada na Fazenda Iolanda a aproximadamente 35 metros a jusante da confluência do ribeirão do Feijão com o ribeirão laranja Azeda, a  $22^{\circ}08'90''$  de latitude Sul e  $47^{\circ}51'64''$  de longitude oeste (Figura 9).



Figura 9. Estação 05 - mata ciliar

**ESTAÇÃO 06** → Localizada próximo à foz do ribeirão do Feijão, na estação de captação de água para abastecimento do SAEE, a  $22^{\circ}09'11''$  de latitude Sul e  $47^{\circ}53'15''$  de longitude Oeste (Figura 10).



Figura 10. Estação 06 - Atualmente sendo construída uma represa para melhorar a captação de água.



**ESTAÇÃO 07** → Localizada no ribeirão Laranja Azeda, , na Fazenda Iolanda a aproximadamente 10 metros a jusante da ponte da vicinal que vai para a sede da fazenda, a 22°08'90'' de latitude Sul e 47°51'44'' de longitude Oeste (Figura 11).



**Figura 11.** Estação 07

#### **4.1.3. PROCEDIMENTO**

Em cada estação, as coletas de água foram realizadas através de balde plástico, tendo-se o cuidado necessário para evitar-se qualquer mudança nas características físicas ou químicas da água. Em seguida procederam-se as medidas de pH, Oxigênio Dissolvido, Temperatura da Água, Turbidez e Condutividade Elétrica, através multi-sensor HORIBA U10. Para cada variável realizou-se três medidas instantâneas na mesma amostra, e a média entre elas foi a considerada no presente trabalho. Parte da amostra coletada foi acondicionada em galões de polietileno com capacidade para 5 Litros e

transportada ao Laboratório de Limnologia do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos.

No Laboratório filtrou-se 300mL da amostra para determinação dos Materiais Sólidos em Suspensão. Parte da amostra original foi colocada em frascos de polietileno de 500mL e congelada para posterior determinação de nutrientes.

Todas as coletas realizaram-se no período da manhã, obedecendo a seguinte seqüência: estação 06, 04, 05, 07, 03, 02 e 01. Os horários das coletas em cada estação e em cada período estão mostrados nas Tabelas 2 e 3.

## **4.2. VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS:**

### **4.2.1. PH:**

Por definição o pH de uma solução é igual ao logaritmo negativo da atividade dos prótons livres na solução, ou seja:

$$\text{pH} = -\log. \{H^+\} = -\log. f_H \cdot [H^+]$$
, onde  $\{H^+\}$ ,  $[H^+]$  e  $f_H$  são a atividade, a concentração e o coeficiente de atividade de  $H^+$ , respectivamente.

Sua determinação se deu através do multi-sensor HORIBA U10.

### **4.2.2. OXIGÊNIO DISSOLVIDO:**

Dentre os gases dissolvidos na água, o  $O_2$ , é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização de ambientes aquáticos.

Sua determinação foi realizada através do multi-sensor HORIBA U10.

#### **4.2.3. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA:**

A condutividade elétrica é expressa em  $\mu S.cm^{-1}$  e representa a capacidade que tem uma solução aquosa para conduzir corrente elétrica, e está relacionada com a concentração de íons trocáveis em um determinado corpo d'água.

As medidas de condutividade foram processadas utilizando-se o multi-sensor HORIBA U10.

#### **4.2.4. MATERIAIS SÓLIDOS EM SUSPENSÃO:**

Para a determinação desta variável, recorreu-se ao método descrito por TEIXEIRA et al (1965) e TUNDISI (1969). Utilizou-se filtros de fibra de vidro GF 52/C (Schleicher & Schüll). Os filtros foram calcinados em mufla marca FORLABO, modelo 669 a  $460^{\circ}C$  durante uma hora e pesados em balança analítica marca METTLER modelo H31AR. Posteriormente filtrou-se a amostra de água com o auxílio de uma bomba de vácuo marca FANEM, modelo CA L. Em seguida os filtros foram desidratados em estufa marca FANEM modelo 002/2 a  $60^{\circ}C$  durante 24 horas e foram novamente pesados



para obter-se o teor de sólidos totais em suspensão, expressos em  $\text{mg.L}^{-1}$ . Novamente calcinou-se os filtros em mufla a  $460^\circ\text{C}$  durante uma hora, e procedeu-se nova pesagem para obter-se o material inorgânico total. A diferença entre o material sólido total e o material inorgânico total corresponde ao material orgânico total.

A seguir estão representadas as equações utilizadas para estas determinações:

$$\text{Sólido total em suspensão (STS) (mg.L}^{-1}\text{)} = \frac{(P_1 - P_0 \times 1000)}{V_a},$$

**onde:**

$P_0$  = peso do filtro (g) calcinado em mufla a  $460^\circ\text{C}$  por uma hora

$P_1$  = peso do filtro (g) desidratado em estufa a  $60^\circ\text{C}$  por 24 horas

$V_a$  = volume da amostra filtrada (L)

$$\text{Sólido total inorgânico (STI) (mg.L}^{-1}\text{)} = \frac{(P_2 - P_0 \times 1000)}{V_a}, \text{ onde:}$$

$P_0$  = Peso do filtro (g) calcinado em mufla a  $460^\circ\text{C}$  por uma hora

$P_2$  = peso do filtro (g) calcinado a  $460^\circ\text{C}$  por uma hora, após secagem em estufa

$V_a$  = volume da amostra filtrada (L)

$$\text{Sólido total orgânico (STO) (mg.L}^{-1}\text{)} = (\text{STS} - \text{STI})$$

#### 4.2.5. TURBIDEZ:

A turbidez mostra a presença de materiais em suspensão, e é expressa em UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez)

Sua medida foi feita através do multi-sensor HORIBA U10.

#### **4.2.6. TEMPERATURA DA ÁGUA:**

A temperatura da água é expressa em °C e é importante nas reações físico-químicas, uma vez que ela influi na velocidade destas reações.

Sua medida foi processada através do multi-sensor HORIBA U10.

#### **4.2.7. NUTRIENTES:**

Segundo CARMOUZE (1995), freqüentemente relaciona-se teores de nutrientes ao grau de poluição doméstica ou agropecuária de um determinado corpo d'água. Altos teores de nutrientes são, muitas vezes, interpretados como indicadores de meio poluído, apresentando um estado avançado de eutrofização. Isto explica a importância de se conhecer os teores de nutrientes de um sistema aquático para que se possa elaborar diagnósticos ambientais.

Os nutrientes em geral são determinados através de técnicas espectrofotométricas. Todas as análises foram feitas com réplicas.

##### **4.2.7.1 NITRATO:**

Dentre as espécies inorgânicas nitrogenadas que fazem parte dos ciclos biogeoquímicos, o nitrato é a mais difícil de ser quantificada, embora, existam vários métodos para sua determinação.

CARMOUZE (op. cit.) afirma que, métodos potenciométricos não podem ser utilizados na maioria dos meios aquáticos, por falta de sensibilidade.

Para medir teor de nitrato, utilizou-se o método espectrofotométrico que, segundo MACKERETH et al. (1978), consiste na redução de  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NO}_2^-$  por cádmio amalgamado. O  $\text{NO}_3^-$  produzido é complexado por sulfanilamida e n-1-naftil etilenodiamina, formando um composto nitrogenado colorido.

- Procedimento: Em tubos de ensaio foram colocados 30mL da amostra filtrada e 4,0mL de reagente de oxidação. Em seguida agitou-se e os tubos de ensaio foram tampados com papel alumínio e autoclavados durante 30 minutos a uma temperatura de  $120^{\circ}\text{C}$ . Após o resfriamento transferiu-se 10mL da amostra para frascos plásticos apropriados contendo 0,60g de cádmio amalgamado. Em seguida adicionou-se 3,0mL de solução de cloreto de amônio a 2,6% e 1,0mL de solução de bórax a 2,1%, Tapou-se os frascos e no agitador de mesa foram agitados durante 20 minutos. Após a agitação 7mL da amostra foi transferida para tubos de ensaio e após adicionar 1,0mL de Sulfanilamida e 1,0mL de N-1 naftil etilenodiamina agitou-se a mistura e procedeu-se a leitura em espectrofotômetro a um comprimento de ondas de 543nm em cubeta de 1cm.

#### 4.2.7.2. NITRITO:



O nitrito foi determinado através do método BENDOCHNEIDER e ROBINSON(1952) segundo GOLTERMAN(1978), e é baseado na reação do nitrito em meio ácido com sulfanilamida e bicloridato de n-1-naftil etilenodiamina, formando um composto colorido róseo, o qual é determinado espectrofotometricamente.

Procedimento: Colocou-se 25mL da amostra filtrada em tubos de ensaio. Em seguida adicionou-se 0,5mL de solução de sulfanilamida e agitou-se. Após 5 minutos adicionou-se 0,5mL de solução de N-1 naftil etilenodiamina, agitou-se novamente e procedeu-se a leitura no espectrofotômetro em comprimento de onda de 543nm e cubeta de 1cm.

#### 4.2.7.3. AMÔNIA:

A determinação dos teores de amônia foi realizada segundo método descrito por KOROLEFF(1976). O princípio deste método diz que em solução alcalina (pH entre 8,0 e 11,5) o radical amônio reage com hipoclorito, formando monocloramina. O produto formado, em presença de fenol e o excesso de hipoclorito formado por íons nitroprussiato, formam o azul de indofenol, o qual obedece a lei de Beer com concentrações inferiores a 500µg de N-NH<sub>3</sub>/L.

Procedimento: Colocou-se 30mL da amostra filtrada em tubos de ensaio, 1,0mL de solução de citrato de sódio e agitou-se. A seguir foi adicionado 1,0mL de solução de hipoclorito e agitou-se novamente. Os tubos de ensaio foram tapados com papel alumínio e colocados em repouso na

ausência de luz. Após 4 horas procedeu-se a leitura no espectrofotômetro em comprimento de ondas de 543nm e cubeta de 1cm.

#### **4.2.7.4. NITROGÊNIO TOTAL**

. Sua determinação foi realizada utilizando-se o método de VALDERRAMA(1981).

Procedimento: Foram colocados 30mL da amostra não filtrada em tubos de ensaio e 4,0mL de reagente de oxidação. Em seguida agitou-se e os tubos de ensaio foram tampados com papel alumínio e autoclavados durante 30 minutos a uma temperatura de 120<sup>0</sup>C. Após o resfriamento transferiu-se 10mL da amostra para frascos plásticos apropriados contendo 0,60g de cádmio amalgamado. Em seguida adicionou-se 3,0mL de solução de cloreto de amônia a 2,6% e 1,0mL de solução de bórax a 2,1%, tampou-se os frascos e no agitador de mesa foram agitados durante 20 minutos. Após a agitação, 7,0mL da amostra foi transferida para tubos de ensaio e adicionou-se 1,0mL de sulfanilamida e 1,0mL de N-1 naftil etilenodiamina. Agitou-se novamente e procedeu-se a leitura no espectrofotômetro a um comprimento de ondas de 543nm em cubeta de 1cm.

#### **4.2.7.5. FÓSFORO TOTAL:**

A determinação dos valores de fósforo total foi processada segundo VALDERRAMA(1981), consistindo na digestão por persulfato de potássio e ácido ascórbico.

Procedimento: Colocou-se 30mL da amostra não filtrada em tubos de ensaio, 4,0mL do reagente de oxidação e agitou-se. Em seguida os tubos de ensaio foram tampados com papel alumínio e autoclavados durante 30 minutos a uma temperatura de 120<sup>0</sup>C. Após o resfriamento adicionou-se 3,4mL de reagente misto, agitou-se e procedeu-se a leitura no espectrofotômetro em comprimento de ondas de 282nm em cubeta de 5cm.

#### 4.2.7.6. ORTOFOSFATO:

O fosfato inorgânico dissolvido em águas é quase sempre mencionado sob a forma de  $\text{PO}_4^-$ .

A faixa de concentrações de ortofosfato nas águas é bastante ampla, variando de alguns décimos de  $\mu\text{moles.L}^{-1}$  (em meio marinho), até centenas de  $\mu\text{moles.L}^{-1}$  (em meios que recebem dejetos orgânicos, águas intersticiais, etc.).sua determinação foi processada através do método descrito por GOLTERMAN et al (1978).

Procedimento: Colocou-se 30mL da amostra não filtrada em tubos de ensaio e adicionou-se 3,0mL do reagente mixto. Em seguida procedeu-se a leitura em espectrofotômetro a um comprimento de ondas de 282nm em cubeta de 5mL.



### **4.3. VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS:**

#### **4.3.1. TEMPERATURA DO AR**

A temperatura do ar durante os períodos de coleta foi medida na Estação Climatológica situada no Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada da EESC-USP.

#### **4.3.2. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA:**

A precipitação pluviométrica foi medida na Estação Climatológica situada no Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada da EESC-USP, durante os períodos de coleta.

### **4.4. VARIÁVEL HIDROLÓGICA**

#### **4.4.1. VAZÃO DO RIO:**

A vazão, expressa em  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  foi cedida pela CPRM ( Companhia de Pesquisa em Recursos Naturais) e é calculada através da soma, em cada seção transversal, das velocidades médias de escoamento multiplicada pela área de cada subsecção (WISLER & BRATER, 1964; LIMA, 1986) através da seguinte equação:

$$V = \int AxVE, \text{ onde:}$$

V = vazão total da seção em  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  ;

A = área de cada subsecção em  $\text{m}^2$  ;

VE = velocidade de escoamento na subsecção em  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  .

## 4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

### 4.5.1. ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS

No presente trabalho, utilizou-se para os períodos de chuva, de seca e para os dois períodos juntos, a Análise dos Componentes Principais (ACP) como método de ordenação, a partir das correlações entre as variáveis ambientais. Este tipo de análise possibilitou a projeção dos dados multidimensionais em um novo espaço de dimensões reduzidas, sem que houvesse alterações em sua estrutura original.

Para a Análise dos Componentes Principais utilizou-se o programa estatístico NTSYS -pc. Todas as informações relacionadas a este programa estão descritas em seu manual de instruções.

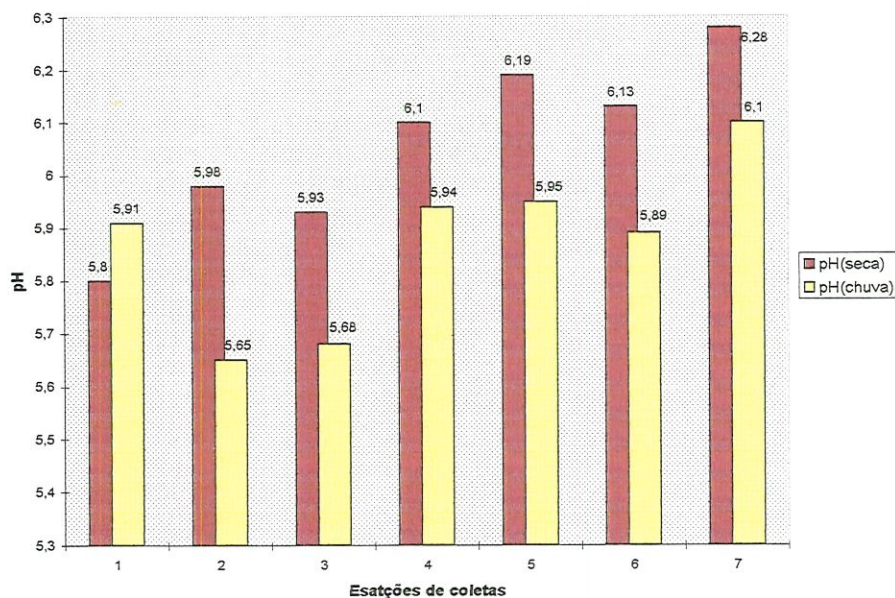
## 5. RESULTADOS:

Os resultados brutos da variação espacial e temporal de todas as variáveis estudadas estão apresentados nos ANEXOS 1 a 30.

### 5.1. VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS:

#### 5.1.1. PH

Para o pH observou-se uma variação espacial com valores ligeiramente ácidos em todas as estações de coletas e nos dois regimes hidrológicos. No período seco verificou-se uma variação do pH de 5,8 na estação 01 a 6,28 na estação 07, e no período de chuva a variação foi de 5,65 na estação 02 a 6,1 na estação 07. Apenas na estação 01 o pH no período seco foi menor que no período de chuva (5,8 - 5,91 respectivamente) (Figura 12).



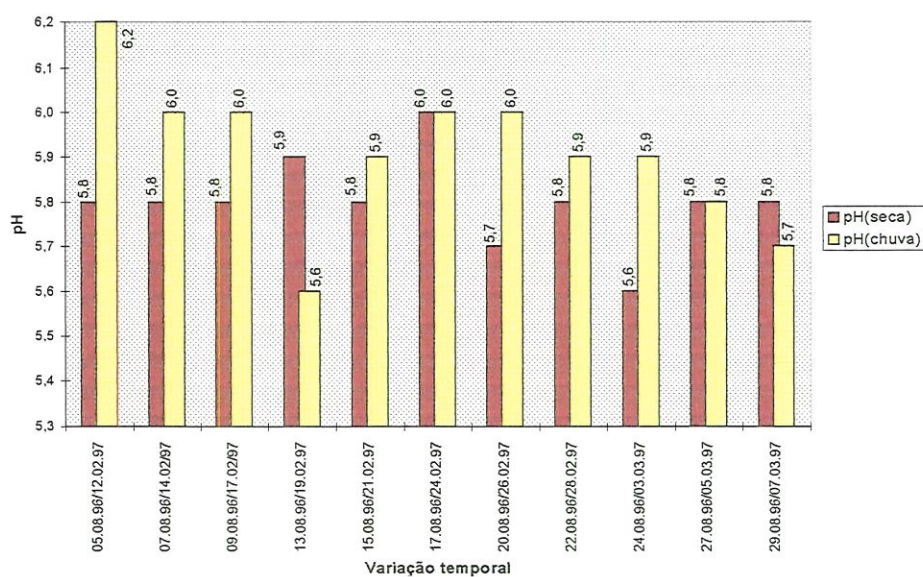
**Figura 12.** Variação espacial (valores médios) do pH nas diferentes estações de coletas nos períodos de seca e chuva.



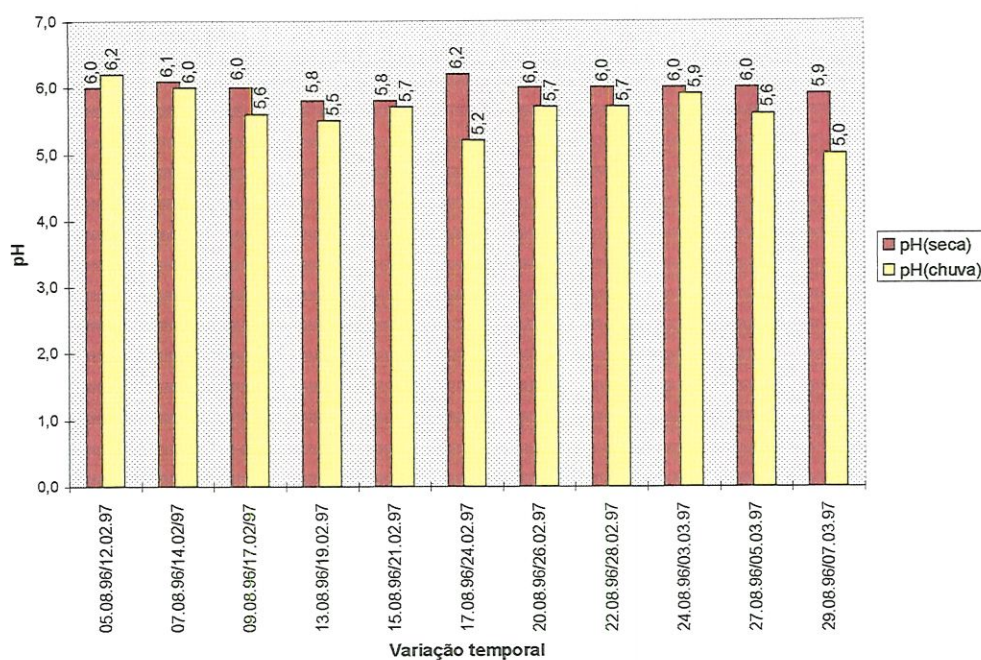
Para a variação temporal do pH foram observados valores ligeiramente ácidos em todas as estações de coletas e nos dois períodos amostrados, com uma tendência a ser menor no período de chuvas.

Os valores de pH variaram de 5,8 a 6,5 no período seco, sendo que os maiores valores foram encontrados no dia 07/08 na estação 03 , no dia 13/08 nas estações 01 e 04, nos dias 9 e 15/08 na estação 04 e dia 17/08 nas estações 01, 02, 04, 05, 06 e 07, e os menores valores no dia 05/08 nas estações 03, 04 e 05, dia 07/08 nas estações 04, 05 e 06, dia 09/08 na estação 06, dia 13/08 nas estações 02, 05 e 06, dia 15/08 nas estações 02, 03 e 04, no dia 20/08 nas estações 01, 04, 05 e 06, dia 24/08 na estação 01 e dia 29/08 na estação 06 no período seco (Figuras 13 a 19).

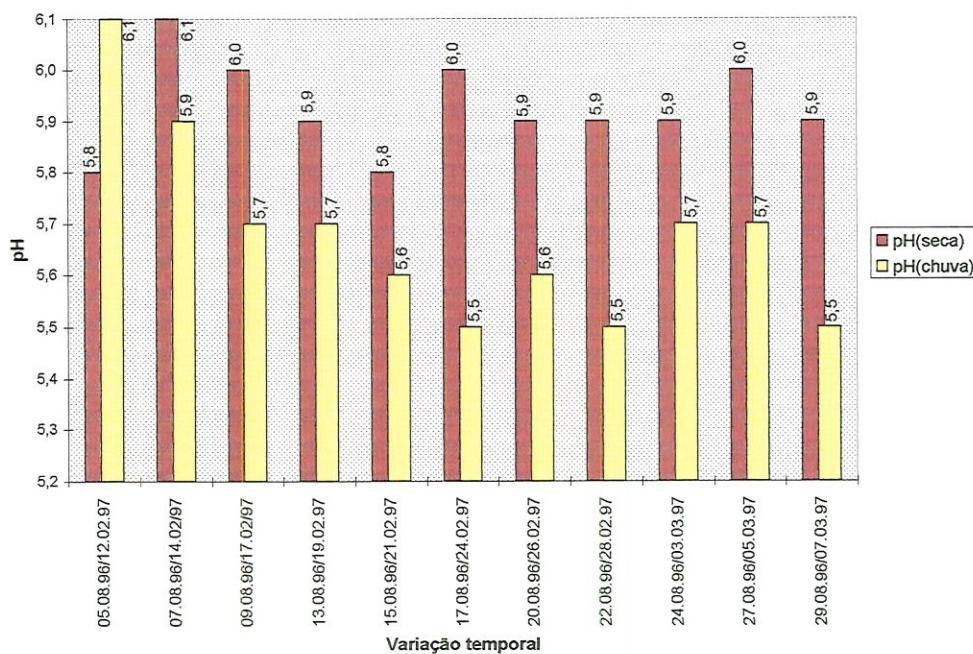
No período de chuva os valores de pH variaram de 5,0 a 7,0, com menores valores encontrados no dia 14/02 na estação 06, dia 19/02 na estação 01 e 05, dia 21/02 nas estações 04 e 06, dia 24/02 na estação 03, dia 28/02 nas estações 03 e 06, dia 03/03 na estação 06, dia 05/03 nas estações 04, 05 e 06 e no dia 07/03 nas estações 02 e 06 (Figuras 13 a 19)



**Figura 13.** Variação Temporal do valor do pH na estação 01, nos períodos de seca e chuva.

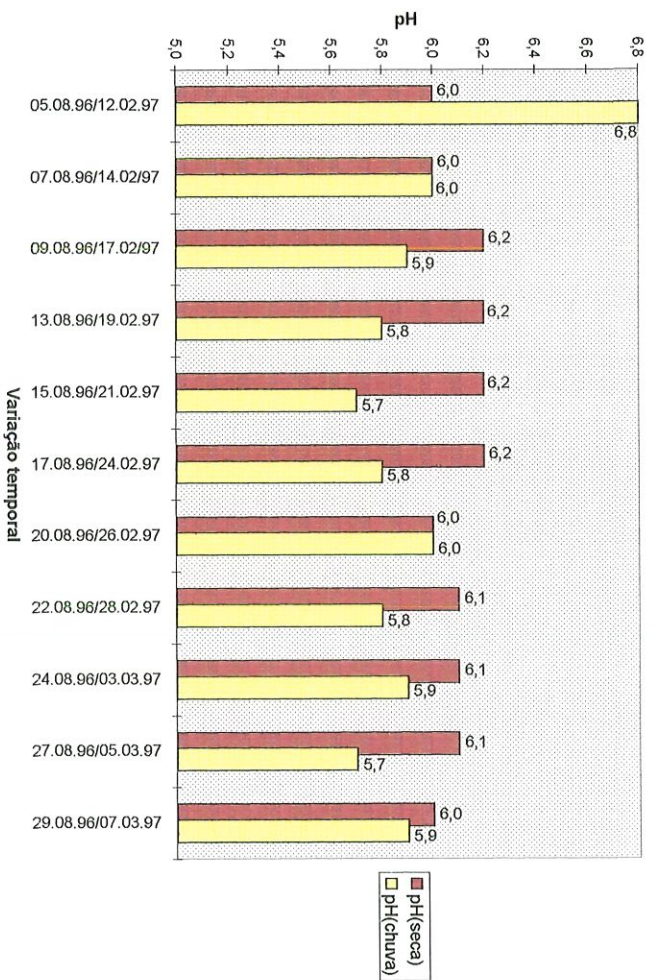


**Figura 14.** Variação temporal do valor do pH na estação 02, nos períodos de seca e chuva

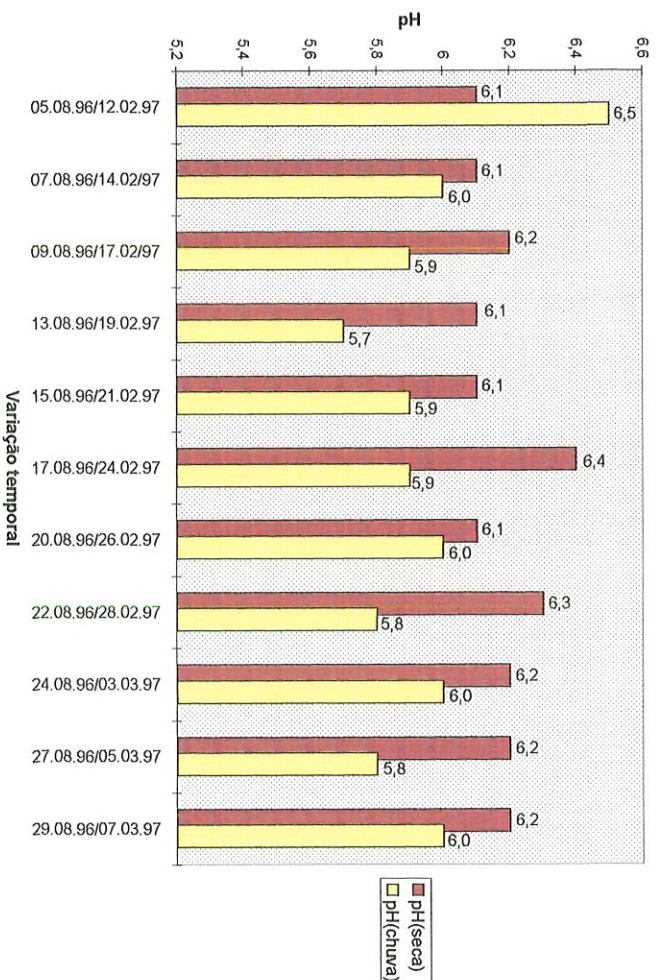


**Figura 15.** Variação temporal do valor do pH na estação 03, nos períodos de seca e chuva.





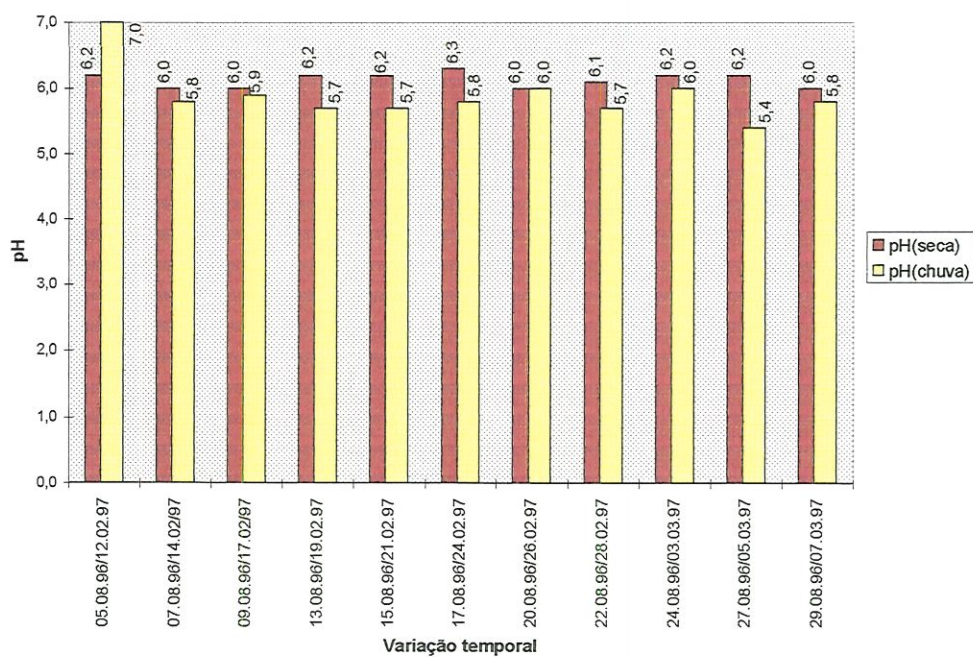
**Figura 16.** Variação temporal do valor de pH na estação 04, nos períodos de seca e chuva.



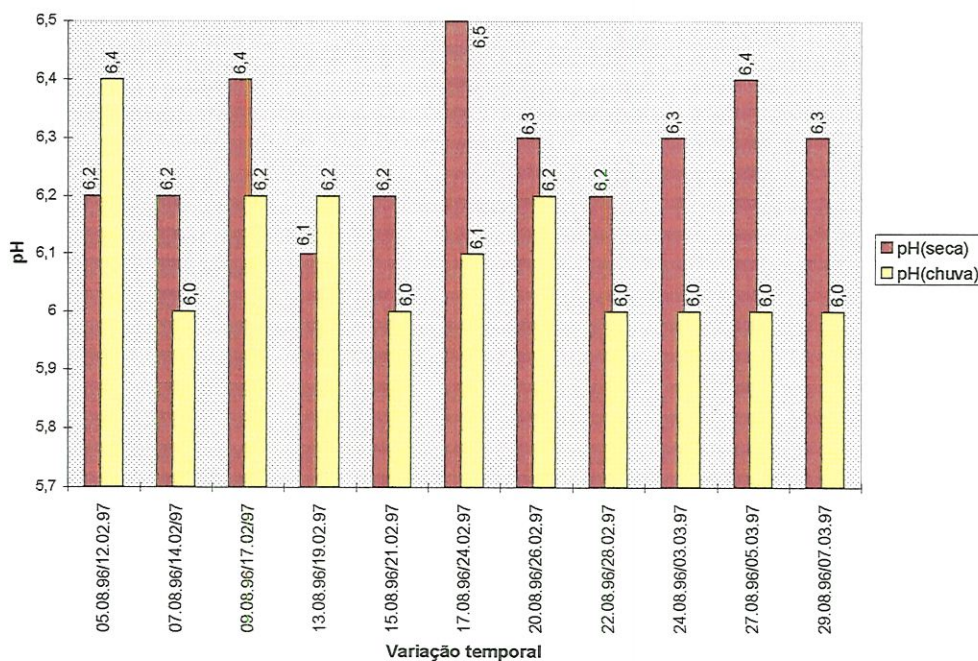
**Figura 17.** Variação temporal do valor de pH na estação 05, nos períodos de seca e chuva.







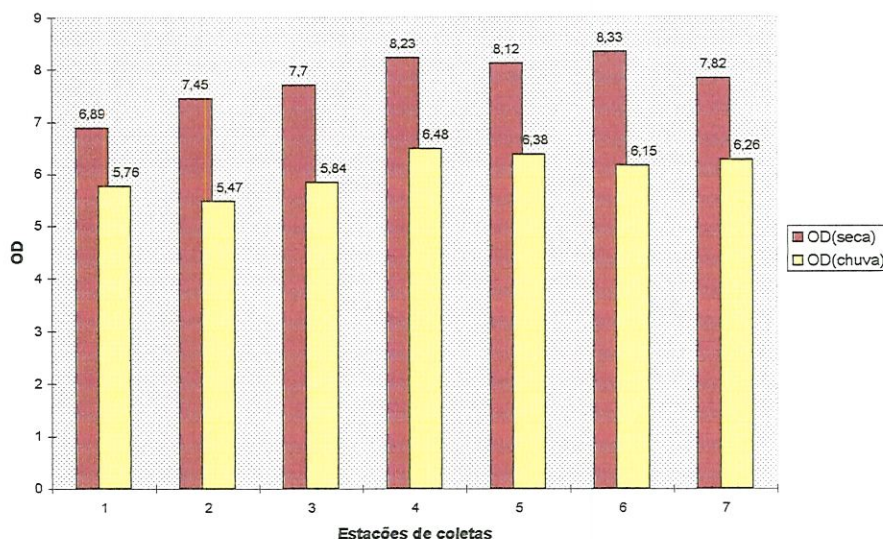
**Figura 18.** Variação temporal do valor de pH na estação 06, nos períodos de seca e chuva.



**Figura 19.** Variação temporal do valor de pH na estação 07, nos períodos de seca e chuva.

### 5.1.2. OXIGÊNIO DISSOLVIDO

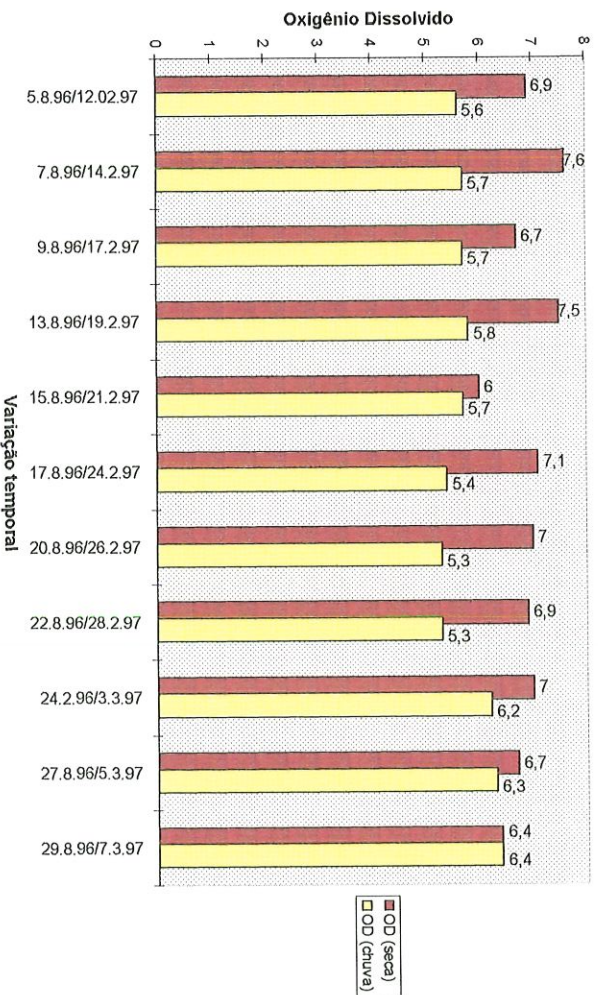
Para o oxigênio dissolvido observou-se uma variação espacial de  $6,89\text{mg.L}^{-1}$  na estação 01 a  $8,33\text{mg.L}^{-1}$  na estação 06 no período seco, e de  $5,47\text{mg.L}^{-1}$  na estação 02 a  $6,48\text{mg.L}^{-1}$  na estação 04 no período de chuva. Em todas as estações de coletas os valores de oxigênio dissolvido foram maiores no período seco. Pode-se observar que as estações 04, 05, 06 e 07 foram as que apresentaram maiores valores nos dois períodos amostrados (Figura 20).



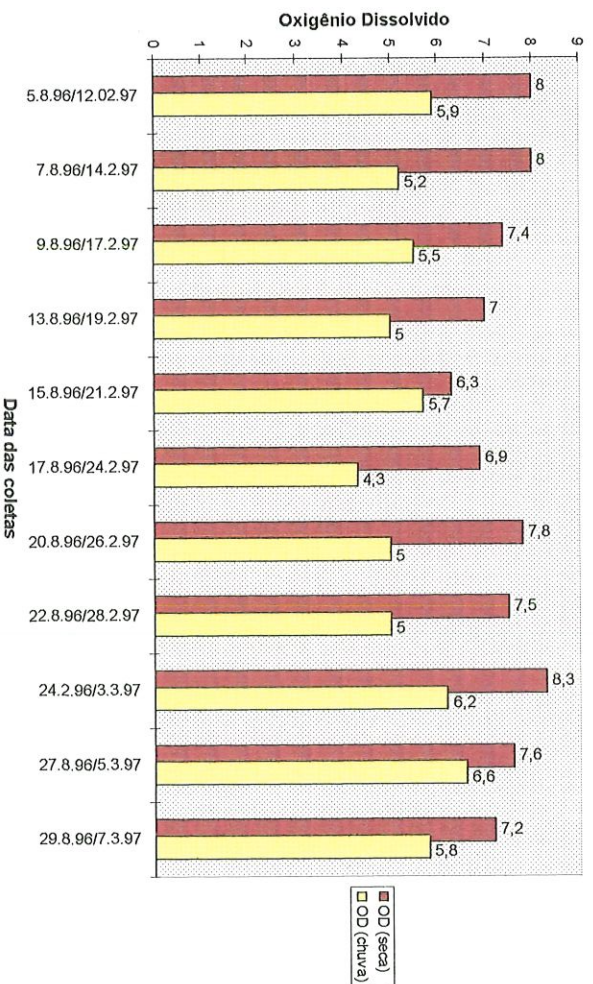
**Figura 20.** Variação espacial (valores médios) da concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) nas diferentes estações de coletas nos períodos de seca e chuva.

Com relação à variação temporal do oxigênio dissolvido ( $9,0$  a  $6,3\mu\text{g/L}^{-1}$ ), foram observados maiores valores para o período seco e menores para o de chuva. Os valores mínimos para o período seco ocorreram nos dias 13, 15 e 29/08 nas estações 03, 01, respectivamente, e o mínimo observado no período de chuva ocorreu no dia 24/02 ( $4,3\mu\text{g/L}^{-1}$ ) na estação 02 (Figuras 21 a 27).



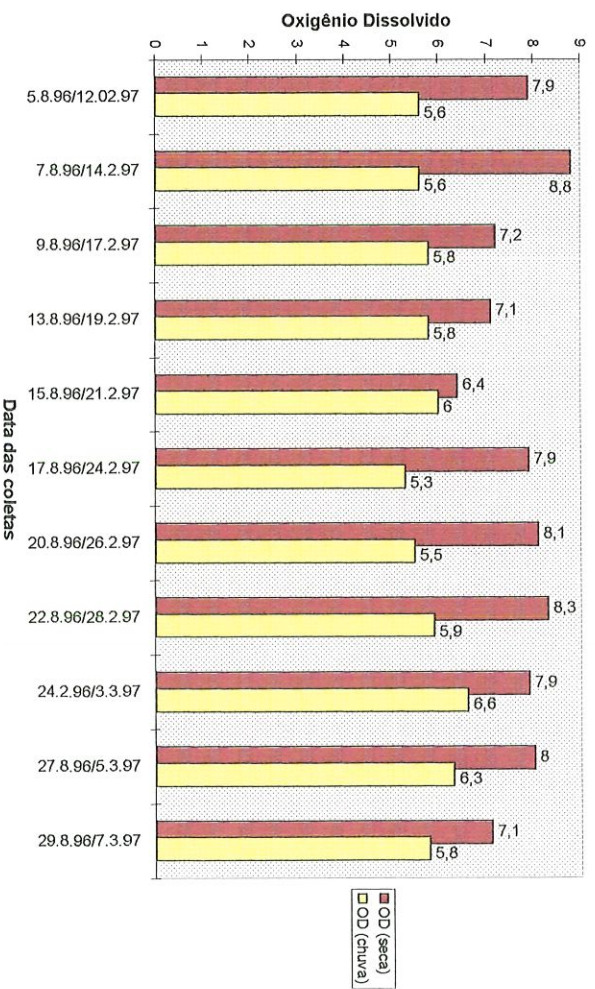


**Figura 21.** Variação temporal do teor de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos de seca e chuva.

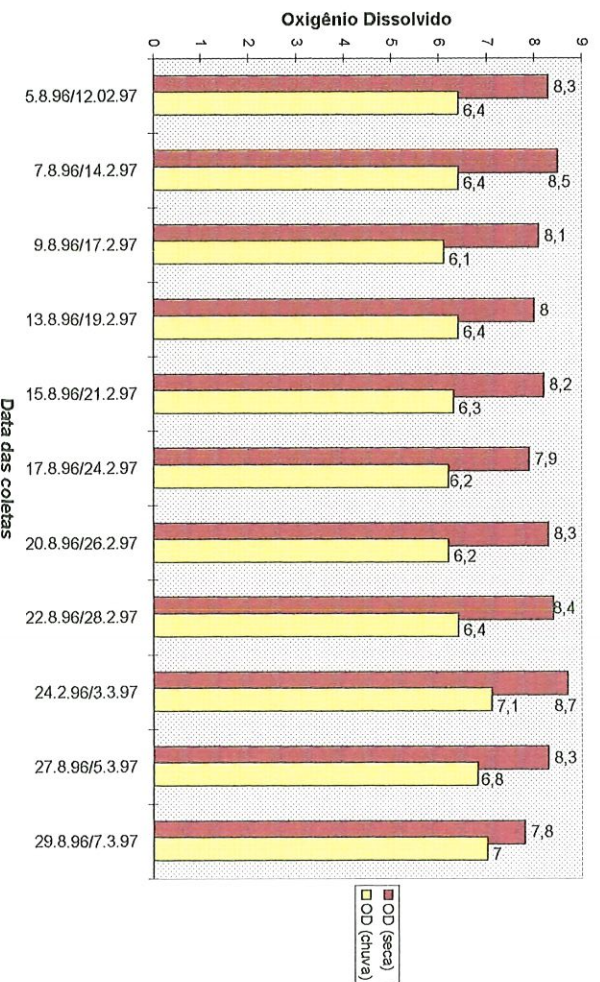


**Figura 22.** Variação temporal do teor de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos de seca e chuva.

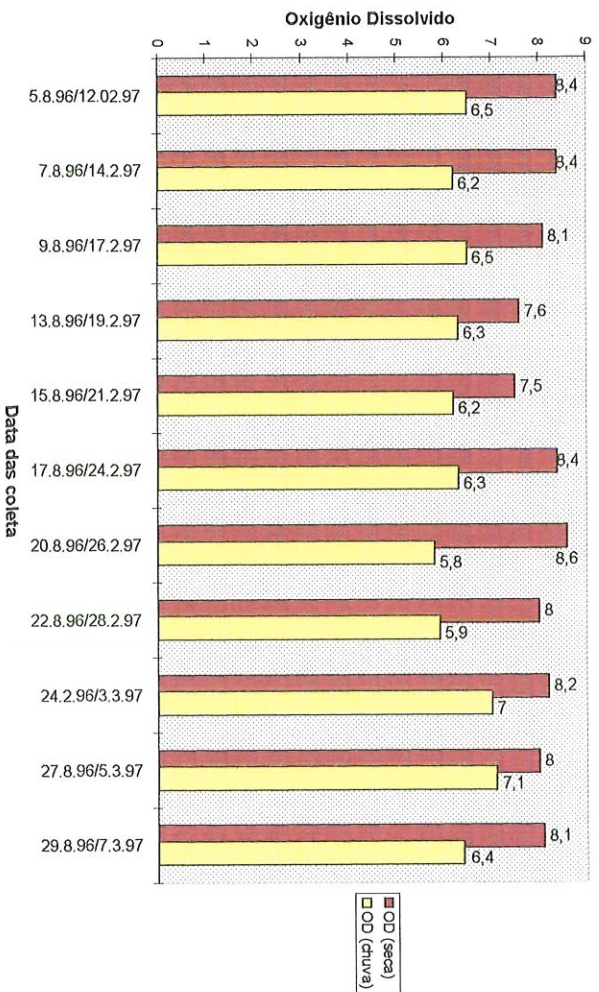




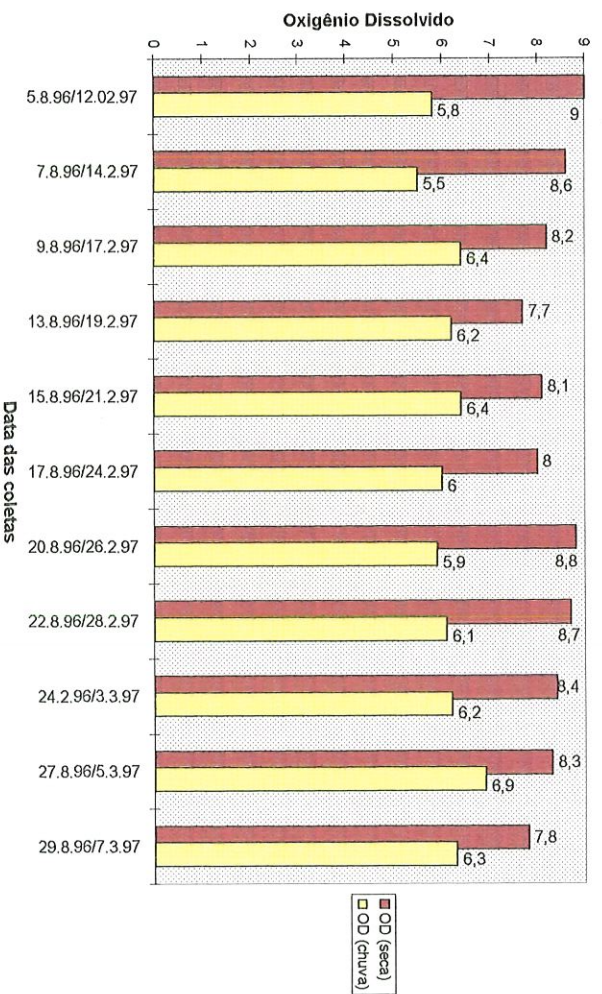
**Figura 23.** Variação temporal do teor de oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>) na estação 03, nos períodos de seca e chuva.



**Figura 24.** Variação temporal do teor de oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>) na estação 04, nos períodos de seca e chuva.

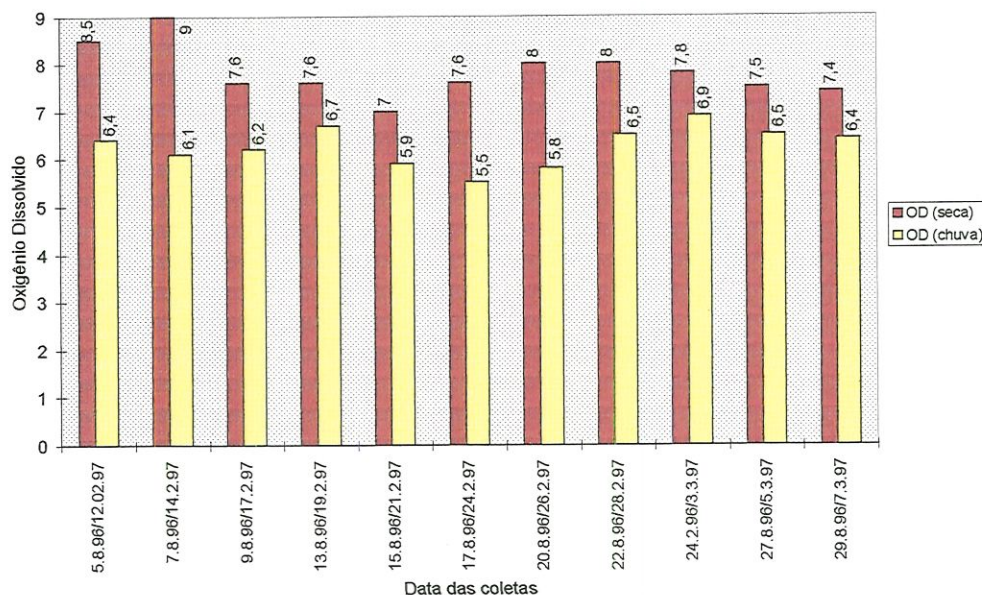


**Figura 25.** Variação temporal do teor de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos de seca e chuva.



**Figura 26.** Variação temporal do teor de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos de seca e chuva.



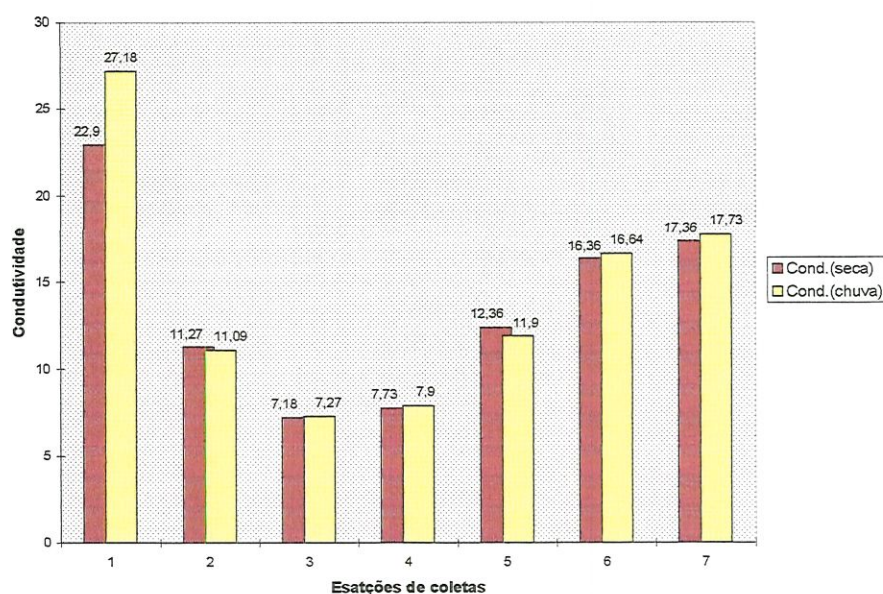


**Figura 27.** Variação temporal do teor de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos de seca e chuva.

### 5.1.3. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Com relação à variação espacial da condutividade elétrica observou-se uma variação de  $7,18 \mu\text{S.cm}^{-1}$  na estação 03 a  $22,9 \mu\text{S.cm}^{-1}$  na estação 01 no período seco, e de  $7,27 \mu\text{S.cm}^{-1}$  na estação 03 a  $22,9 \mu\text{S.cm}^{-1}$  na estação 01 no período de chuva. Os maiores valores nos dois períodos foram observados para a estação 01, enquanto que, para as estações 03 e 04 foram observados os menores valores. No entanto, não houve diferenças significativas entre os valores amostrados nos períodos de chuva e seca nas diversas estações de coletas (Figura 28).

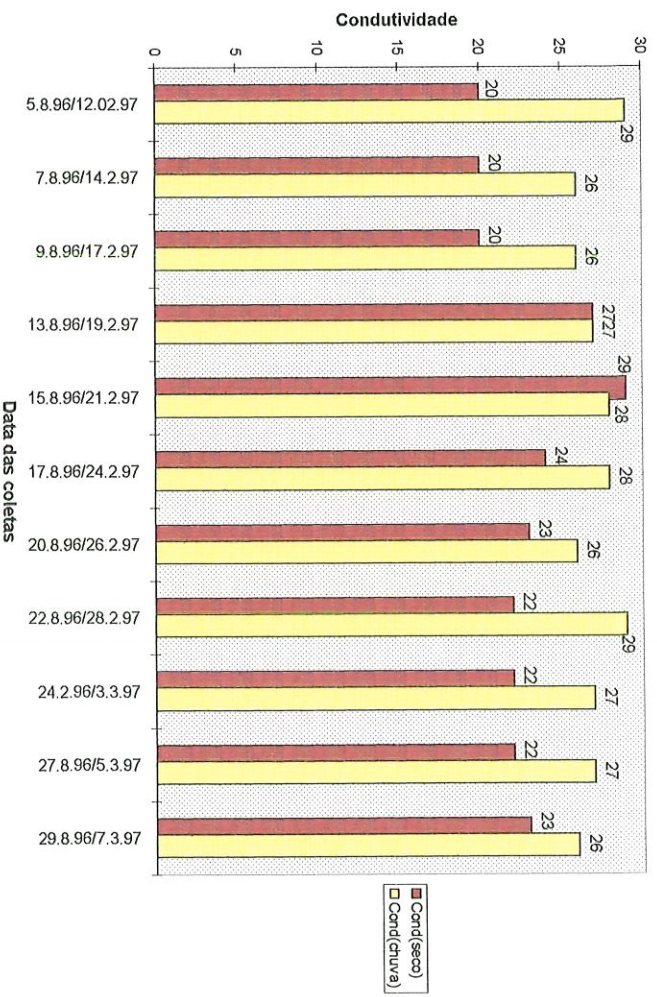




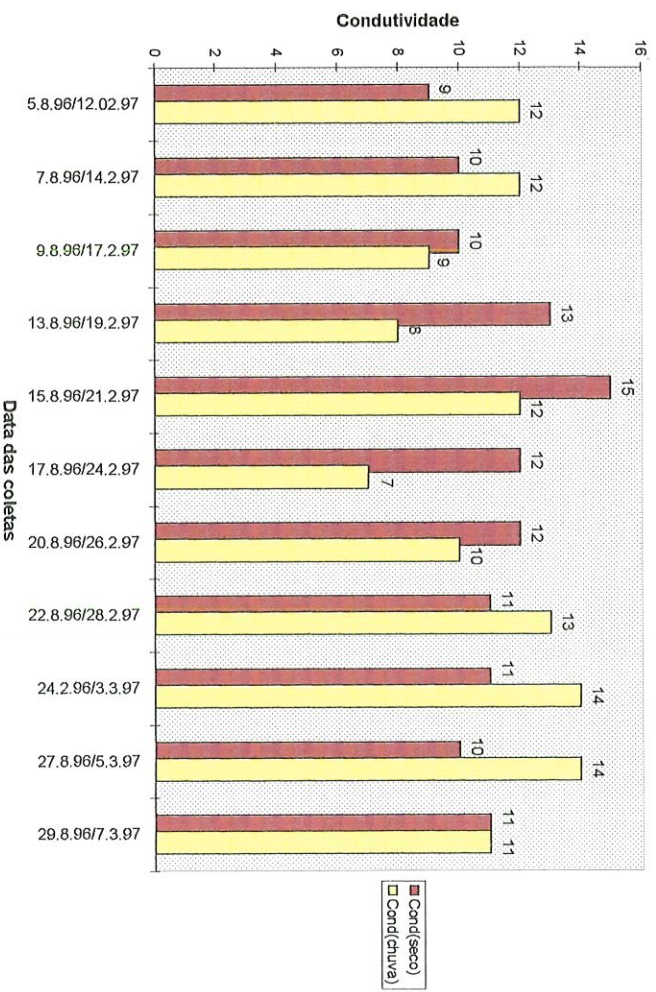
**Figura 28.** Variação espacial (valores médios) da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) nas diferentes estações de coletas nos períodos de seca e chuva.

Para a variação temporal da condutividade elétrica observou-se valores maiores durante o período seco no dia 07/08 nas estações 03 e 04, dia 13/08 na estação 04, dia 15/08 nas estações 01, 02, 03, 05, e 07, dia 20/08 na estação 03 e dia 29/08 na estação 06, e os menores valores no dia 05/08 nas estações 02, 03, 04, 06 e 07, dia 07/08 nas estações 01, 05 e 06 e no dia 09/08 nas estações 01, 02, 04 e 07 (Figuras 29 a 35).

No período de chuva, para a variação temporal observou-se valores maiores no dia 12/02 na estação 01, dia 14/02 na estação 02, dia 17/02 na estação 04, dia 21/02 nas estações 05 e 07, dia 28/02 na estação 01, dia 03/03 nas estações 02, 03 e 07 e no dia 05/03 nas estações 02 e 07 e os menores valores no dia 14/02 nas estações 01, 05 e 07, dia 17/02 nas estações 01 e 03, dia 19/02 nas estações 03 e 04, dia 24/02 nas estações 02, 03, 04 e 05, dia 26/02 nas estações 01 e 04, dia 28/02 na estação 07 e dia 07/03 nas estações 01 e 06 (Figuras 29 a 35).

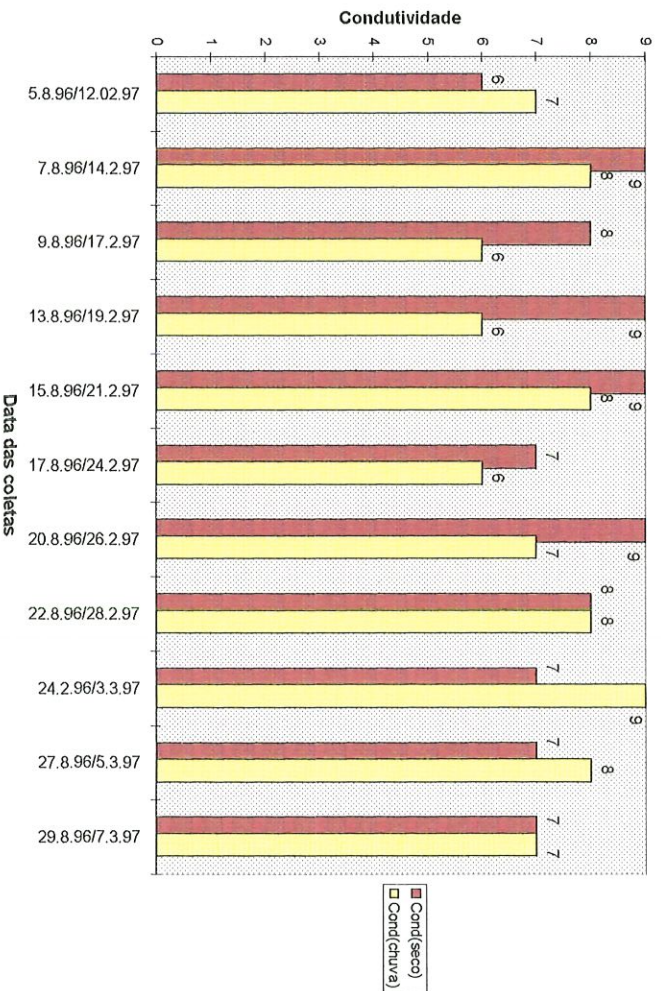


**Figura 29.** Variação temporal da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos de seca e chuva.

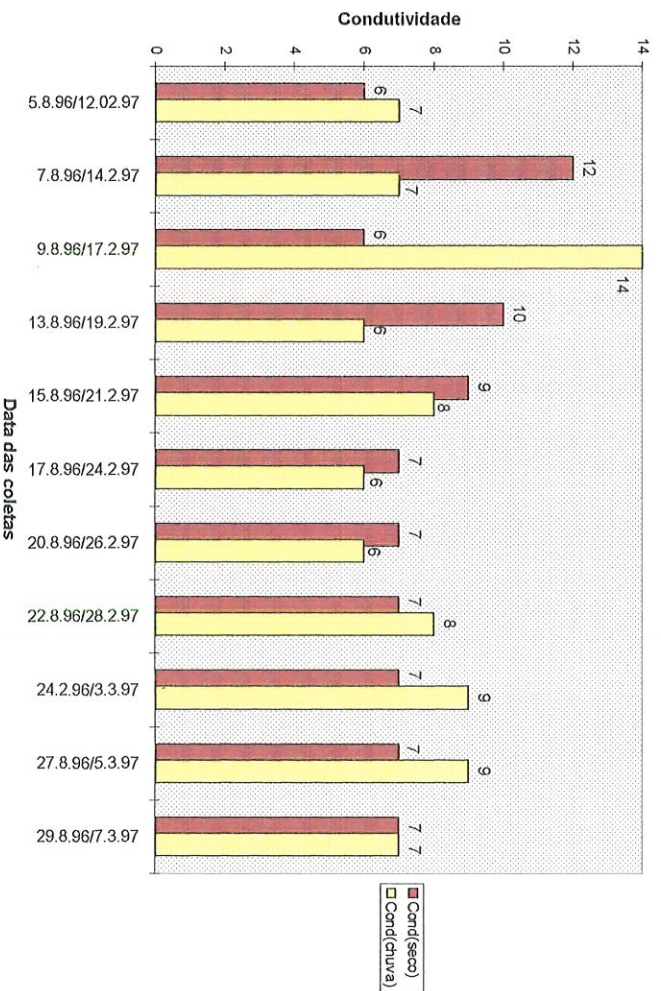


**Figura 30.** Variação temporal da Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos de seca e chuva.



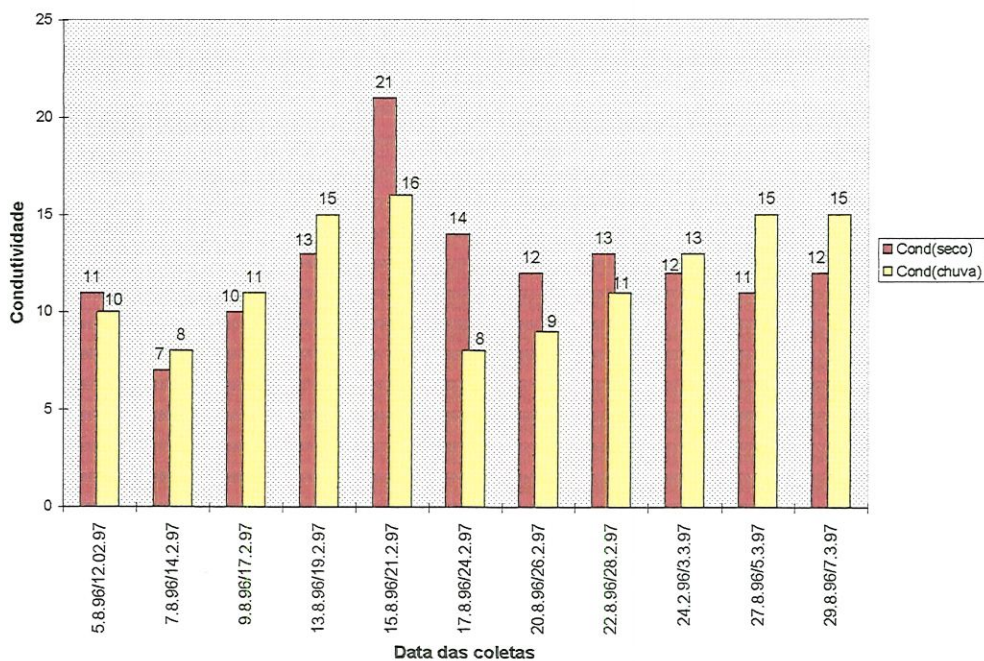


**Figura 31.** Variação temporal da Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos de seca e chuva.

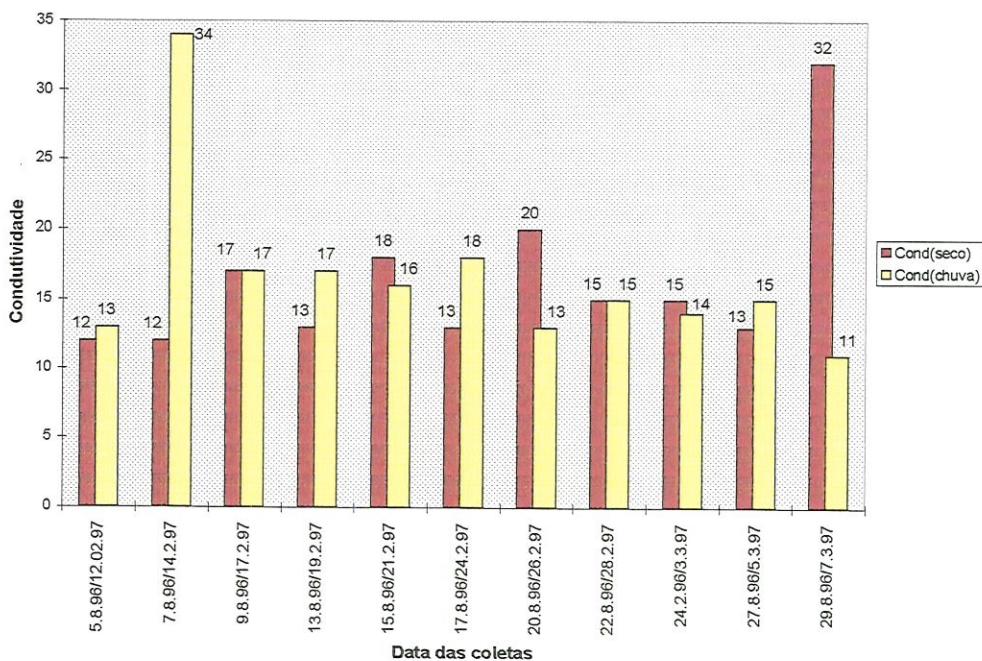


**Figura 32.** Variação temporal da Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos de seca e chuva.

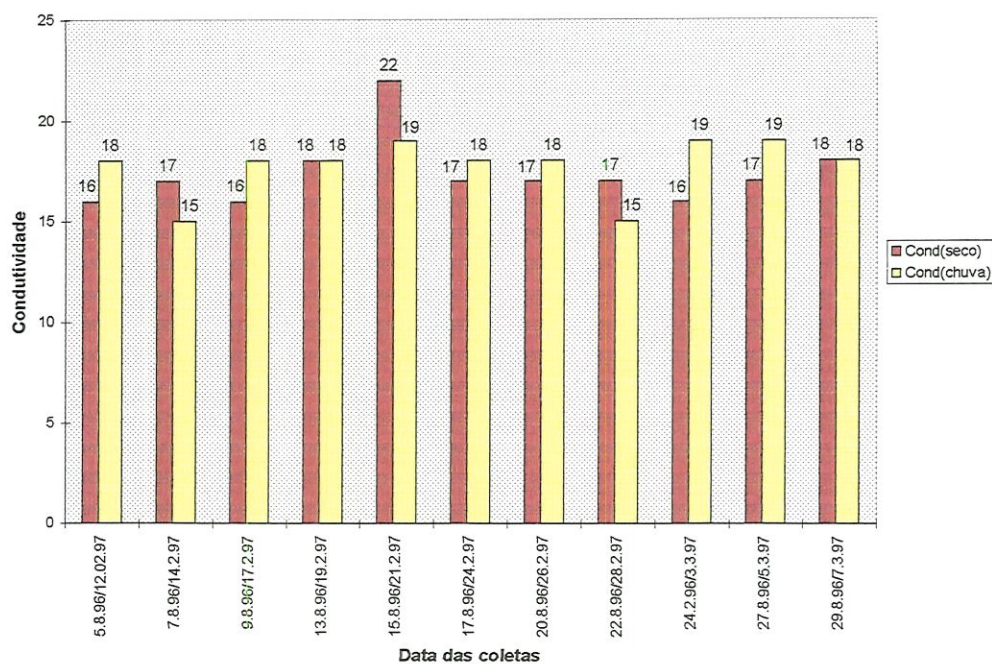




**Figura 33.** Variação temporal da Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos de seca e chuva.



**Figura 34.** Variação temporal da Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos de seca e chuva.

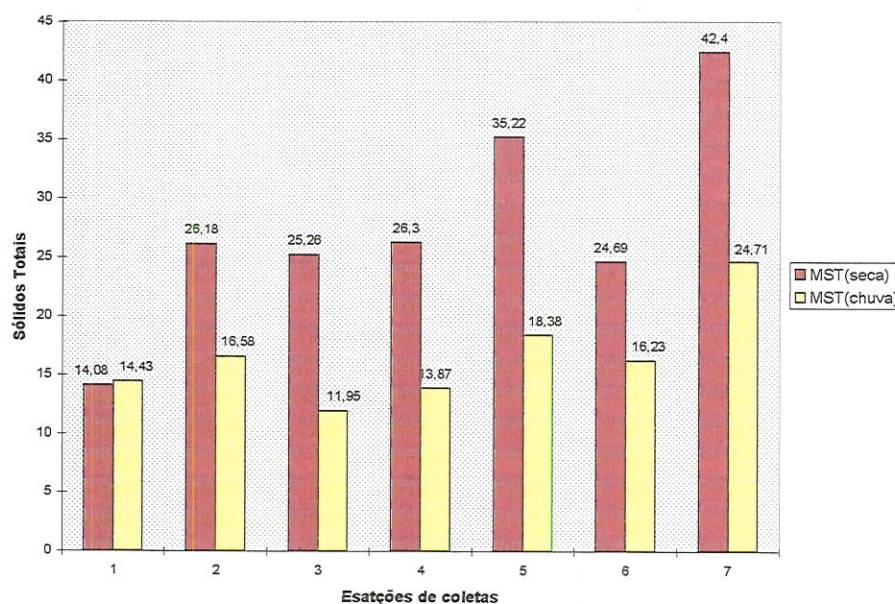


**Figura 35.** Variação temporal da Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos de seca e chuva.

#### 5.1.4. MATERIAIS SÓLIDOS TOTAIS

Para os materiais sólidos totais foi observada uma variação espacial de  $14,08 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação 01 a  $42,4 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação 07 no período seco e de  $11,95 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação 01 e  $24,71 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação 07 no período de chuva. Com exceção da estação 01, todas as outras apresentaram valores de materiais sólidos totais maiores no período seco, sendo que, a estação 07 apresentou os maiores valores nos dois períodos (Figura 36).



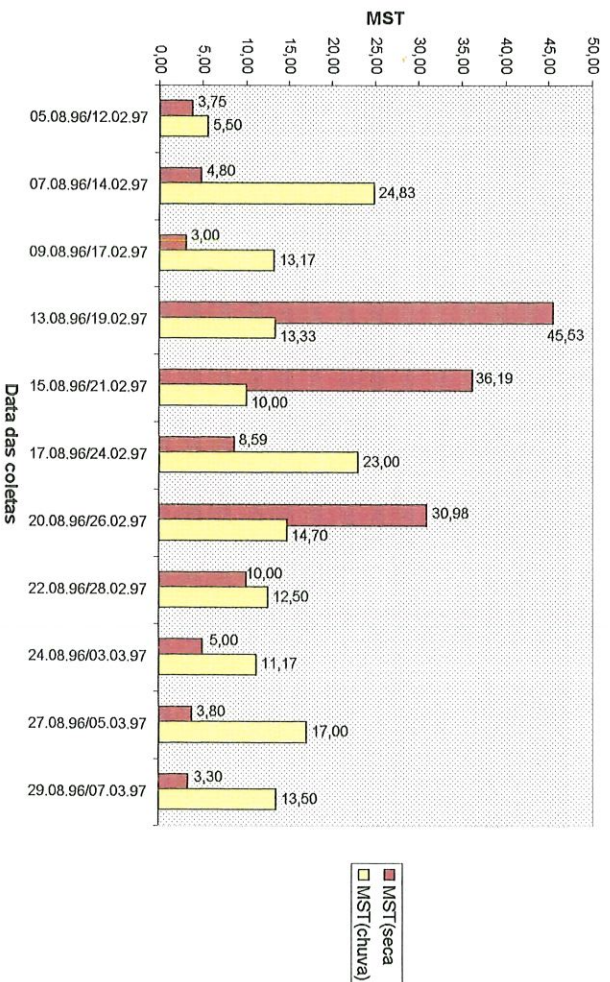


**Figura 36.** Variação espacial (valores médios) dos materiais sólidos totais suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), nas diferentes estações de coletas nos períodos de seca e chuva.

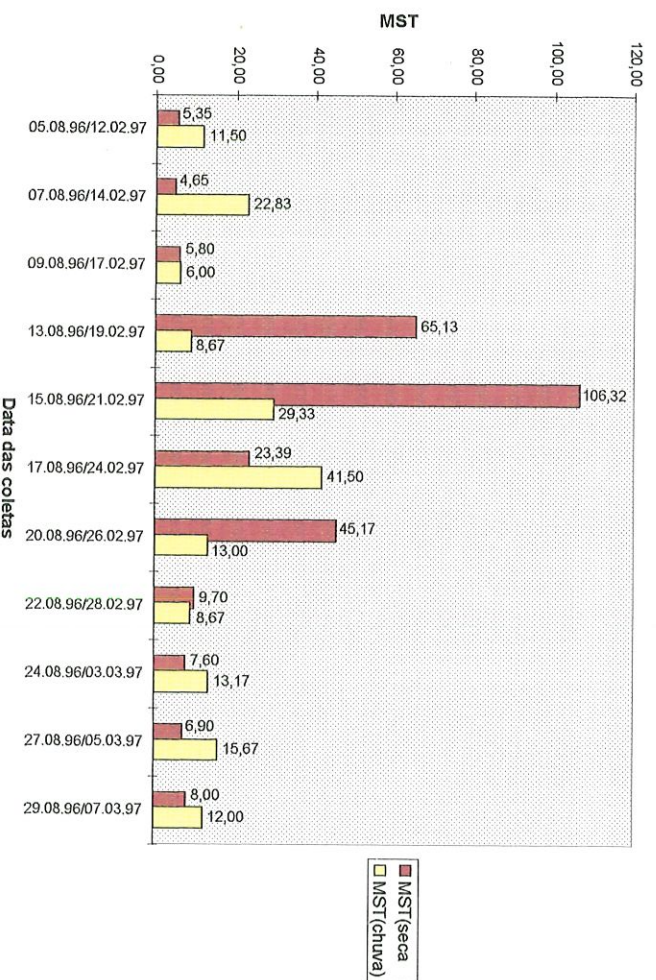
Para a variação temporal, no período seco, dos materiais sólidos totais suspensos observou-se os maiores valores no dia 09/08 na estação 07, dia 13/08 nas estações 01, 03 e 04, e no dia 15/08 nas estações 02, 05 e 06 e os menores valores no dia 05/08 nas estações 03, 04 e 06, dia 07/08 nas estações 02 e 05, dia 09/08 na estação 01 e no dia 24/08 na estação 07 (Figuras 37 a 43).

No período de chuva, os maiores valores de sólidos totais foram registrados no dia 14/02 nas estações 01, 06 e 07, dia 19/02 na estação 05, dia 24/02 na estação 02 e no dia 26/02 nas estações 03 e 04, e os menores valores no dia 12/02 nas estações 01, 06 e 07, dia 17/02 nas estações 02 e 03, dia 19/02 na estação 04 e no dia 28/02 nas estações 05 e 06 (Figuras 37 a 43)

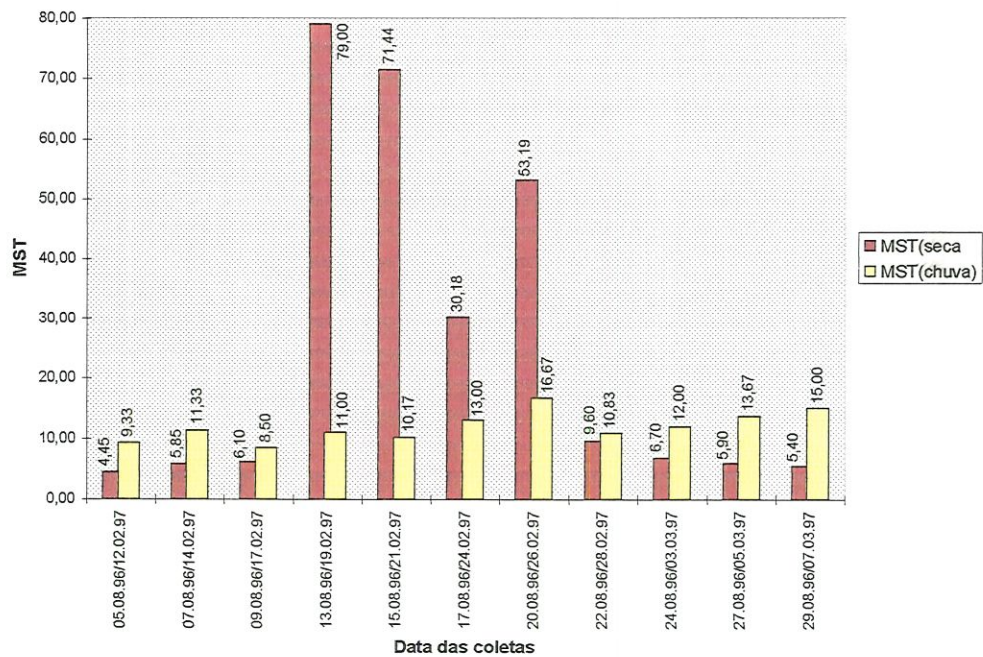




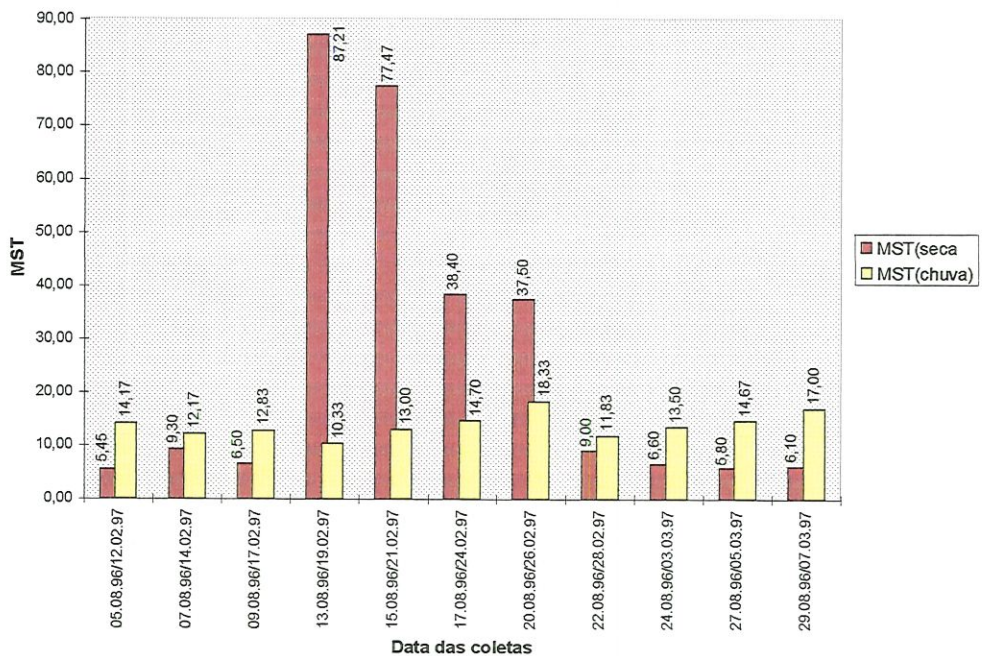
**Figura 37.** Variação temporal dos valores de materiais sólidos totais suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos seco e de chuva.



**Figura 38.** Variação temporal dos valores de materiais sólidos totais suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos seco e de chuva.

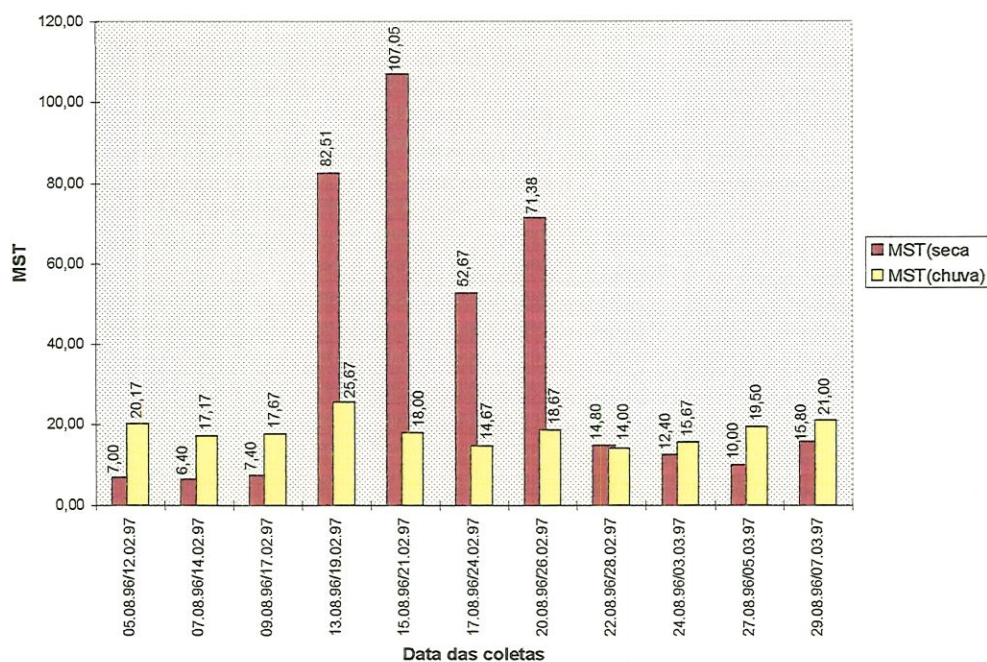


**Figura 39.** Variação temporal dos valores de materiais sólidos totais suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos seco e de chuva.

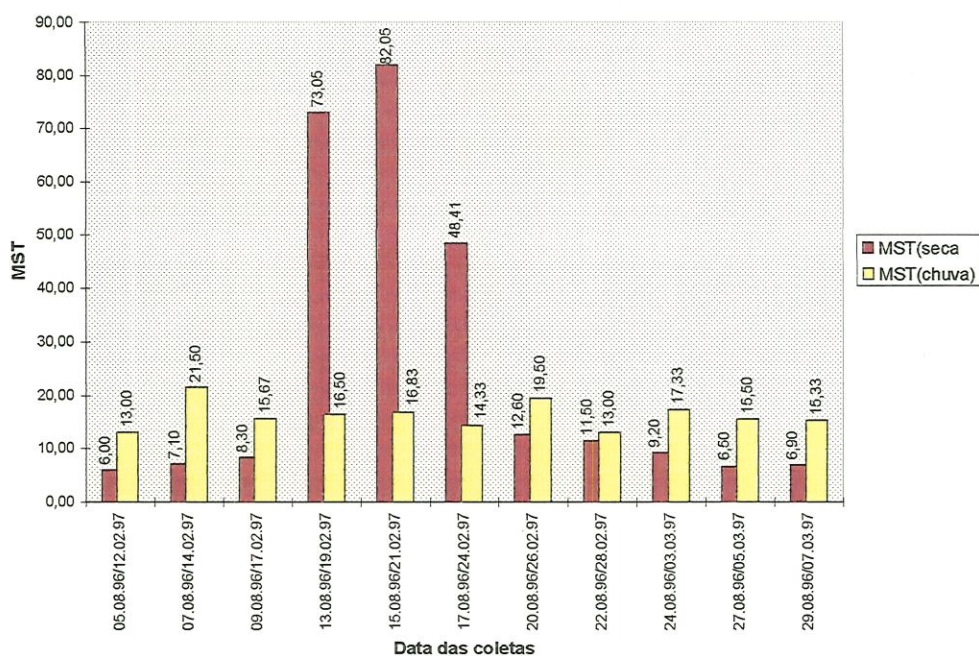


**Figura 40.** Variação temporal dos valores de materiais sólidos totais suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos seco e de chuva.



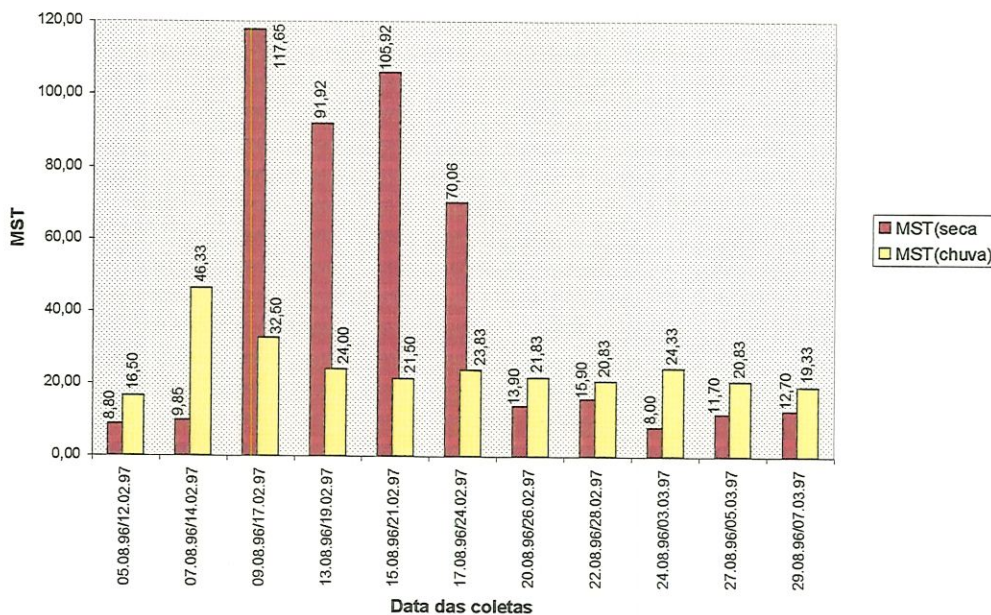


**Figura 41.** Variação temporal dos valores de materiais sólidos totais suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos seco e de chuva.



**Figura 42.** Variação temporal dos valores de materiais sólidos totais suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos seco e de chuva.

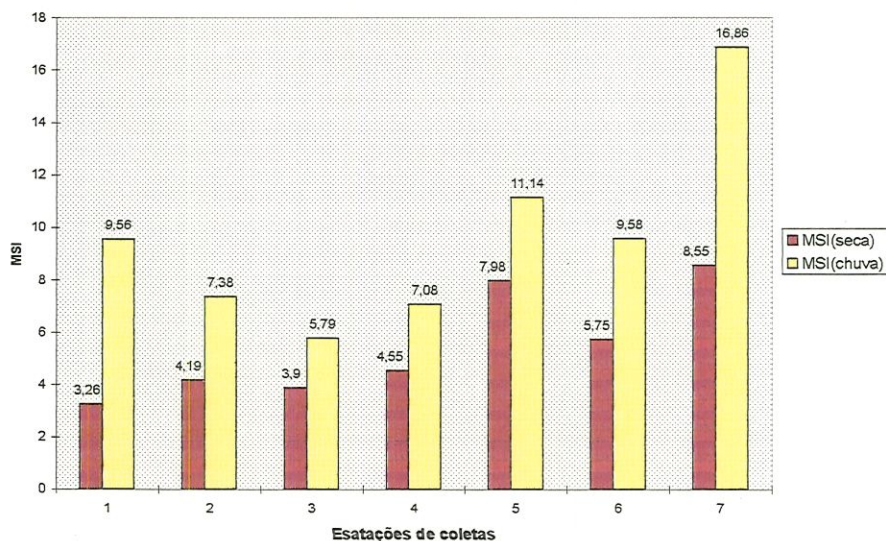




**Figura 43.** Variação temporal dos valores de materiais sólidos totais suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos seco e de chuva.

### 5.1.5. MATERIAIS SÓLIDOS INORGÂNICOS

Para os materiais sólidos inorgânicos suspensos, observou-se uma variação espacial de  $3,26 \text{ mg.L}^{-1}$  na estação 01 a  $8,55 \text{ mg.L}^{-1}$  na estação 07 no período seco e de  $5,79 \text{ mg.L}^{-1}$  na estação 03 a  $16,86 \text{ mg.L}^{-1}$  na estação 07 no período de chuva. Em todas as estações de coletas os valores de Sólidos Inorgânicos foram maiores no período de chuva (Figura 44)

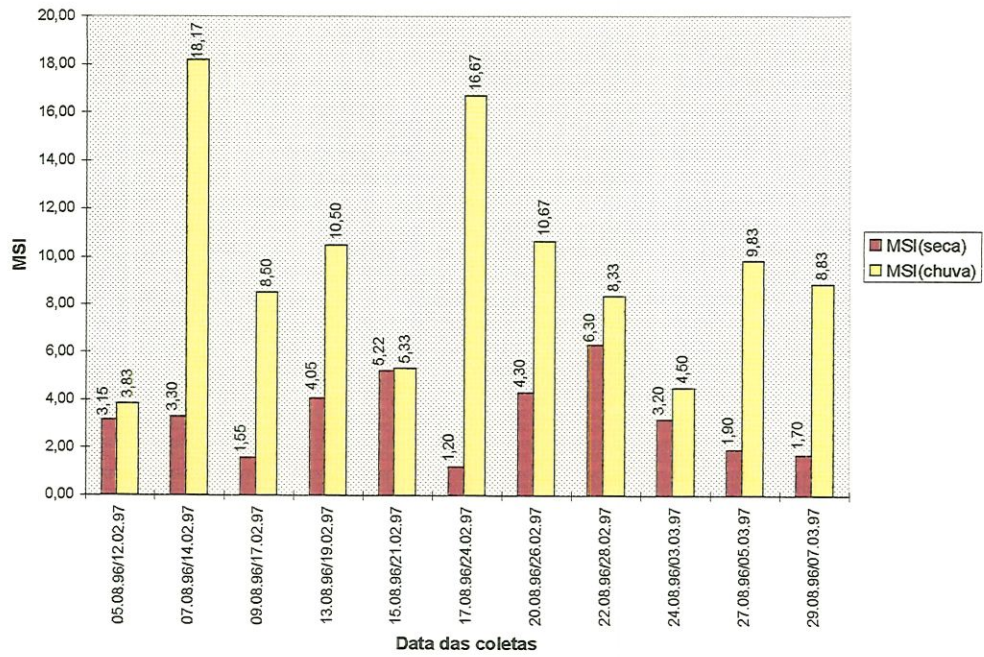


**Figura 44.** Variação espacial (valores médios) dos materiais sólidos inorgânicos suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), nas diferentes estações de coletas nos períodos de seca e chuva.

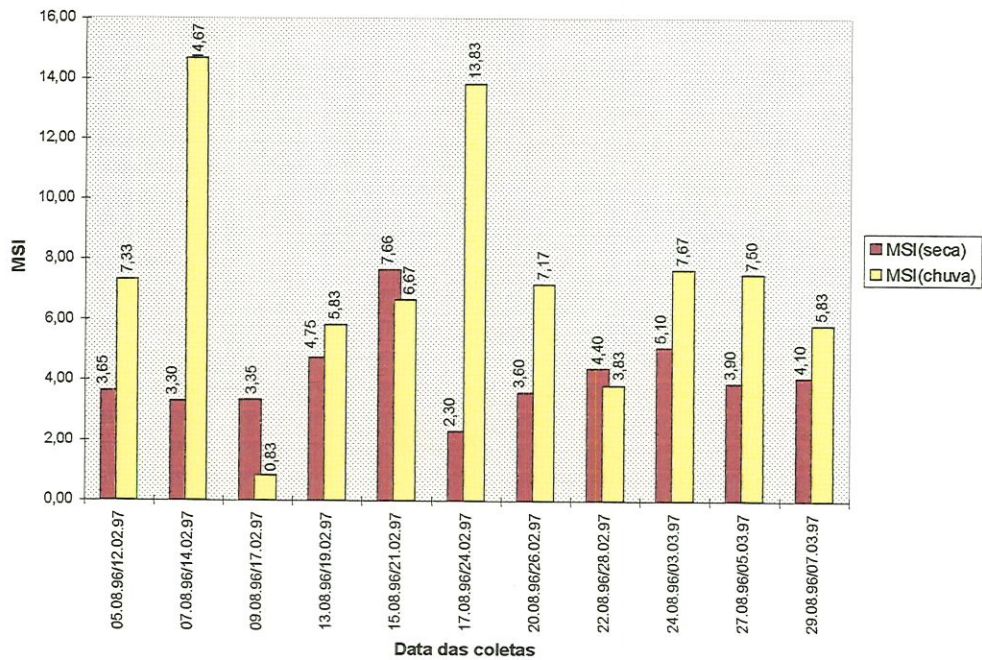
Para a variação temporal, dos materiais sólidos inorgânicos no período seco, observou-se maiores valores no dia 15/08 nas estações 02, 03, 04, 06 e 07, dia 20/08 na estação 05 e dia 22/08 na estação 01, e os menores valores no dia 05/08 na estação 06, dia 07/08 na estação 05, dia 17/08 nas estações 01, 02, 03 e 04, e no dia 24 na estação 07 (Figura 45 a 51).

No período de chuva os maiores valores para os sólidos inorgânicos foram observados no dia 14/02 nas estações 01, 02, 06 e 07, dia 19/02 na estação 05 e dia 26/02 nas estações 03 e 04 e os menores valores no dia 12/02 nas estações 01 e 07, dia 14/02 na estação 04, dia 17/02 na estação 02, dia 21/02 na estação 03, dia 24/02 na estação 05 e dia 05/03 na estação 06 (Figuras 45 a 51).



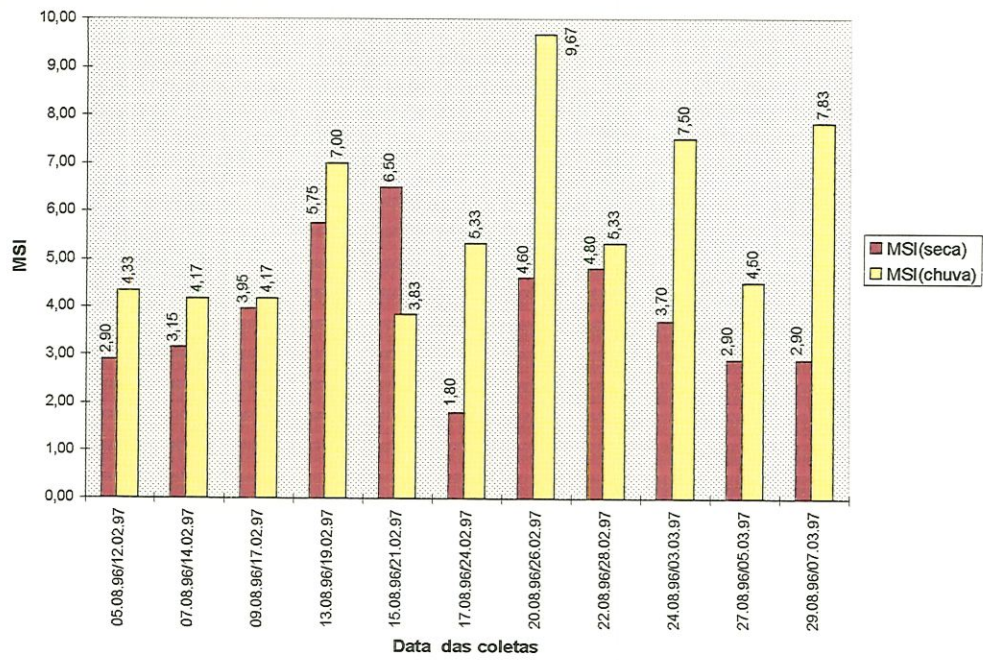


**Figura 45.** Variação espacial dos valores de materiais sólidos inorgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 01 nos períodos seco e de chuva.

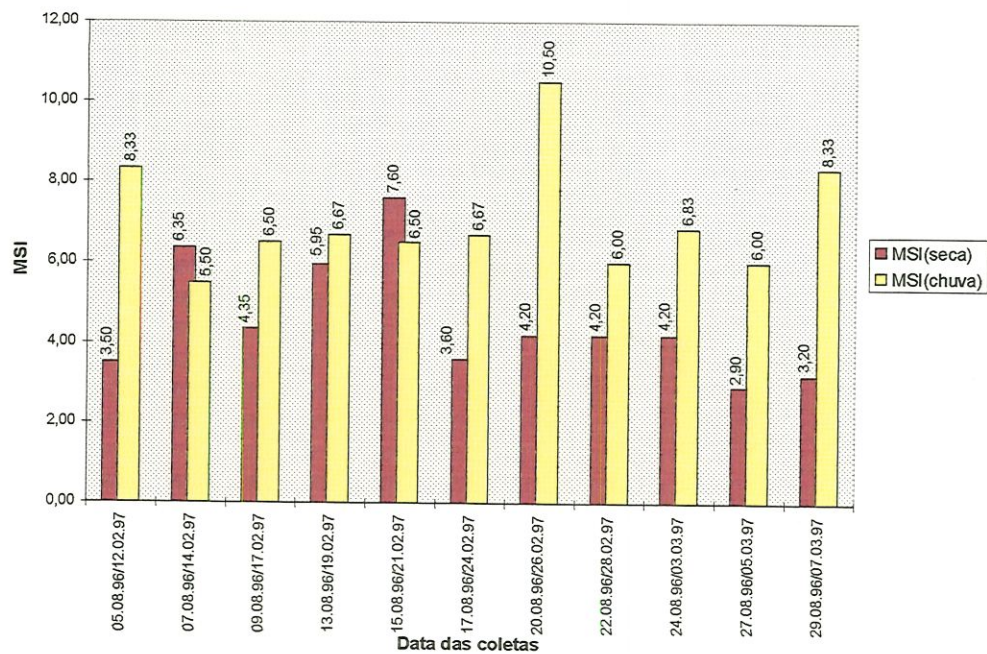


**Figura 46.** Variação espacial dos valores de materiais sólidos inorgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 02 nos períodos seco e de chuva.





**Figura 47.** Variação espacial dos valores de materiais sólidos inorgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 03 nos períodos seco e de chuva.



**Figura 48.** Variação espacial dos valores de materiais sólidos inorgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 04 nos períodos seco e de chuva.

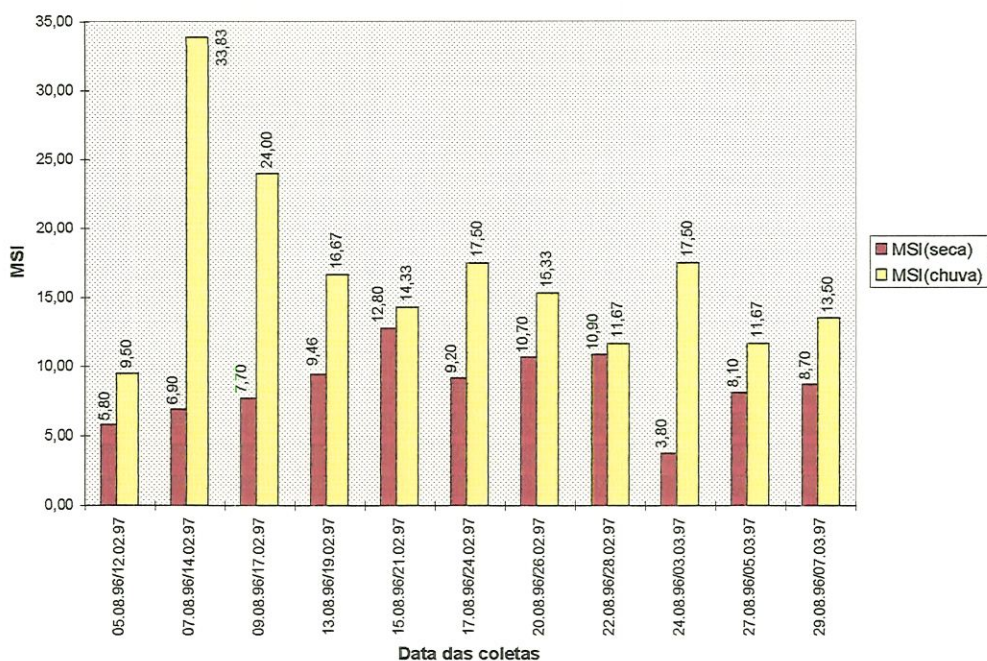


**Figura 49.** Variação espacial dos valores de materiais sólidos inorgânicos (mg.L<sup>-1</sup>) na estação 05 nos períodos seco e de chuva.



**Figura 50.** Variação espacial dos valores de materiais sólidos inorgânicos (mg.L<sup>-1</sup>) na estação 06 nos períodos seco e de chuva.



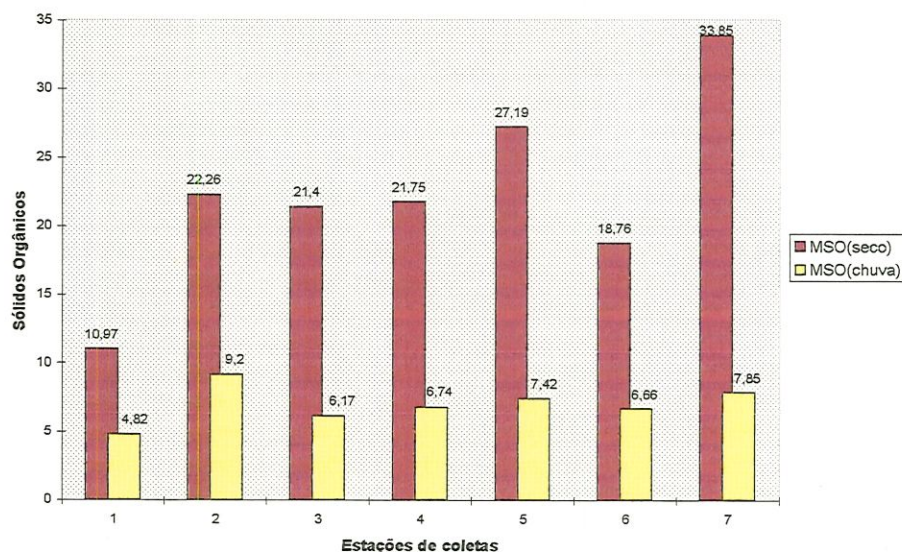


**Figura 51.** Variação espacial dos valores de materiais sólidos inorgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 07 nos períodos seco e de chuva.

### 5.1.6. MATERIAIS SÓLIDOS ORGÂNICOS

Para os materiais sólidos orgânicos suspensos, observou-se uma variação espacial de  $10,97 \text{ mg.L}^{-1}$  na estação 01 a  $33,85 \text{ mg.L}^{-1}$  na estação 07 no período seco e de  $4,62 \text{ mg.L}^{-1}$  na estação 01 a  $9,2 \text{ mg.L}^{-1}$  na estação 02 no período de chuva. Em todas as estações de coletas os valores de Sólidos Orgânicos foram maiores no período seco (Figura 52)

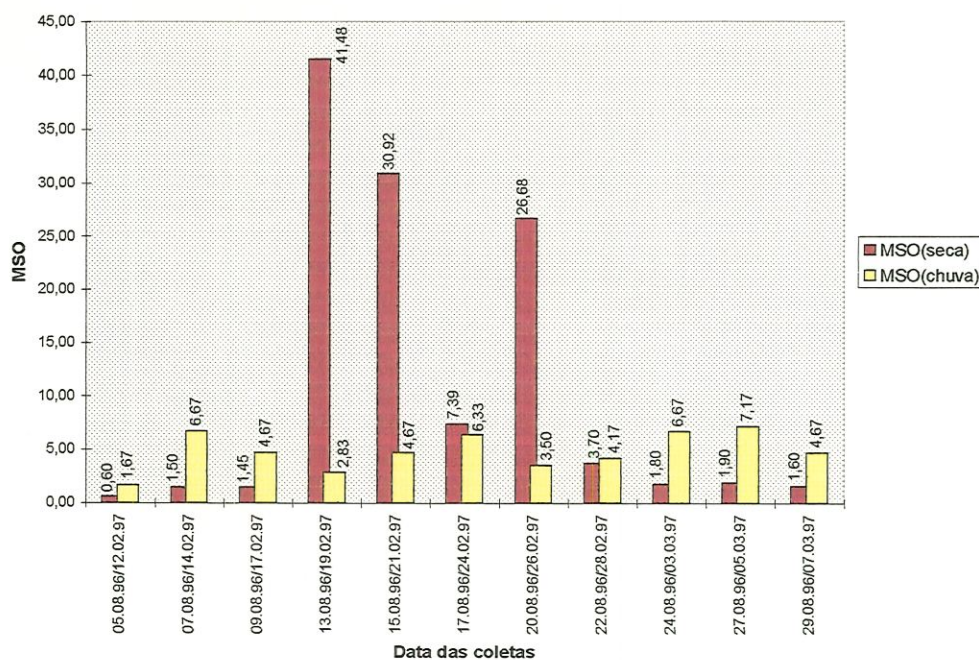




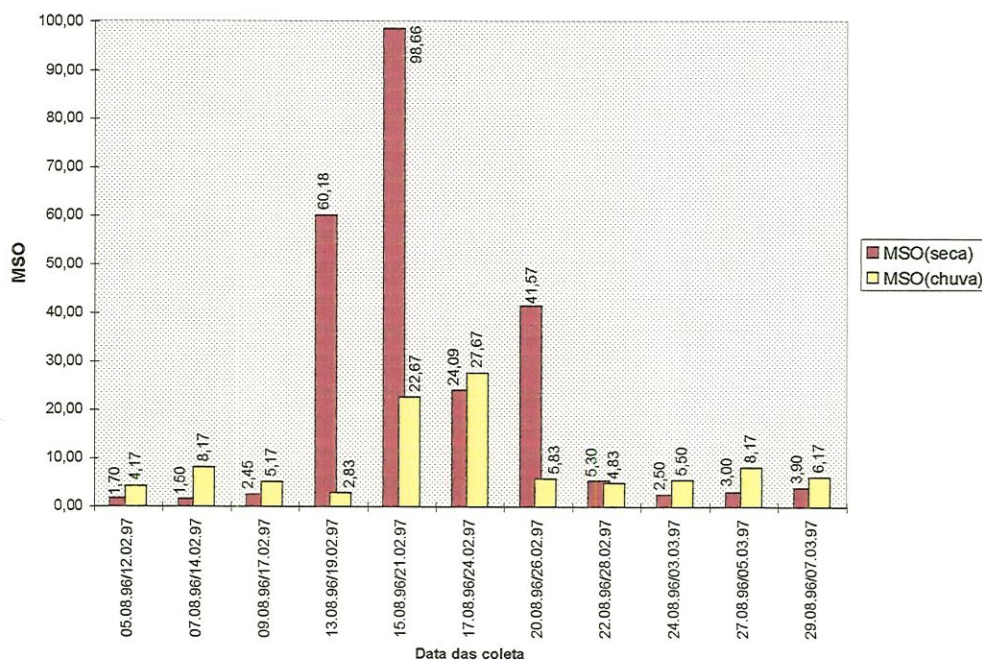
**Figura 52.** Variação espacial (valores médios) de materiais sólidos orgânicos suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), nas diferentes estações de coletas nos períodos seco e de chuva.

Para a variação temporal, no período seco, dos materiais sólidos inorgânicos suspensos observou-se os maiores valores no dia 13/08 nas estações 01, 03 e 04, e no dia 15/08 nas estações 02, 05, 06 e 07, e os menores valores no dia 05/08 nas estações 01, 03, 04, 05, 06 e 07, e no dia 07/08 na estação 02 (Figuras 53 a 59).

Para o período de chuva, os maiores valores de sólidos orgânicos foram observados no dia 14/02 na estação 07, dia 24/02 na estação 01, dia 26/08 na estação 04, e no dia 05/03 nas estações 01, 03, 05 e 06, e os menores valores no dia 12/02 na estação 01, dia 19/02 nas estações 02, 03 e 04, dia 21/02 na estação 05, dia 28/02 na estação 06 e dia 07/03 na estação 07 (Figuras 53 a 59)

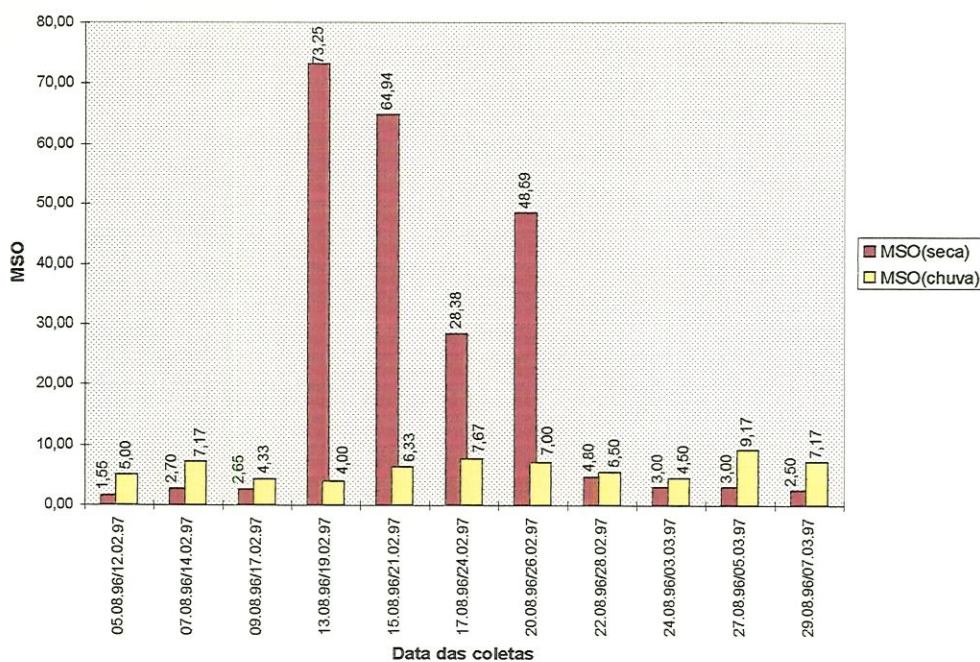


**Figura 53.** Variação temporal dos valores de materiais sólidos orgânicos suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos seco e de chuva.

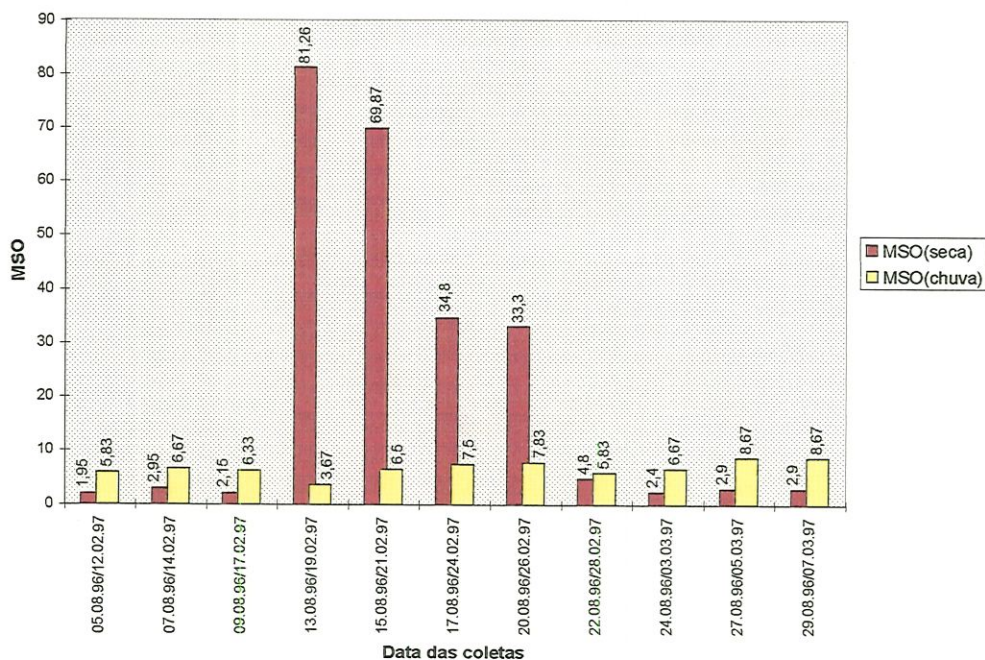


**Figura 54.** Variação temporal dos valores de materiais sólidos orgânicos suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos seco e de chuva.



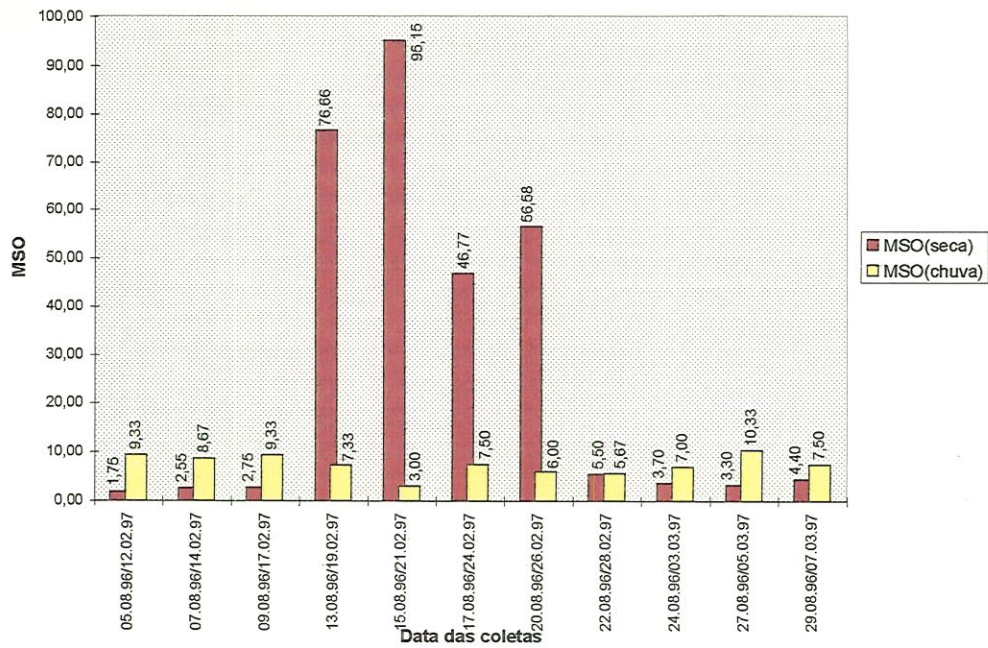


**Figura 55.** Variação temporal dos valores de materiais sólidos orgânicos suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos seco e de chuva.

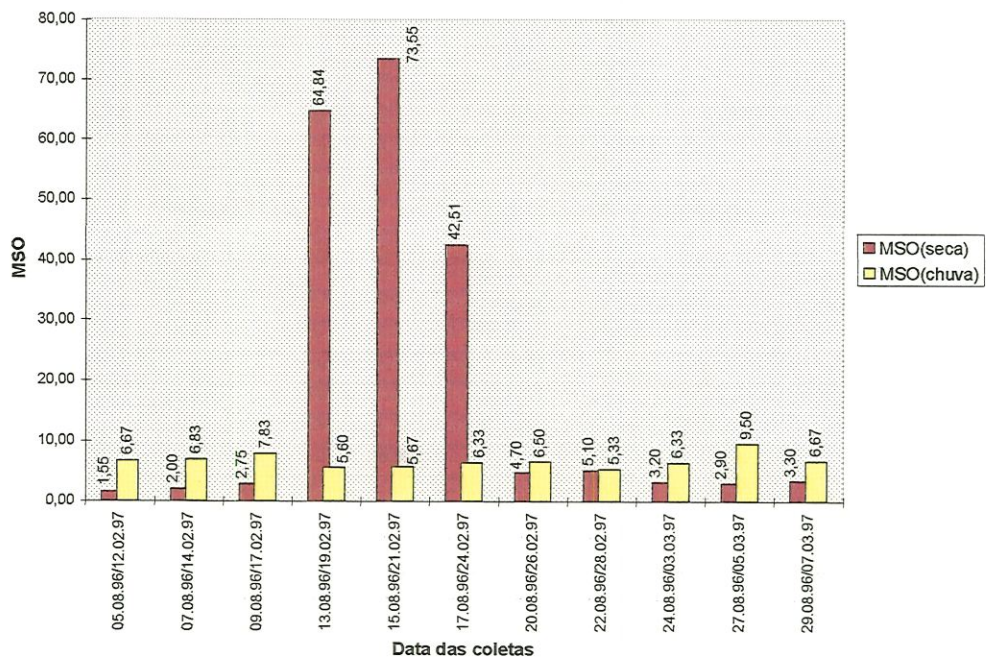


**Figura 56.** Variação temporal dos valores de materiais sólidos orgânicos suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos seco e de chuva.

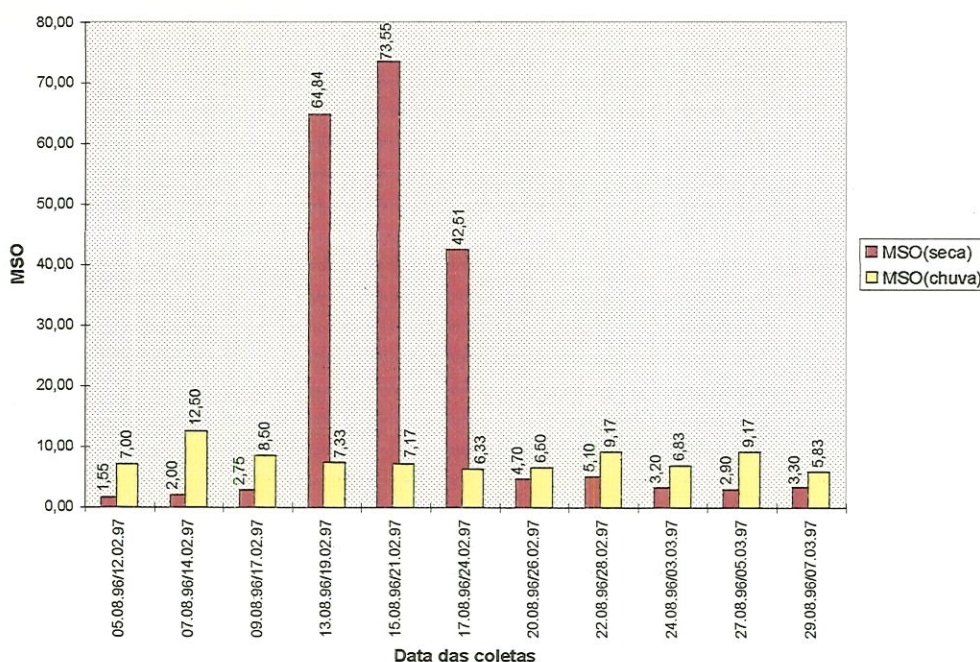




**Figura 57.** Variação temporal dos valores de materiais sólidos orgânicos suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos seco e de chuva.



**Figura 58.** Variação temporal dos valores de materiais sólidos orgânicos suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos seco e de chuva.



**Figura 59.** Variação temporal dos valores de materiais sólidos orgânicos suspensos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos seco e de chuva.

### 5.1.7. TURBIDEZ:

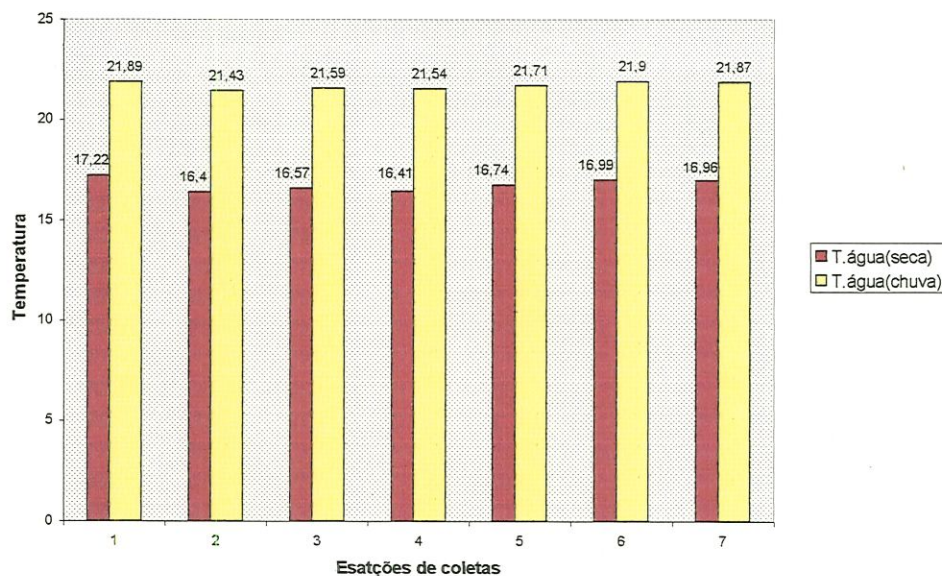
Os valores de Turbidez não serão considerados neste trabalho devido o resultado das medidas feitas através do HORIBA U10 terem sido consideradas incorretas, no entanto eles são mostrados nas Tabelas 2 e 3

### 5.1.8. TEMPERATURA DA ÁGUA

Para a temperatura da água observou-se uma variação espacial de  $16,4^{\circ}\text{C}$  na estação 02 a  $17,22^{\circ}\text{C}$  na estação 01 no período seco e de  $21,43^{\circ}\text{C}$  na estação 02 a  $21,9^{\circ}\text{C}$  na estação 06 com uma amplitude de  $5,5^{\circ}\text{C}$  entre os



períodos. Observou-se uma temperatura maior em todas as estações no período de chuva (Figura 60).

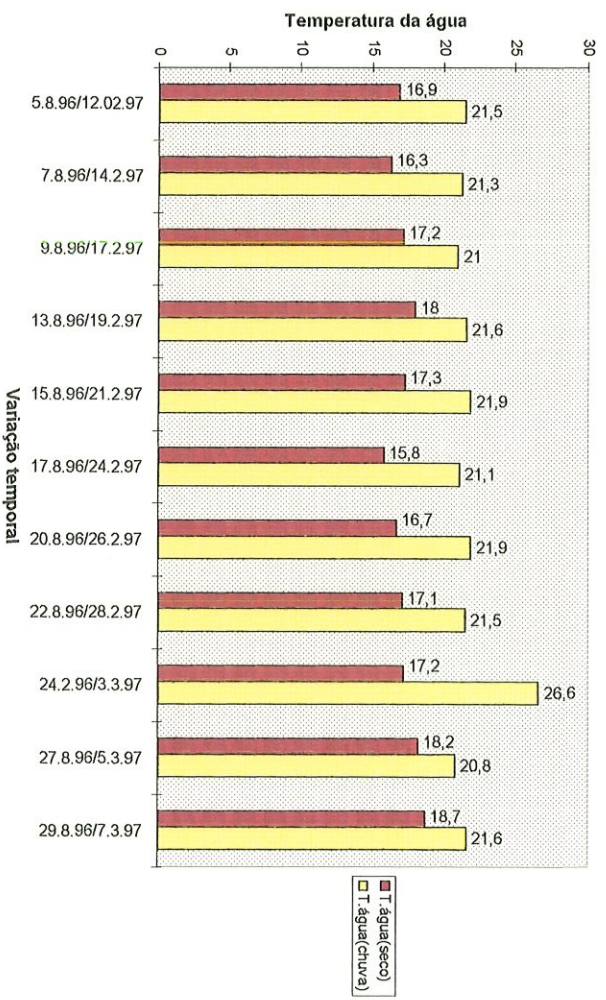


**Figura 60.** Variação espacial (valores médios) da temperatura da água (°C) nas diferentes estações de coletas, nos períodos de seca e chuva.

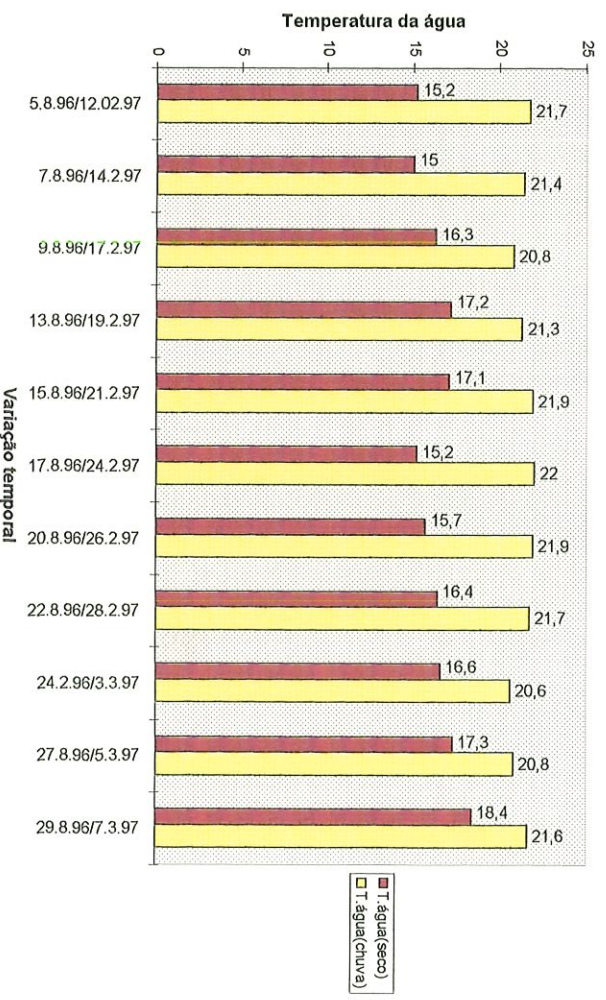
Para a variação temporal da temperatura da água no período seco observou-se maiores valores no dia 29/08 em todas as estações de coletas, e os menores valores no dia 05/08 na estação 06, dia 07/08 nas estações 02, 03, 04, 05, 06 e 07, e dia 17/08 na estação 01 (Figuras 61 a 67).

No período de chuva os maiores valores foram observados no dia 21/02 na estação 02, dia 24/02 nas estações 01, 03, 04, 05, 06 e 07, e no dia 26/02 nas estações 02 e 03 e os menores valores nos dias 12/02 na estação 07, dia 03/03 nas estações 02, 03, 04, 05, 06 e 07, e no dia 05/03 na estação 01 (Figuras 61 a 67).





**Figura 61.** Variação temporal da temperatura da água (°C) na estação 01, nos períodos de seca e chuva.



**Figura 62.** Variação temporal da temperatura da água (°C) na estação 02, nos períodos de seca e chuva.

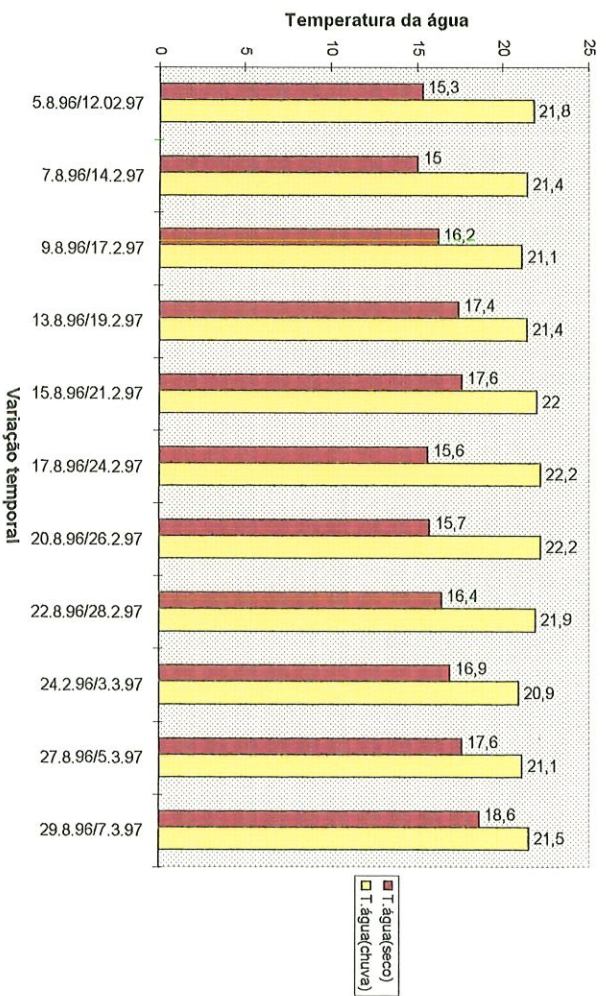


Figura 63. Variação temporal da temperatura da água (°C) na estação 03, nos períodos de seca e chuva.

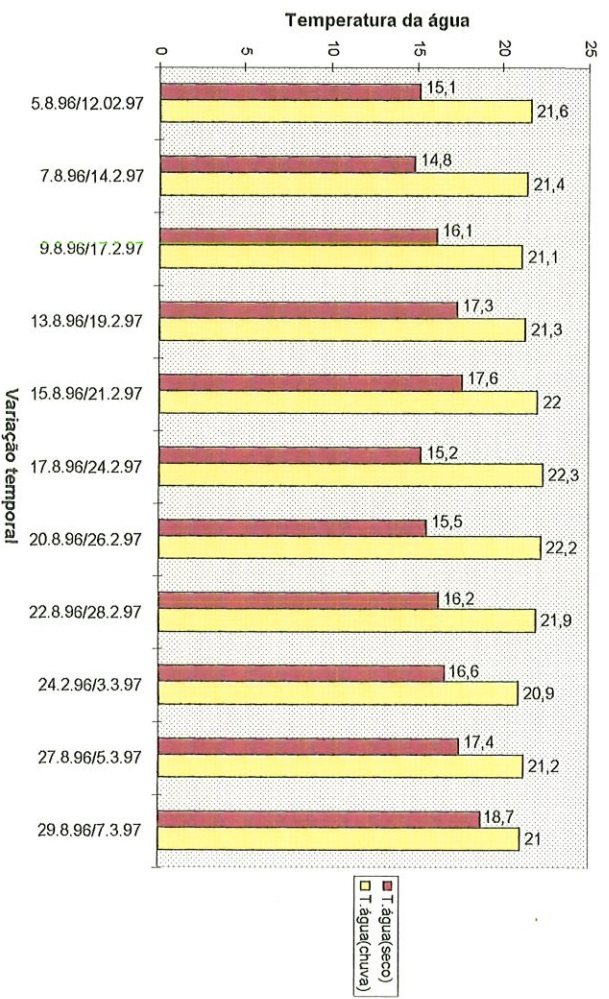
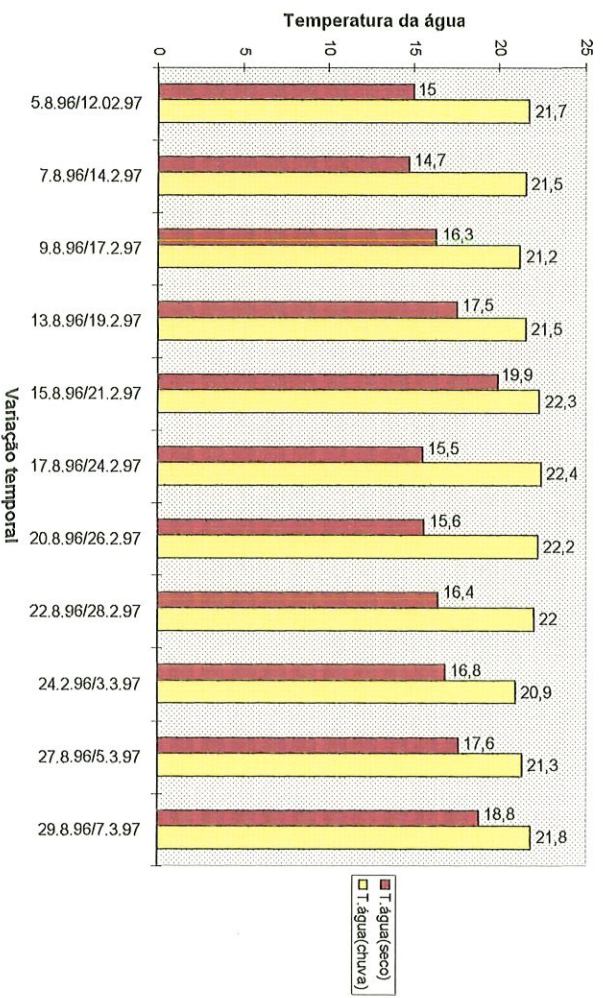
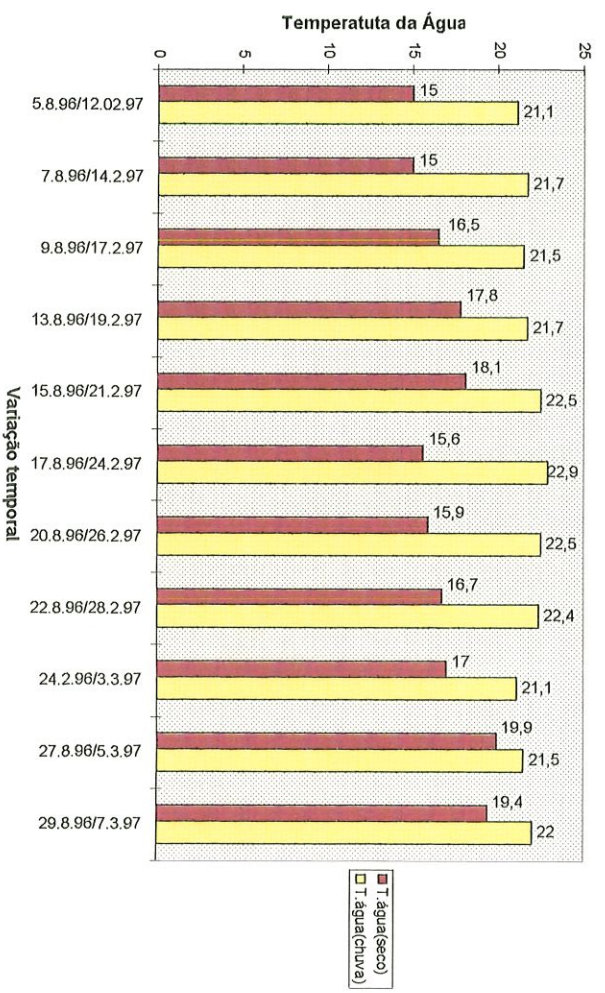


Figura 64. Variação temporal da temperatura da água (°C) na estação 04, nos períodos de seca e chuva.



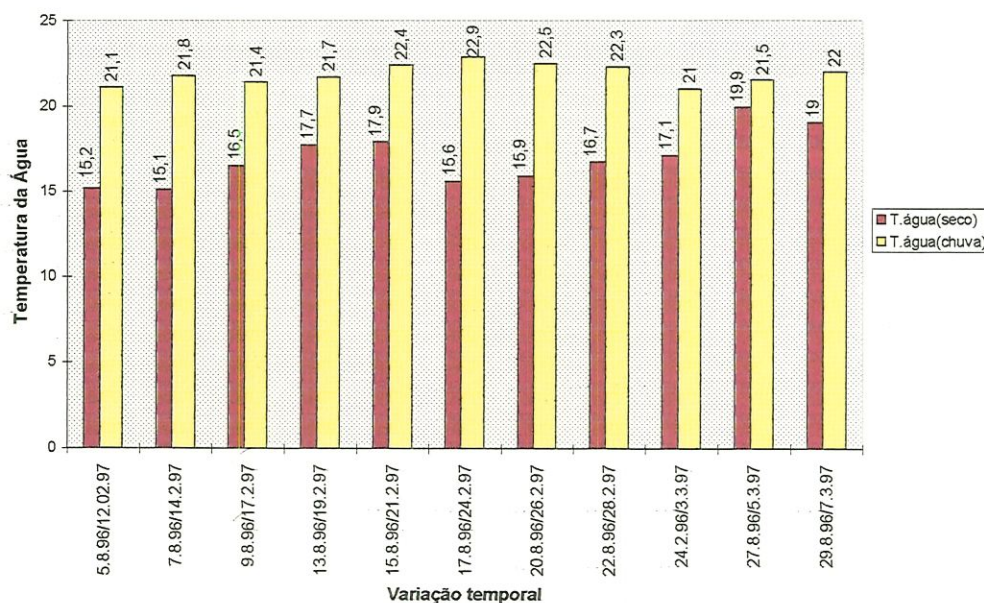


**Figura 65.** Variação temporal da temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ) na estação 05, nos períodos de seca e chuva.



**Figura 66.** Variação temporal da temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ) na estação 06, nos períodos de seca e chuva.



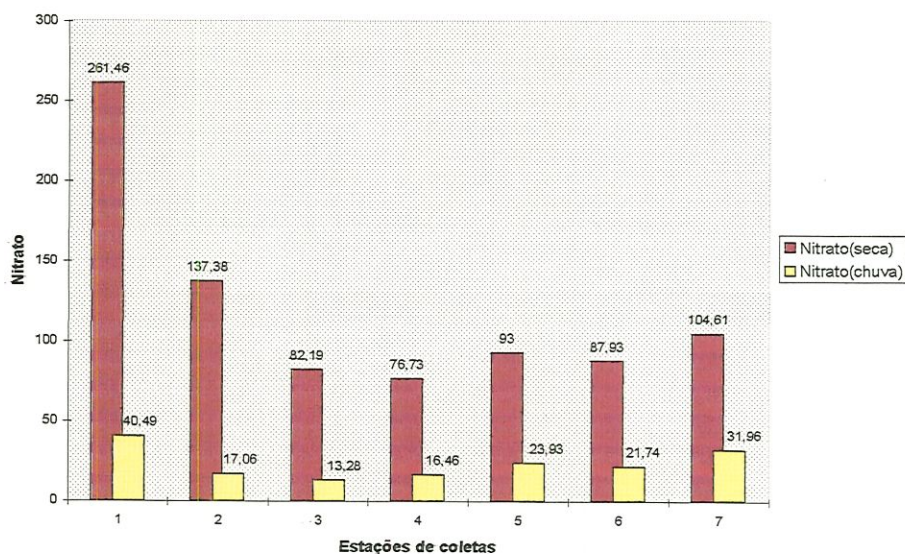


**Figura 67.** Variação temporal da temperatura da água (°C) na estação 07, nos períodos de seca e chuva.

### 5.1.9. NUTRIENTES:

#### 5.1.9.1. NITRATO

Para as concentrações de nitrato observou-se uma variação espacial de  $76,73 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 04 a  $261,46 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 01 no período seco e de  $13,26 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 03 a  $40,49 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 01 no período de chuva. Em todas as estações de coletas as concentrações de Nitrato foram maiores no período seco (Figura 68)



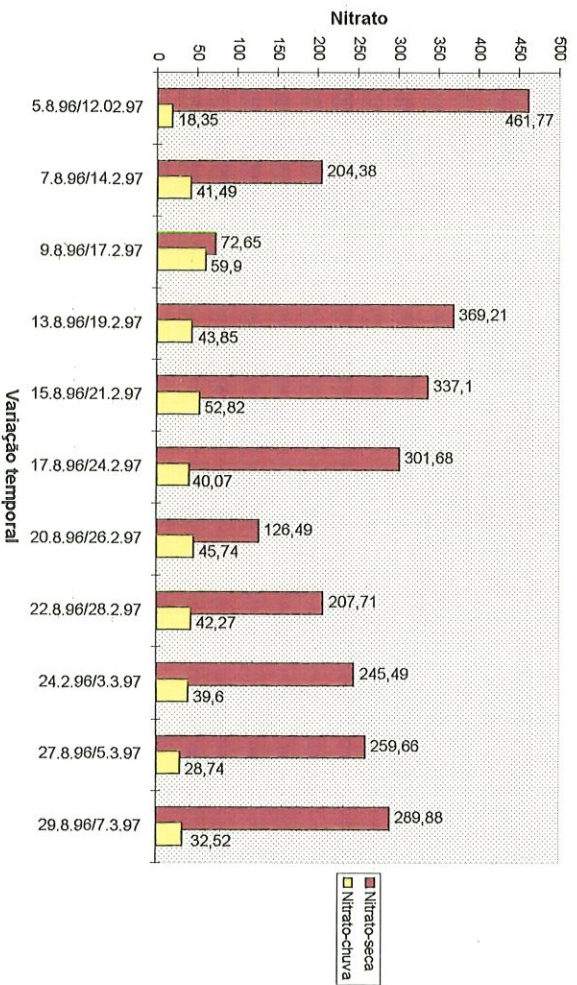
**Figura 68.** Variação espacial dos teores de nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) nas diferentes estações de coletas, nos períodos de seca e chuva.

Para a variação temporal do nitrato, no período de seca, observou-se maiores concentrações no dia 05/08 nas estações 01, 06 e 07 e dia 13/08 nas estações 02, 03, 04 e 05, e as menores concentrações no dia 07/08 nas estações 05 e 06, dia 09/08 nas estações 01 e 04, dia 24/08 na estação 02, e dia 29/08 nas estações 03 e 07 (Figuras 69 a 75).

No período de chuva as maiores concentrações foram observadas no dia 14/02 nas estações 02 e 04, dia 17/02 na estação 01 e dia 21/02 nas estações 03, 05, 06 e 07, e as menores concentrações no dia 12/02 na estação 01, 24/02 nas estações 03, 05, 06 e 07, e no dia 07/03 nas estações 03 e 06 (Figuras 69 a 75).



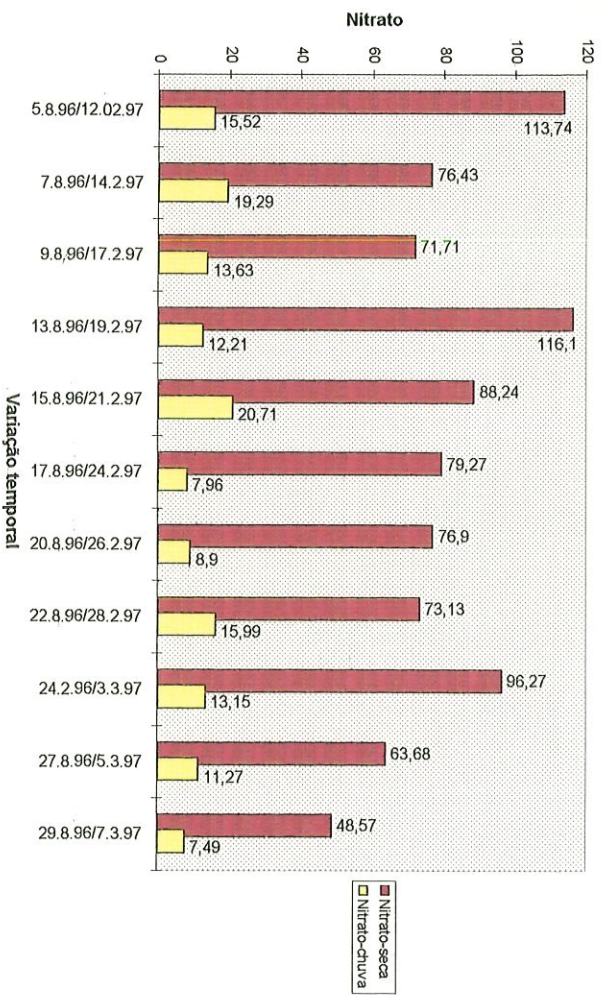
**Figura 69.** Variação temporal dos teores de nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos de seca e chuva.



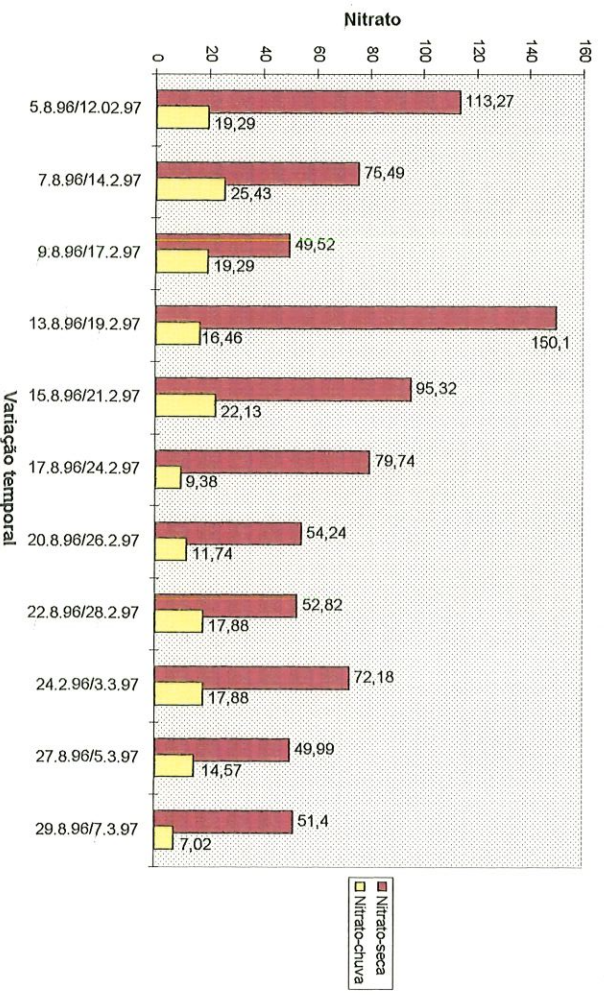
**Figura 70.** Variação temporal dos teores de nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos de seca e chuva.



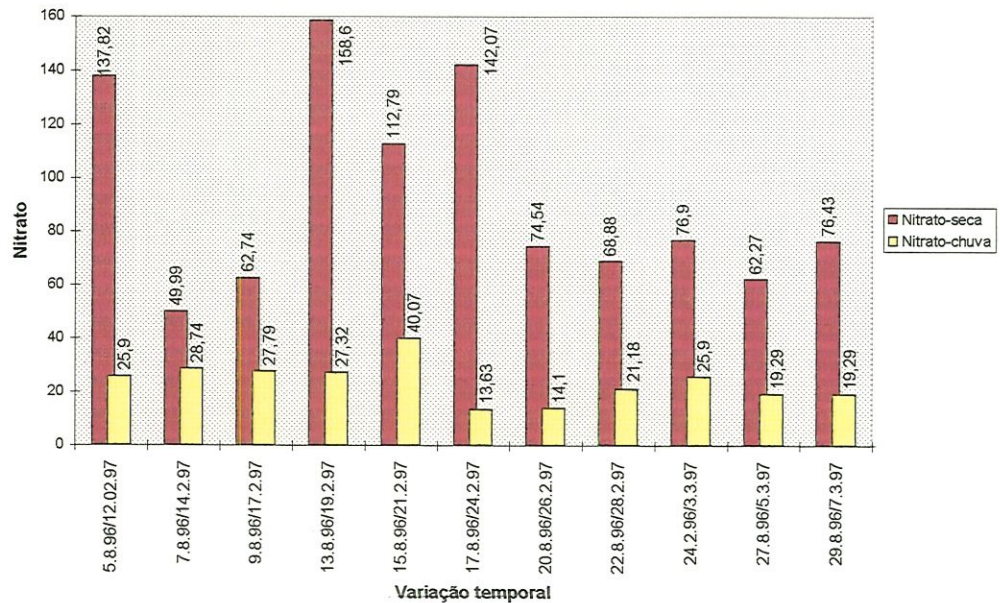




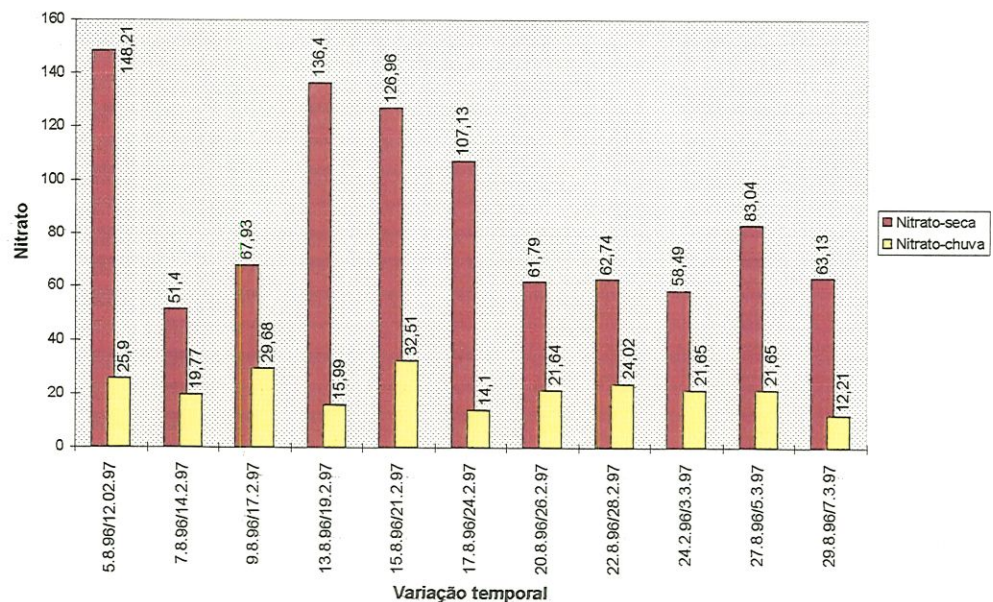
**Figura 71.** Variação temporal dos teores de nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos de seca e chuva.



**Figura 72.** Variação temporal dos teores de nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos de seca e chuva.

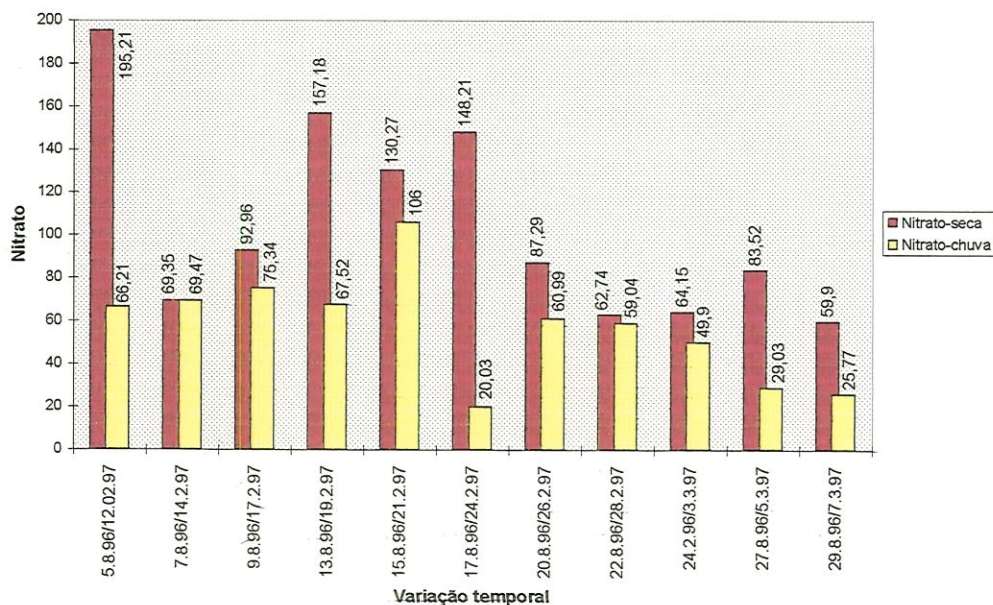


**Figura 73.** Variação temporal dos teores de nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos de seca e chuva.



**Figura 74.** Variação temporal dos teores de nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos de seca e chuva.



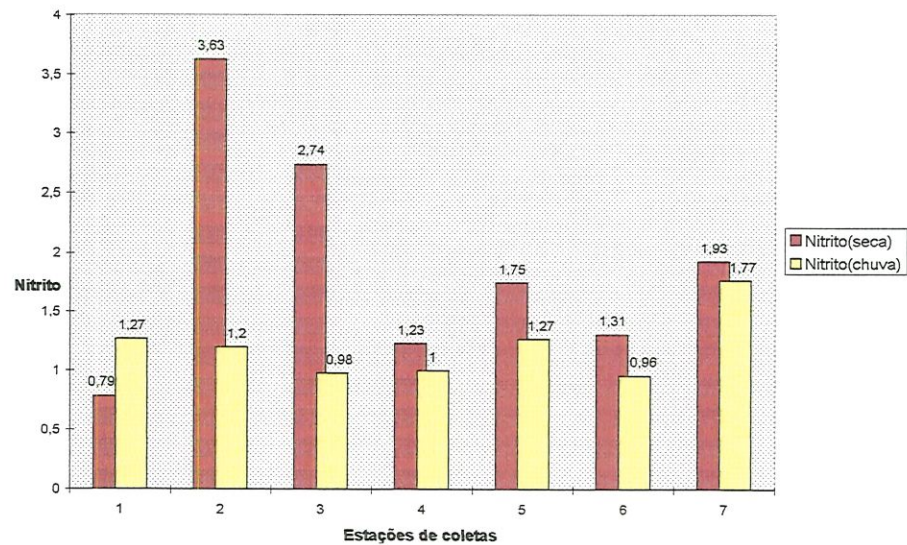


**Figura 75.** Variação temporal dos teores de nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos de seca e chuva.

### 5.1.9.2. NITRITO

Para as concentrações de nitrito observou-se uma variação espacial de  $0,79 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 01 a  $3,63 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 02 no período seco e de  $0,96 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 06 a  $1,77 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 07 no período de chuva. Pode-se observar que as concentrações de nitrito foram maiores no período seco com exceção da estação 01 que apresentou concentrações maiores no período de chuva (Figura 76).

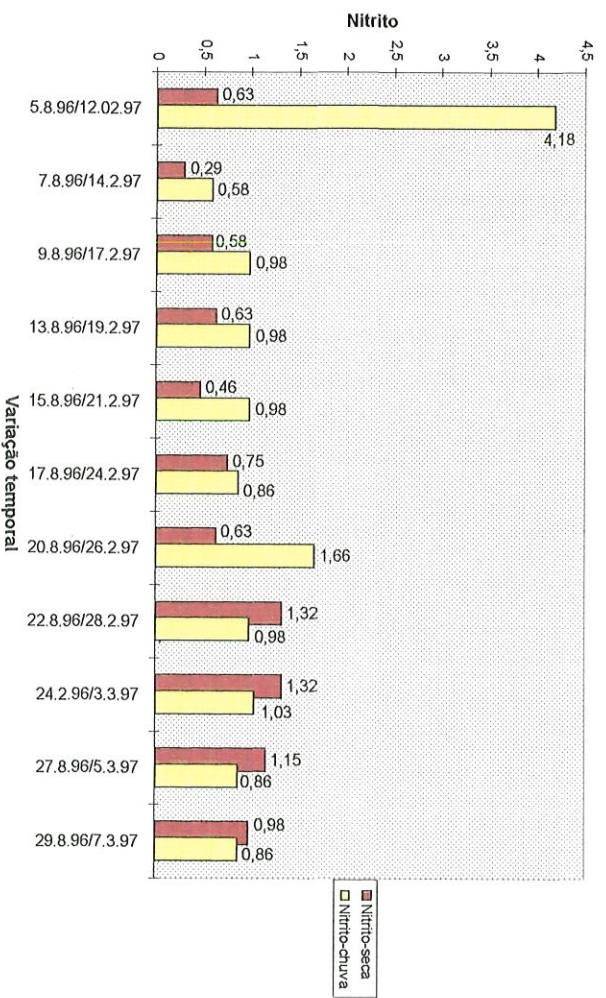




**Figura 76:** Variação espacial (valores médios) dos teores de Nitrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) nas diversas estações de coletas, nos períodos de seca e chuva.

Para a variação temporal, no período seco, da concentração de nitrito observou-se maiores valores no dia 07/08 na estação 06, dia 09/08 na estação 03, dia 13/08 nas estações 04 e 06, dia 20/08 na estação 02, dias 22 e 24/08 na estação 01 e dia 24/08 na estação 05, e os menores valores no dia 07/08 nas estações 01 e 05, dia 09/08 nas estações 04 e 06, dia 15/08 na estação 07, dia 17/08 na estação 03, e dia 22/08 na estação 02 (Figuras 77 a 83).

No período de chuva, os maiores valores foram observados no dia 12/02 nas estações 01,03, 04, 05, 06 e 07, e no dia 24/02 na estação 02, e os menores valores no dia 14/02 em todas as estações de coletas (Figuras 77 a 83).

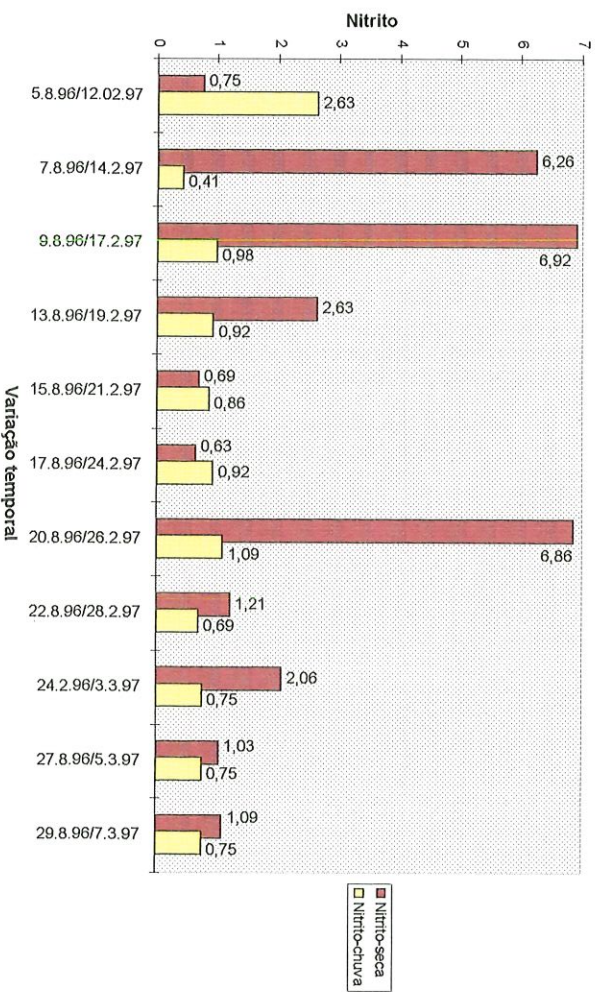


**Figura 77.** Variação temporal dos teores de nitrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos de seca e chuva.

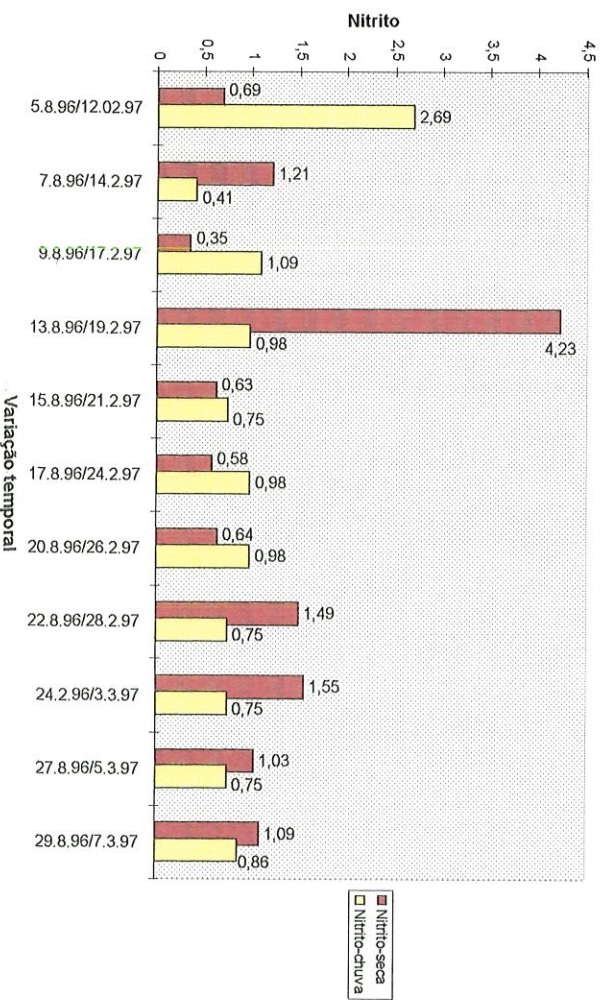


**Figura 78.** Variação temporal dos teores de nitrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos de seca e chuva.



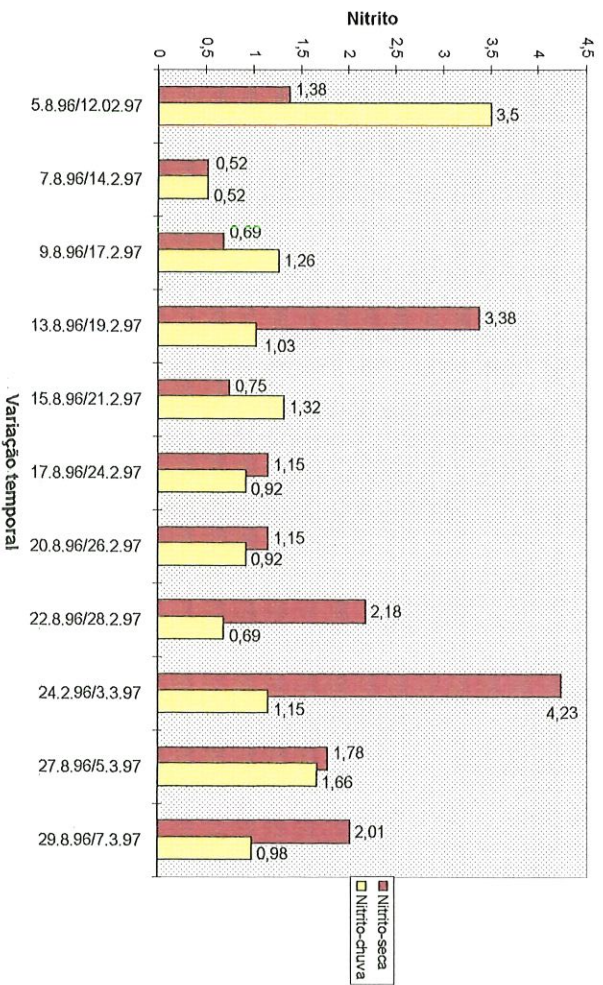


**Figura 79.** Variação temporal dos teores de nitrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos de seca e chuva.

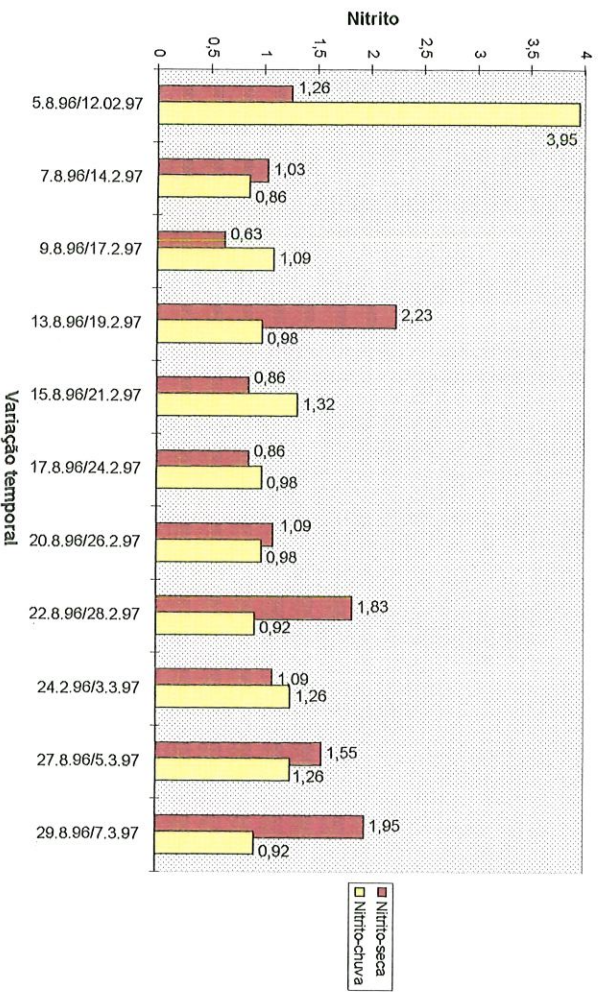


**Figura 80.** Variação temporal dos teores de nitrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos de seca e chuva.

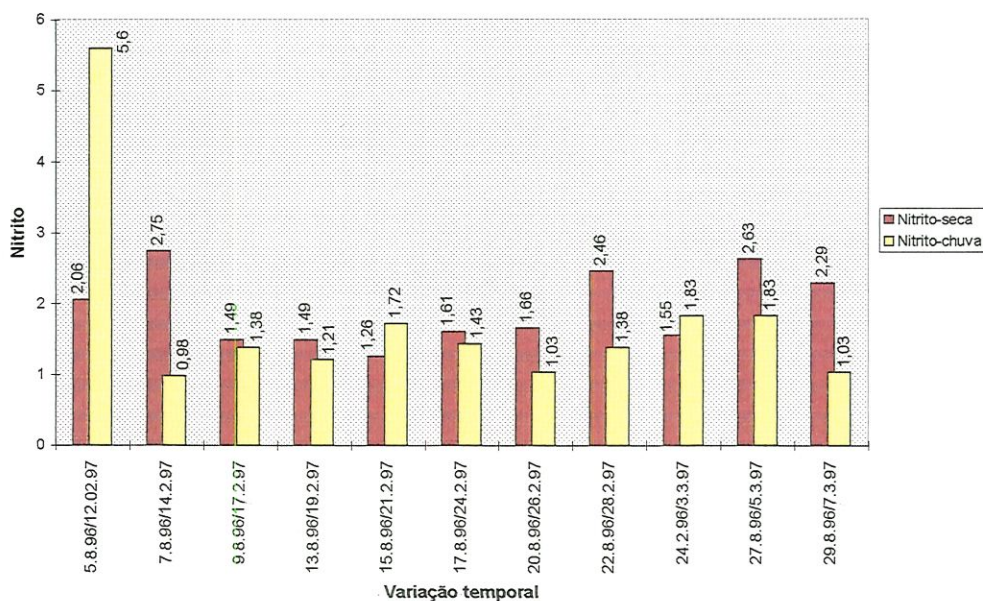




**Figura 81.** Variação temporal dos teores de Nítrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos de seca e chuva.



**Figura 82.** Variação temporal dos teores de Nítrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos de seca e chuva.

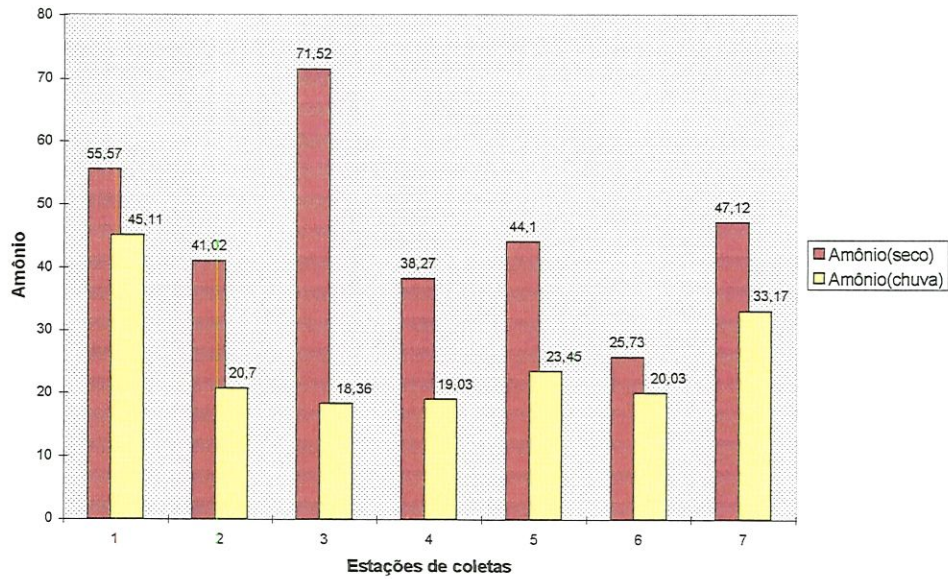


**Figura 83.** Variação temporal dos teores de Nitrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos de seca e chuva.

### 5.1.9.3. AMÔNIO

Para as concentrações de amônio observou-se uma variação espacial de  $25,73\mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 06 a  $71,52\mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 03 no período seco e de  $18,36\mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 03 a  $45,11\mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 01 no período de chuva. Em todas as estações de coletas os teores de amônio foram mais elevados no período de seca (Figura 84)



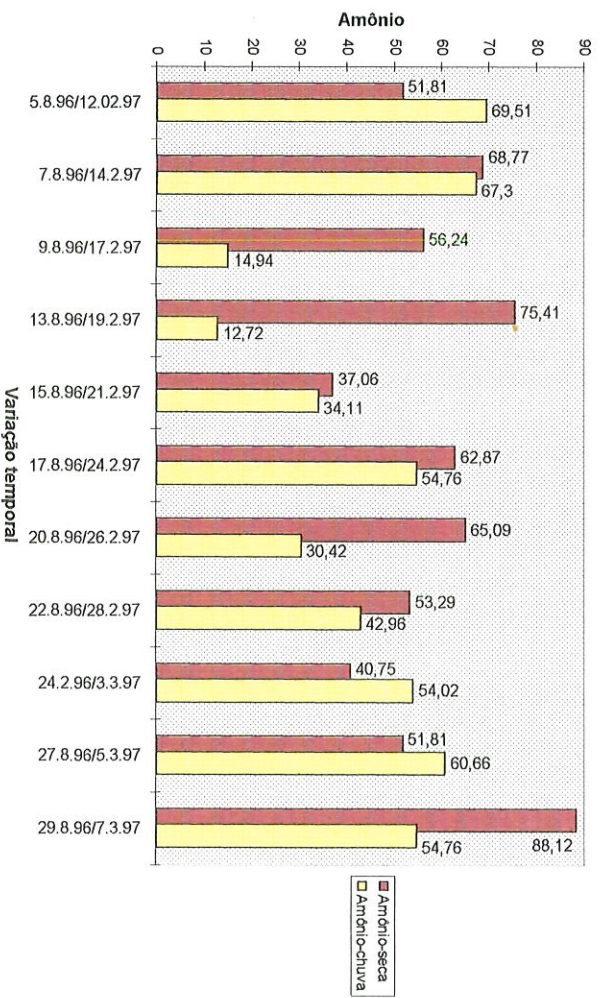


**Figura 84.** Variação espacial (valores médios) dos teores de Amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) nas diferentes estações de coletas, nos períodos de seca e chuva.

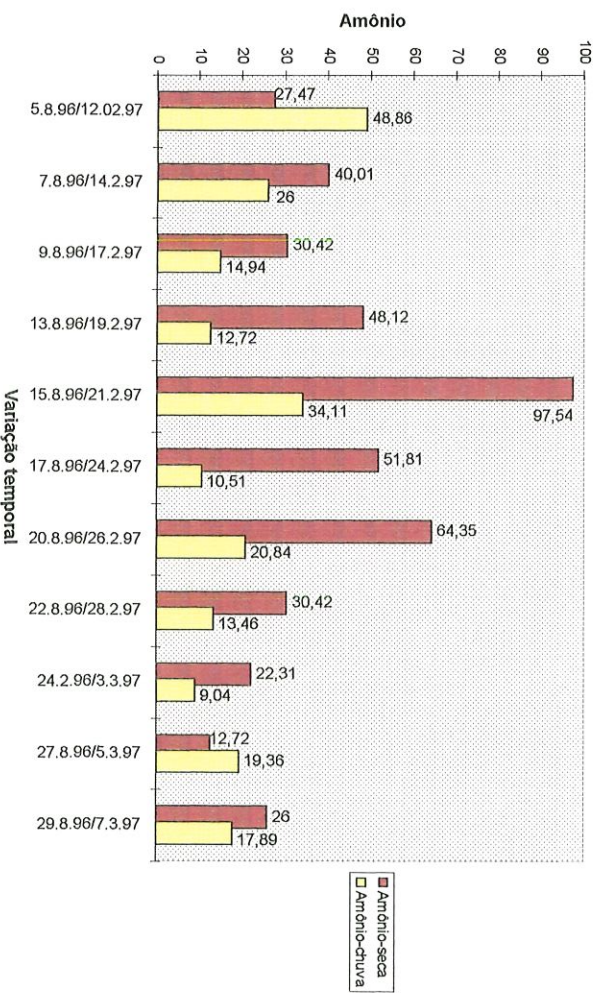
Para a variação temporal no período seco dos teores de amônio, observou-se maiores valores no dia 05/08 na estação 07, dia 13/08 nas estações 04, 05 e 06, dia 20/08 na estação 03 e dia 29/08 na estação 01, e os menores valores nos dias 05 e 29/08 na estação 03, dia 07/08 na estação 05, dia 15/08 na estação 01, dia 24/08 nas estações 06 e 07, e dia 27/08 nas estações 02 e 04 (Figuras 85 a 91).

No período de chuva os maiores valores foram observados no dia 12/02 nas estações 01, 02, 03, 04, 05 e 06, e no dia 26/02 na estação 07, e os menores valores no dia 19/02 na estação 01, 24/02 nas estações 03, 04 e 05, dia 03/03 na estação 02 e dia 07/03 nas estações 06 e 07 (Figura 85 a 91).

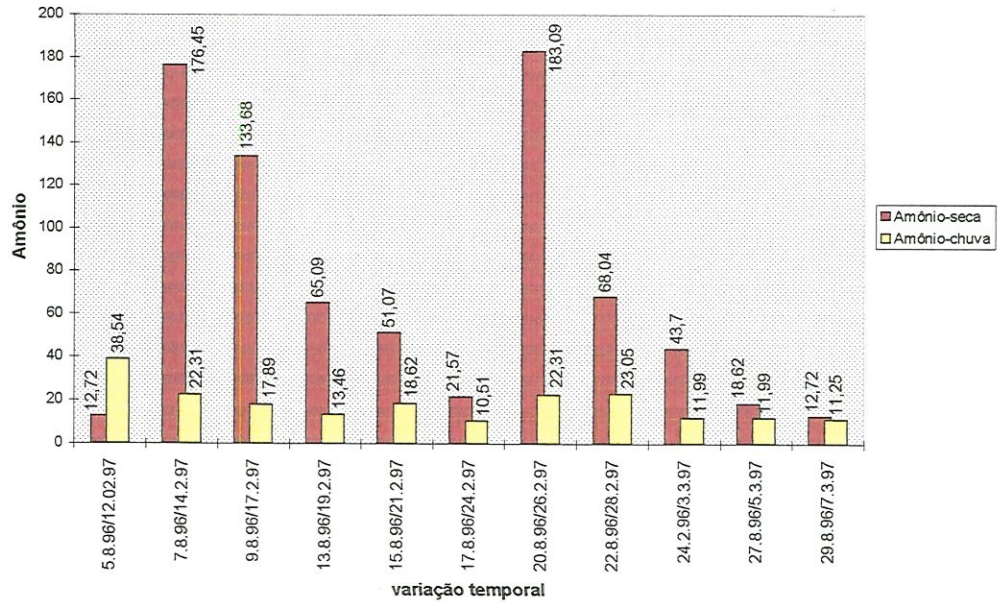




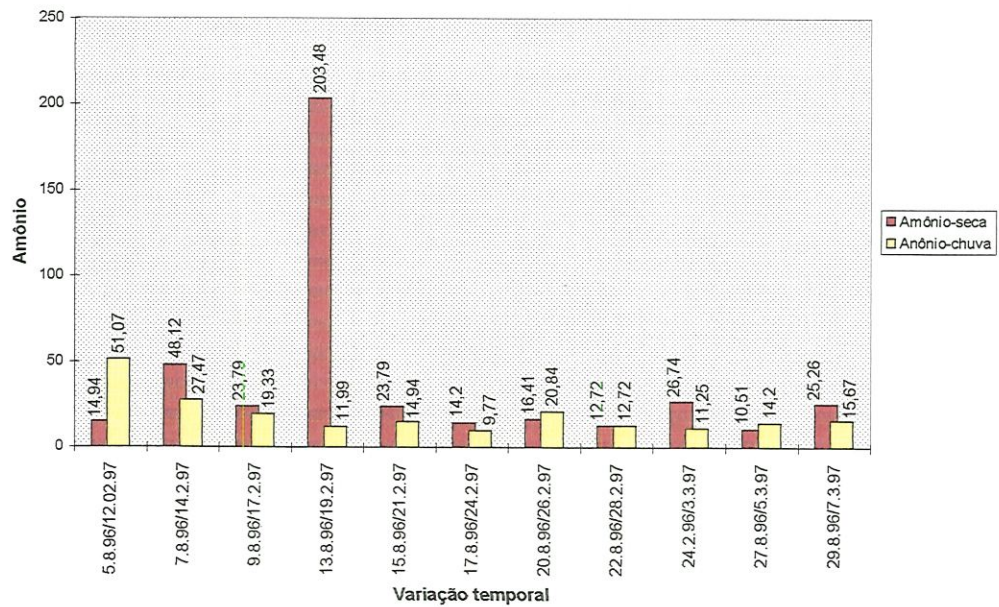
**Figura 85.** Variação espacial dos teores de amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos de seca e chuva.



**Figura 86.** Variação espacial dos teores de amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos de seca e chuva.

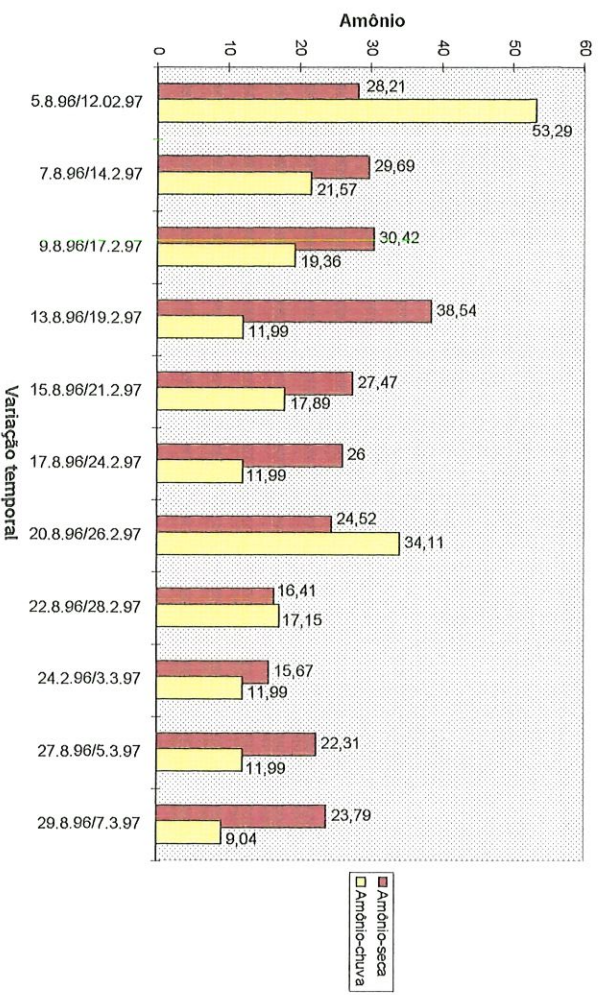
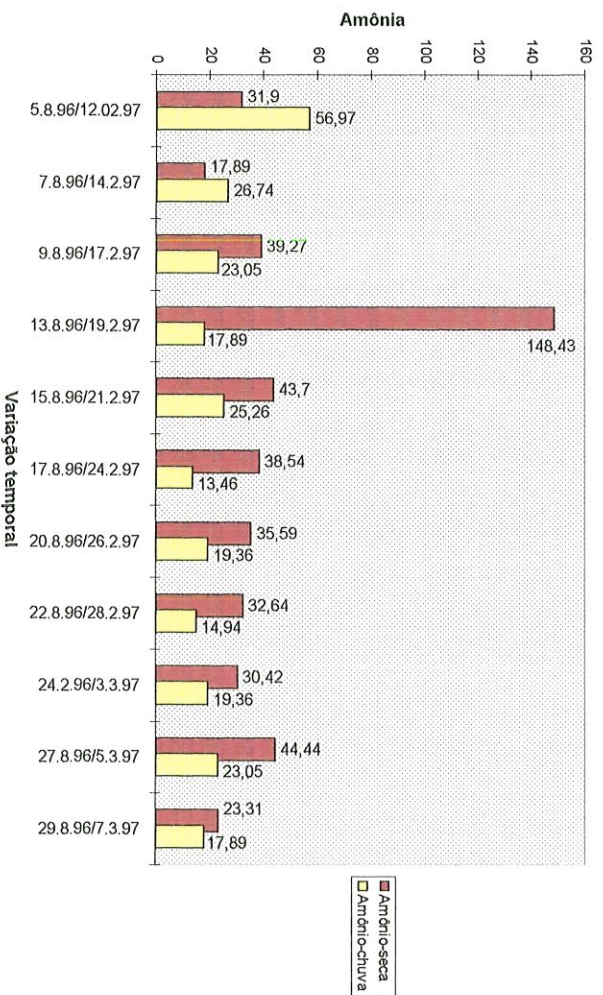


**Figura 87.** Variação espacial dos teores de amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos de seca e chuva.

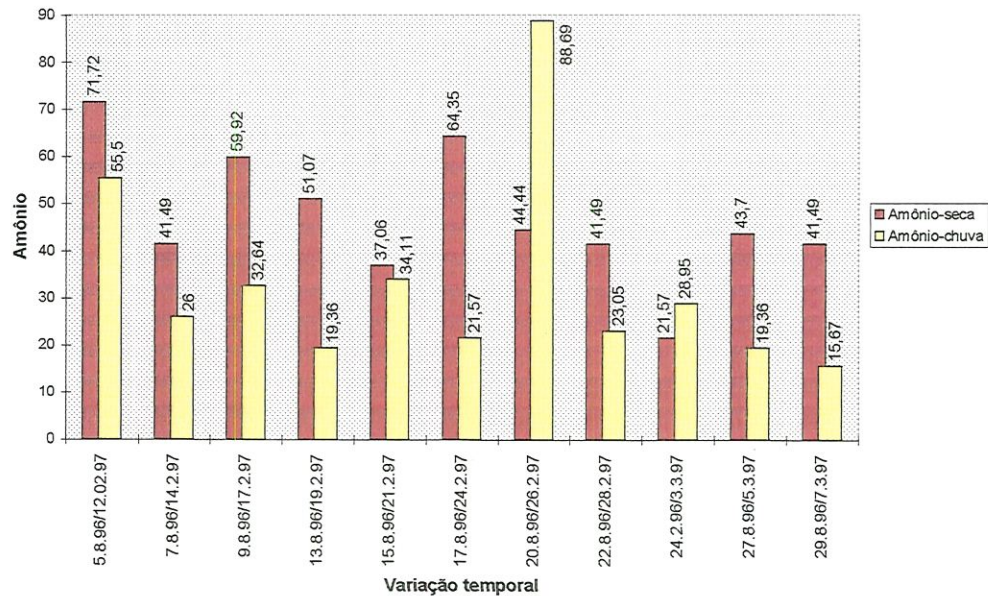


**Figura 88.** Variação espacial dos teores de amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos de seca e chuva.





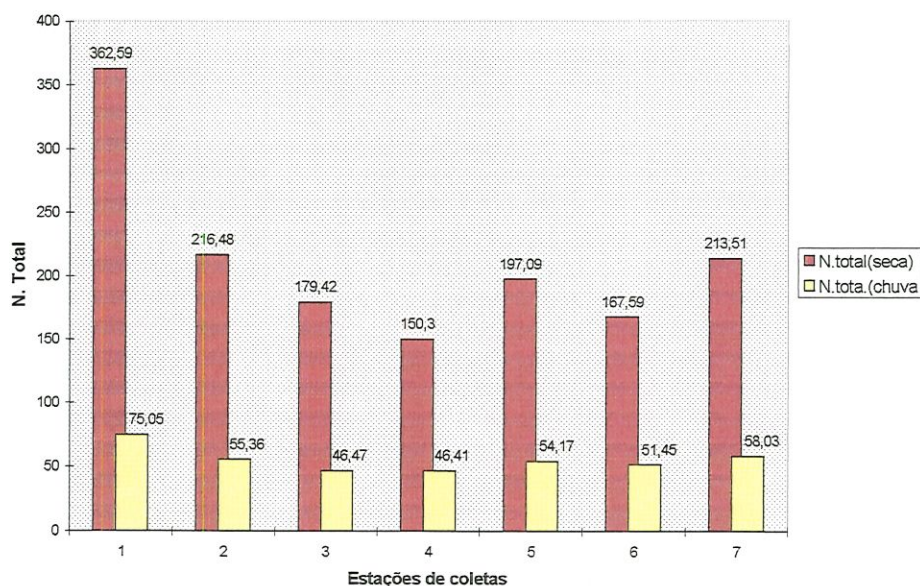




**Figura 91.** Variação espacial dos teores de amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos de seca e chuva.

#### 5.1.9.4. NITROGÊNIO TOTAL

Para as concentrações de nitrogênio total observou-se uma variação espacial de  $150,3 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 04 a  $362,59 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 01, no período seco e de  $46,41 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 04 a  $75,05 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 05 no período de chuva. Observou-se em todas as estações concentrações bem mais elevadas de nitrogênio total no período seco (Figura 92).

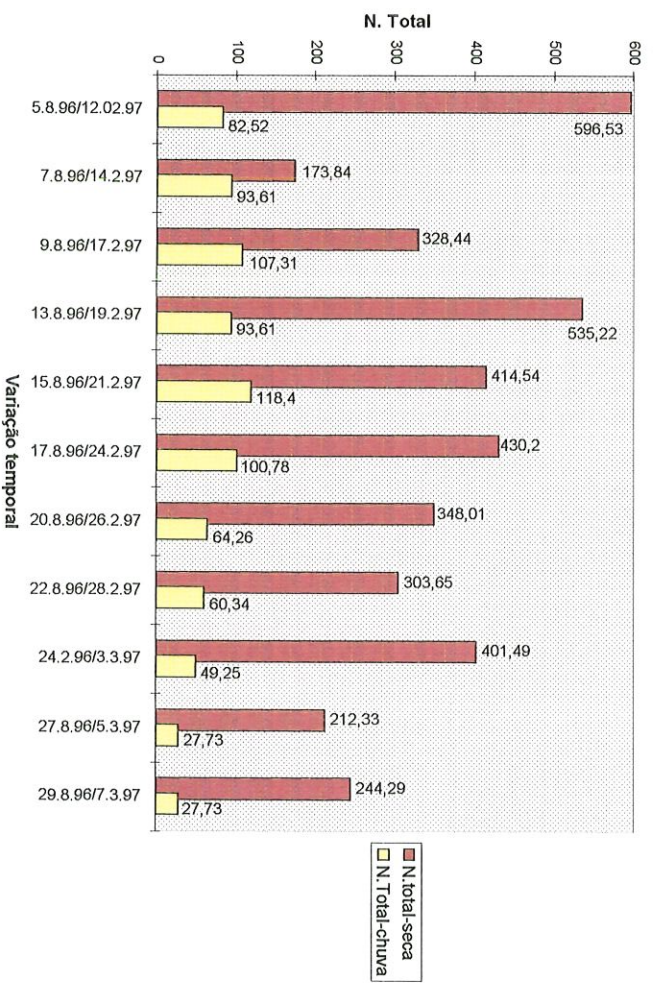


**Figura 92.** Variação espacial (valores médios) dos teores de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) nas diversas estações de coletas nos períodos de seca e chuva.

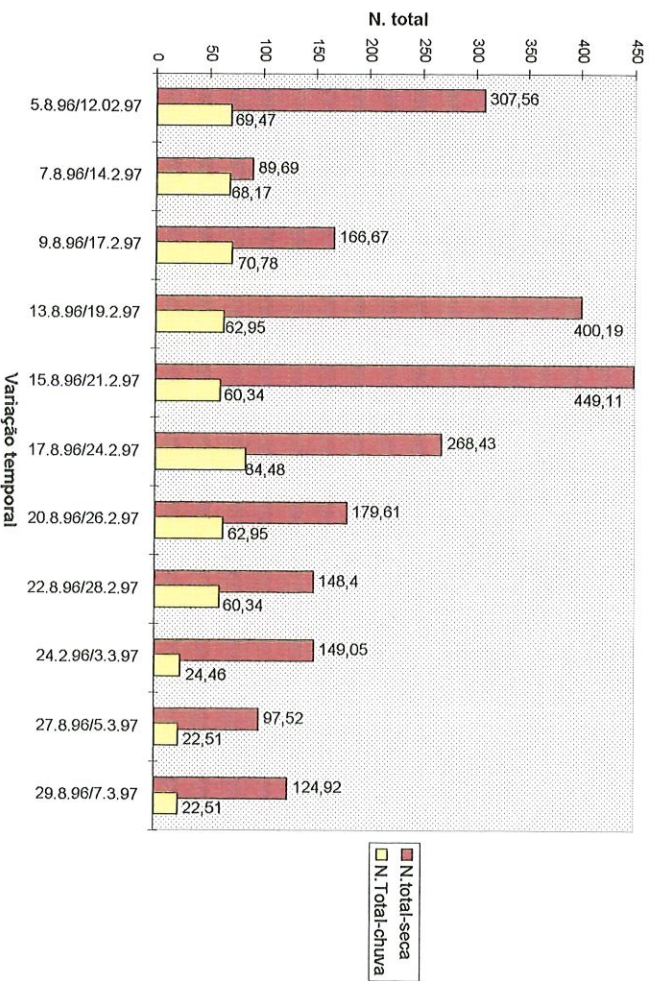
Para a variação temporal, no período de seca, das concentrações de nitrogênio total observou-se maiores valores no dia 05/08 na estação 01, dia 13/08 nas estações 03, 04 e 05, dia 15/08 na estação 06 e dia 17/08 na estação 07, e os menores valores no dia 07/08 nas estações 01, 02 e 05, dia 24/02 nas estações 06 e 07, e no dia 27/08 nas estações 03 e 04 (Figuras 93 a 99).

No período de chuva os maiores valores foram observados no dia 14/02 na estação 03, dia 17/02 na estação 06, dia 19/02 nas estações 04 e 05, dia 21/02 nas estações 01 e 07, e no dia 24/02 na estação 02, e os menores valores encontrados ocorreram no dia 03/03 na estação 05, dia 05/03 nas estações 01, 02, 06 e 07, e no dia 07/03 nas estações 01, 02, 03 e 04 (Figuras 93 a 99).





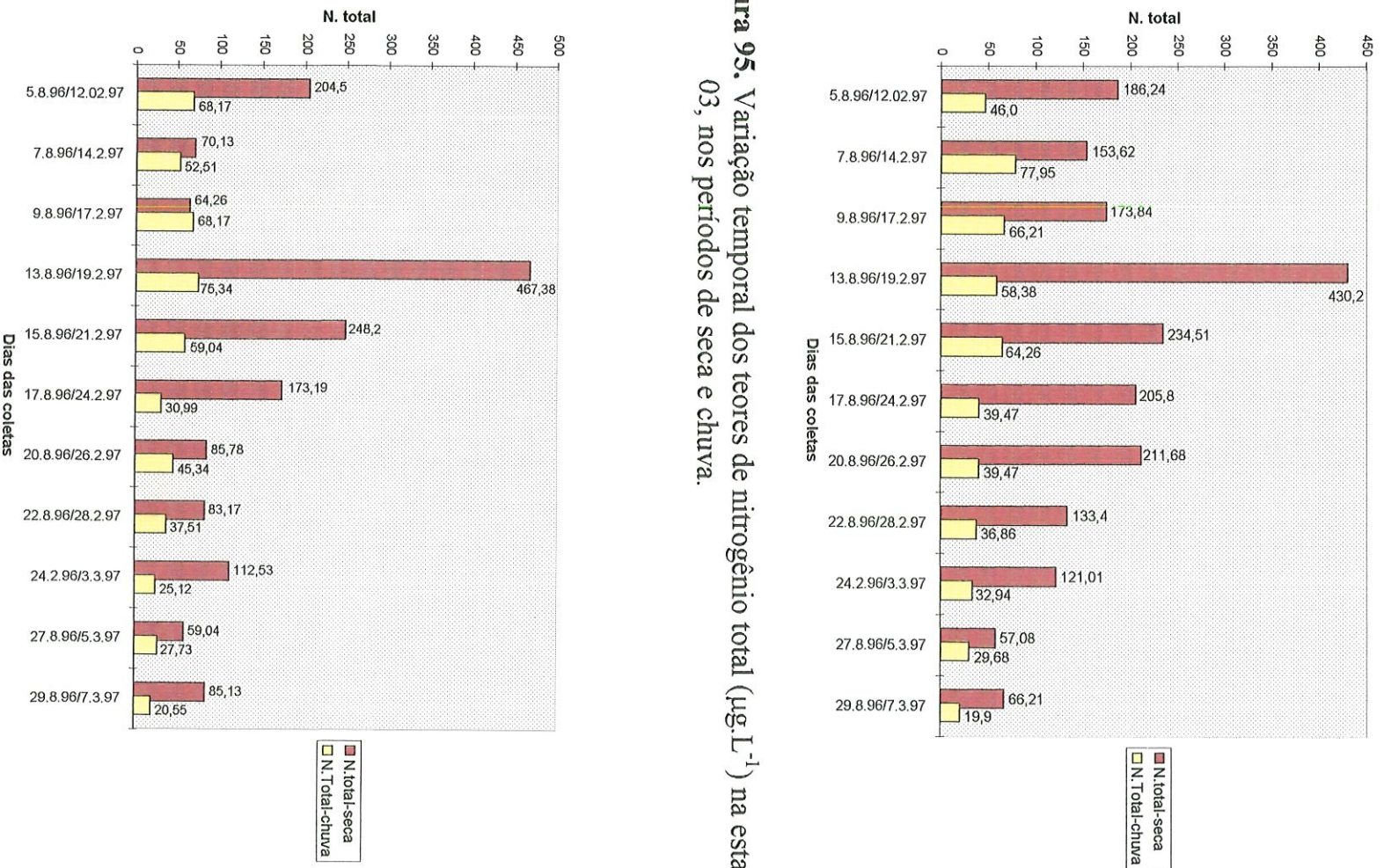
**Figura 93.** Variação temporal dos teores de Nitrogênio Total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos de seca e chuva.



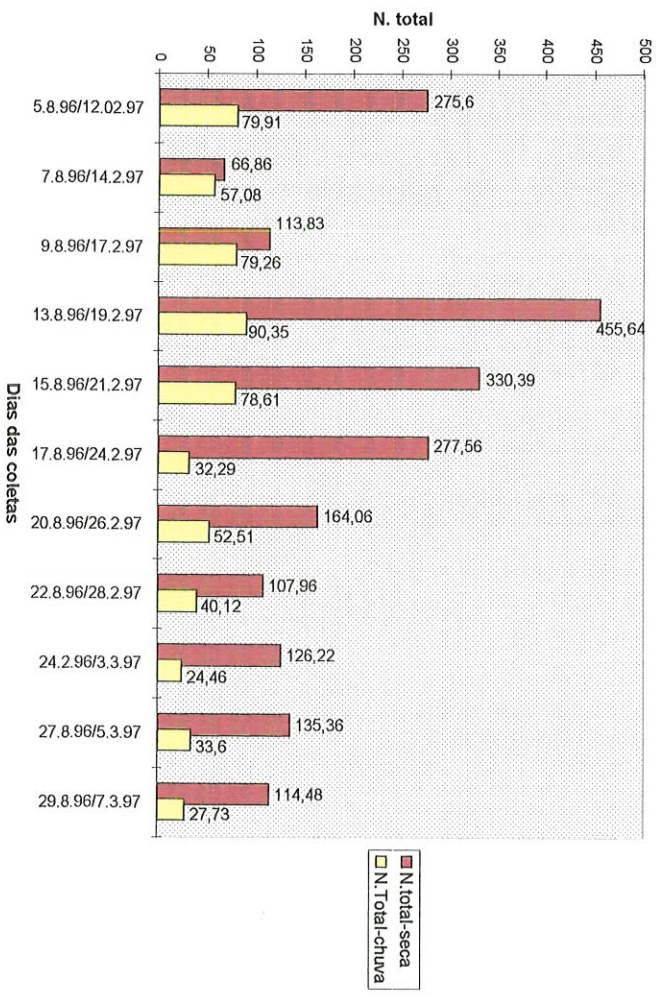
**Figura 94.** Variação temporal dos teores de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos de seca e chuva.



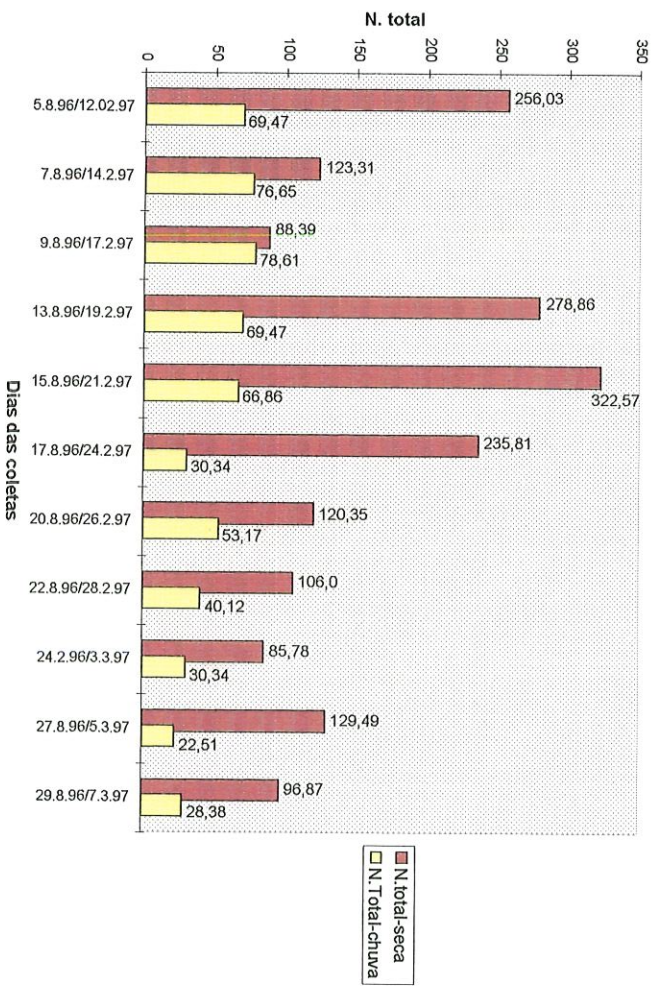
**Figura 95.** Variação temporal dos teores de nitrogênio total ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos de seca e chuva.



**Figura 96.** Variação temporal dos teores de nitrogênio total ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos de seca e chuva.



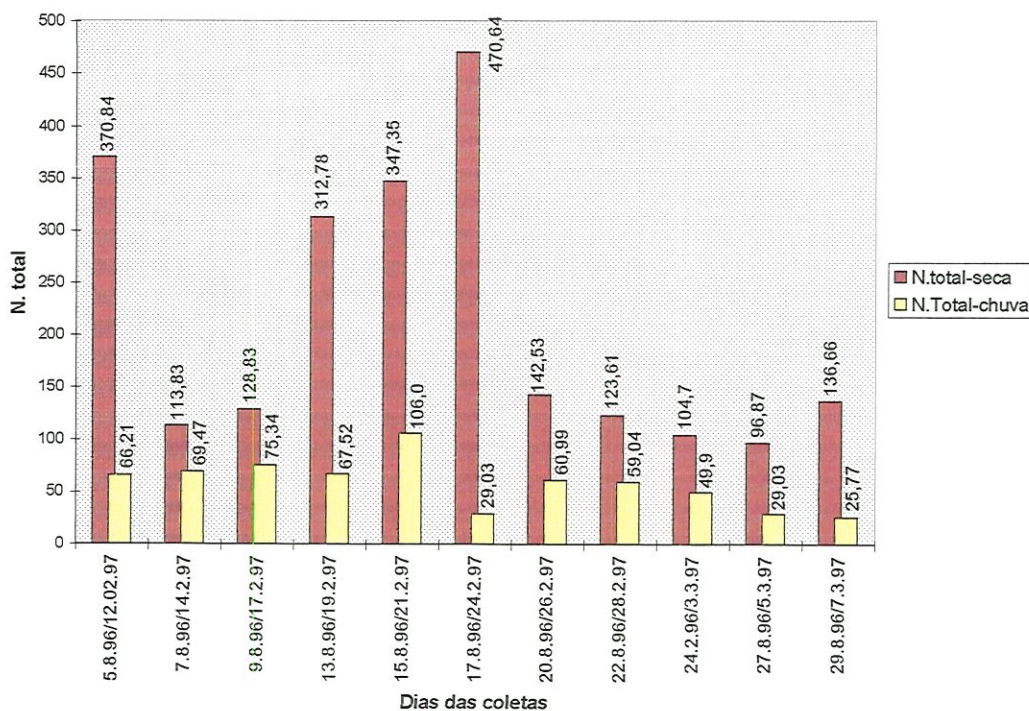
**Figura 97.** Variação temporal dos teores de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos de seca e chuva.



**Figura 98.** Variação temporal dos teores de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos de seca e chuva.





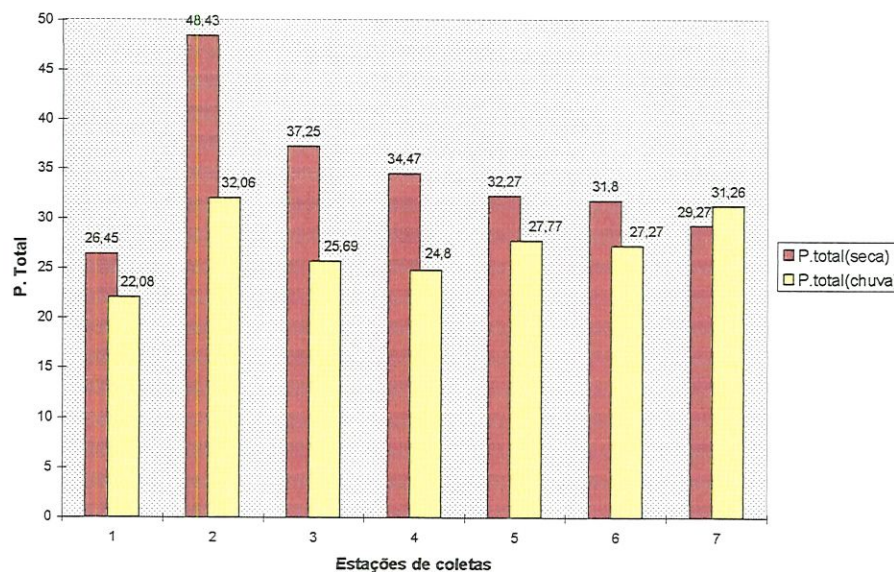


**Figura 99.** Variação temporal dos teores de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos de seca e chuva.

#### 5.1.9.5. FÓSFORO TOTAL

Para as concentrações de fósforo total observou-se uma variação espacial de  $26,45 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 01 a  $48,43 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 02 no período seco e de  $22,08 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 02 a  $32,06 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação 02 no período de chuva. Observou-se em todas as estações de coletas, concentrações mais elevadas de fósforo total no período seco, com exceção da estação 07 que apresentou valores ligeiramente mais baixos (Figura 100).

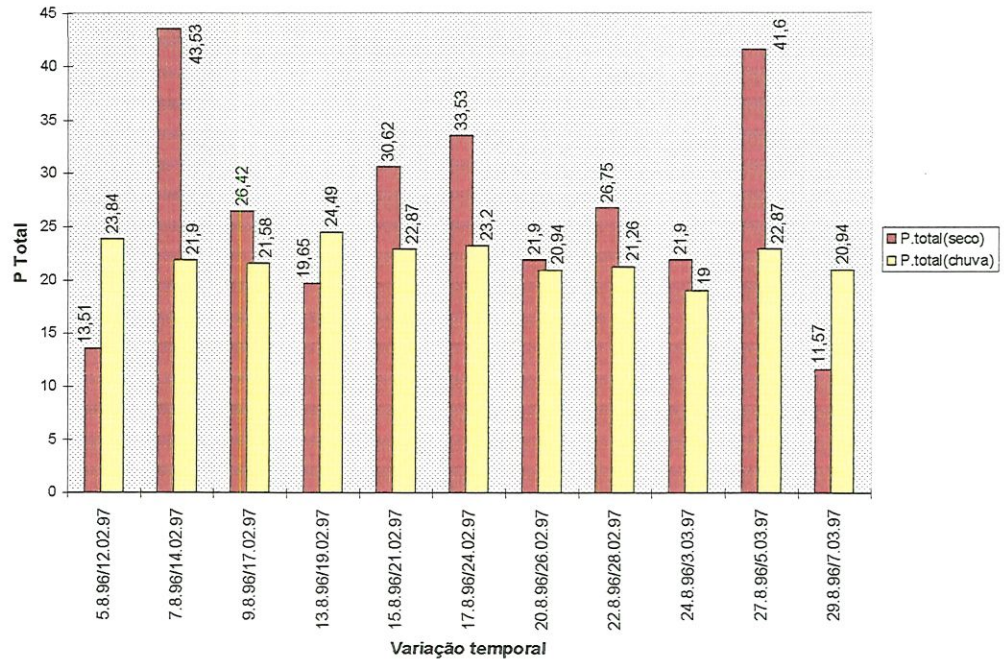




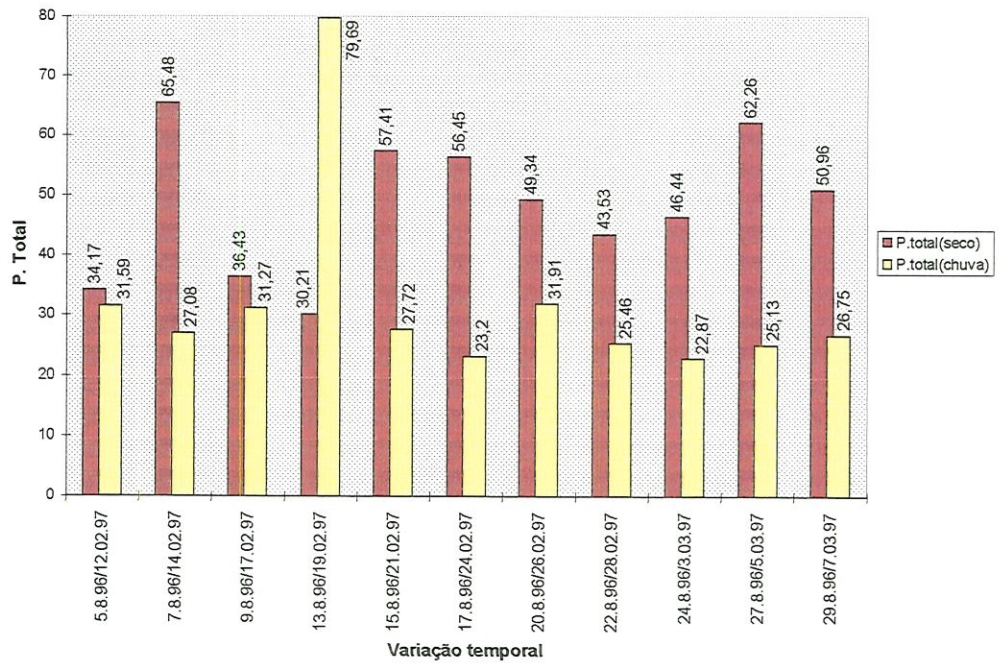
**Figura 100.** Variação espacial (valores médios) dos teores de fósforo total ( $\mu.L^{-1}$ ) nas diferentes estações de coletas, nos períodos seco e de chuva.

Para a variação espacial, no período de seca, observou-se valores maiores da concentração de fósforo total no dia 07/08 nas estações 01, 02 e 03, dia 27/08 na estação 07, e no dia 29/08 nas estações 04, 05 e 06, e valores menores no dia 19/08 na estação 02, 24/08 nas estações 03, 04, 06 e 07, dia 27/08 na estação 05, e no dia 29/08 na estação 01 (Figuras 101 a 107).

No período de chuva, os valores da concentração de fósforo total observou-se maiores valores no dia 12/02 nas estações 03, 05, 06 e 07, e no dia 19/02 nas estações 01, 02 e 04, e os menores valores no dia 12/02 na estação 05, dia 14/02 na estação 03, dia 03/03 nas estações 01, 02, 06 e 07, e no dia 05/03 na estação 04 (Figuras 101 a 107).

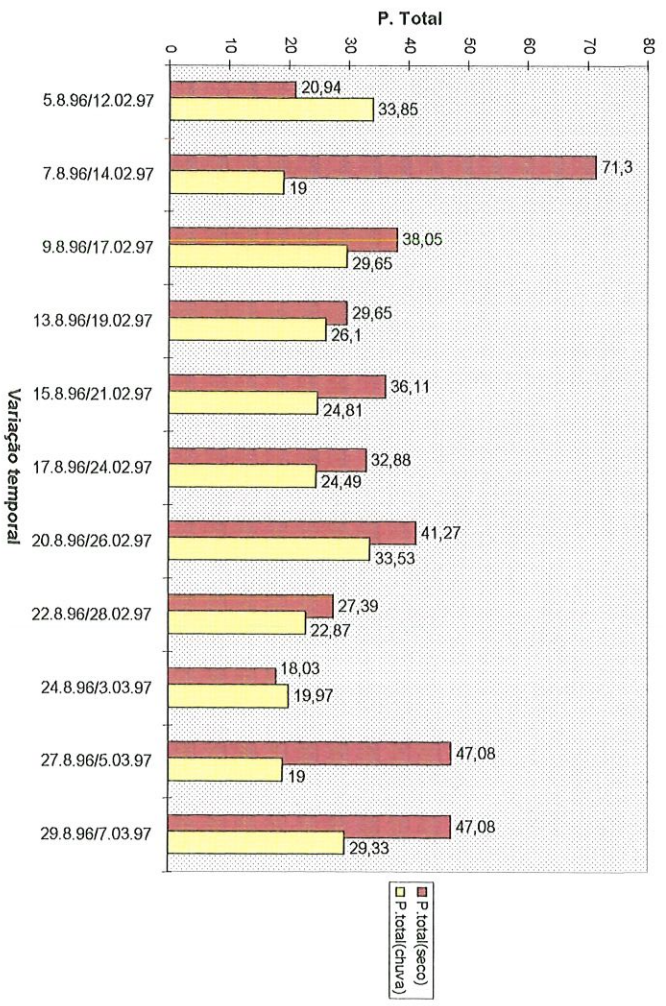


**Figura 101.** Variação temporal dos teores de fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 01, nos períodos de seca e chuva.

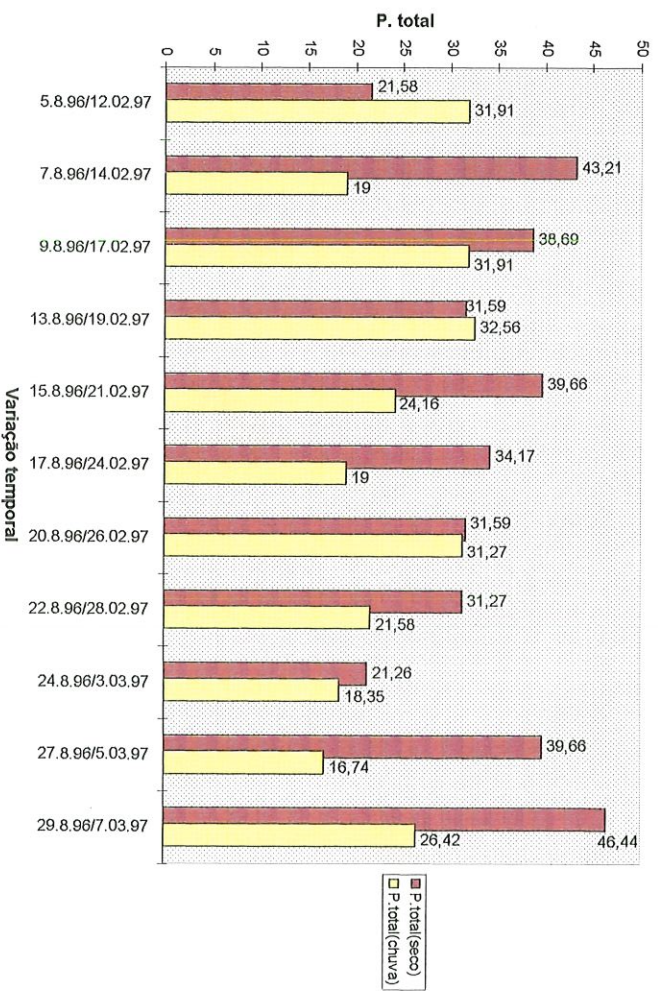


**Figura 102.** Variação temporal dos teores de fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 02, nos períodos de seca e chuva.



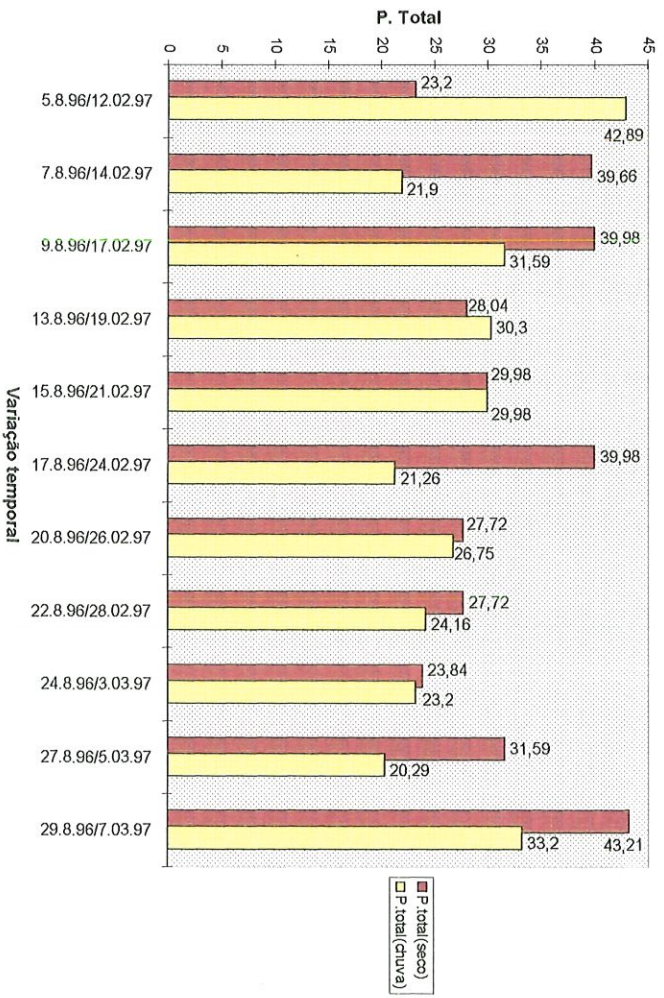


**Figura 103.** Variação temporal dos teores de fósforo total ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na estação 03, nos períodos de seca e chuva.

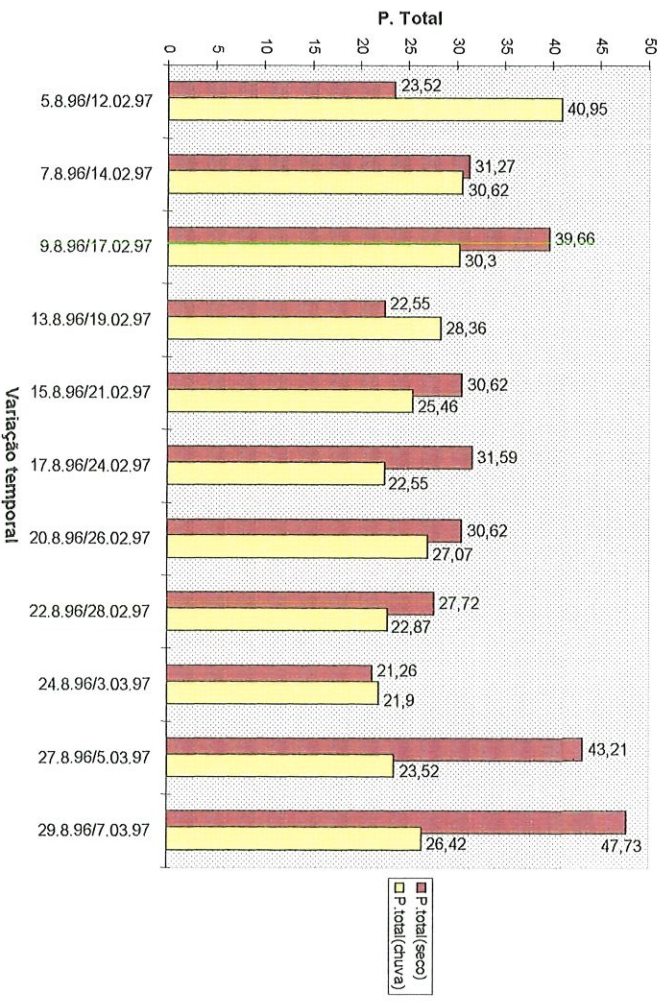


**Figura 104.** Variação temporal dos teores de Fósforo Total ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na estação 04, nos períodos de seca e chuva.

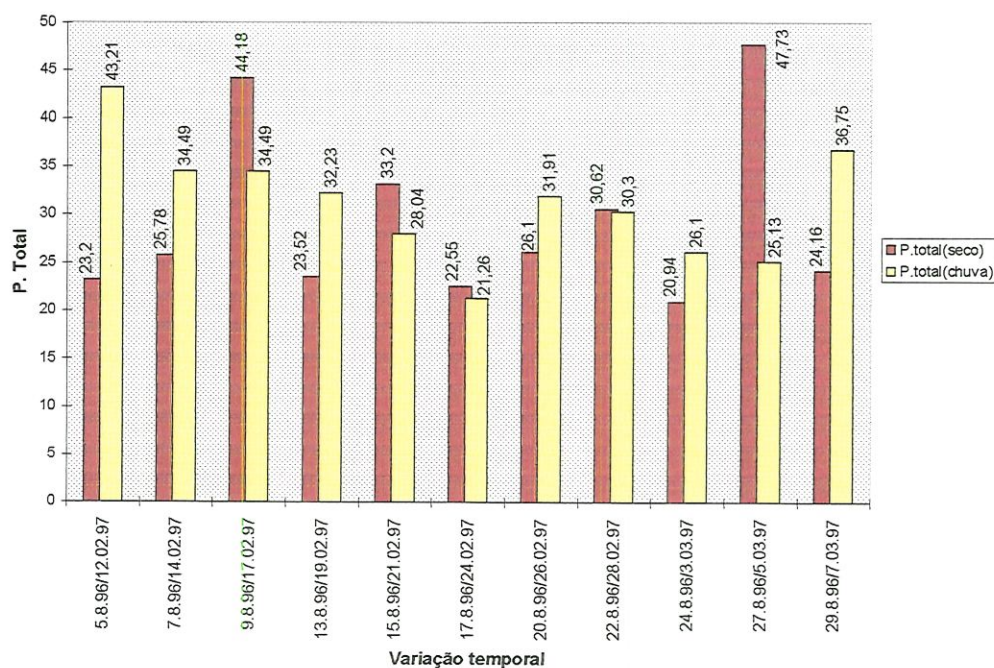




**Figura 105.** Variação temporal dos teores de fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 05, nos períodos de seca e chuva.



**Figura 106.** Variação temporal dos teores de fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 06, nos períodos de seca e chuva.



**Figura 107.** Variação temporal dos teores de fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) na estação 07, nos períodos de seca e chuva.

#### 5.1.9.6. ORTOFOSFATO

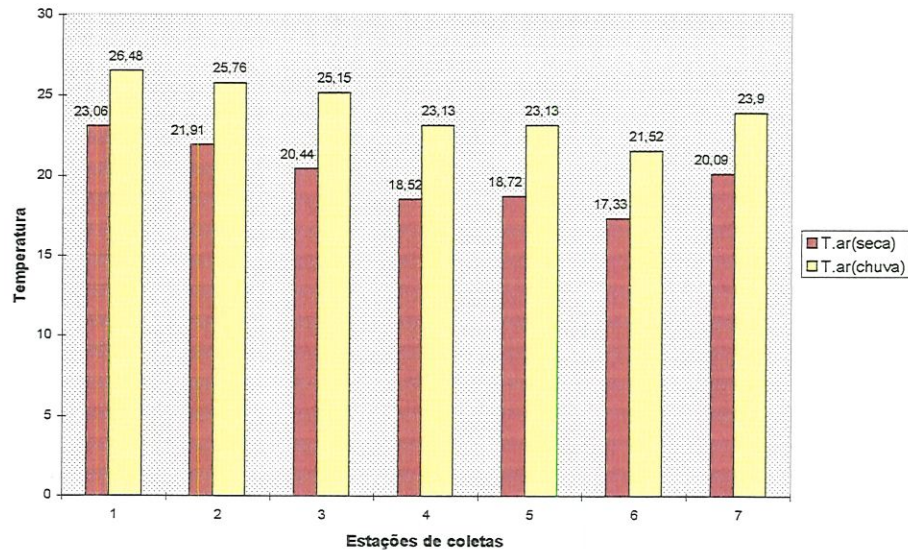
Os resultados dos teores de Ortofosfato não serão considerados devido aos valores apresentados terem ficado abaixo do poder de detecção do método utilizado. Isto, no entanto, não quer dizer que o corpo d'água estudado não apresente teores de ortofosfato.

### 5.2. VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS:

#### 5.2.1. TEMPERATURA DO AR



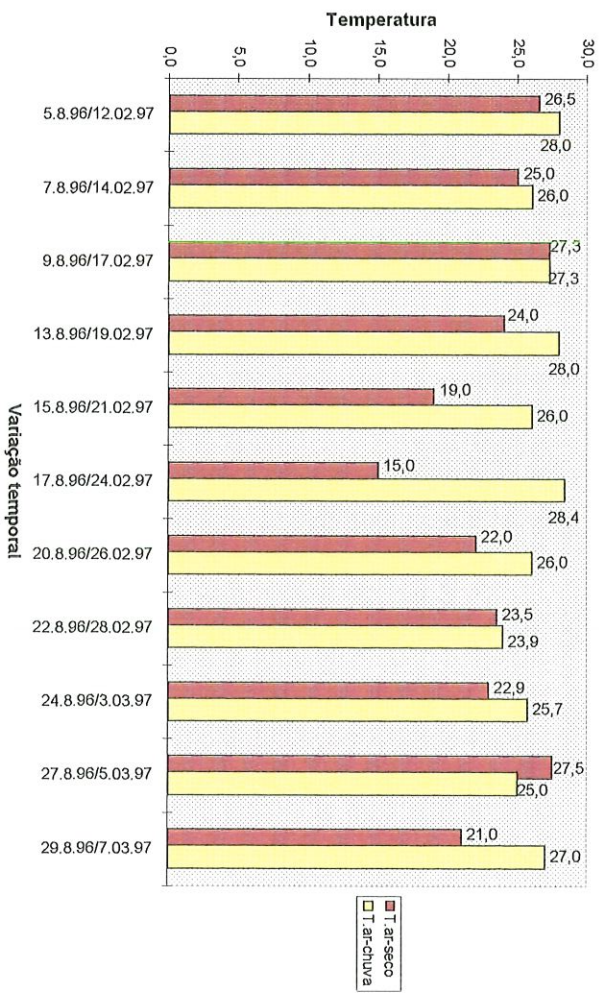
Com relação à temperatura do ar registrou-se uma variação espacial 17,33°C na estação 06 a 23,06°C na estação 01 no período de seca e de 21,52°C na estação 06 a 26,48°C na estação 01 no período de chuva. Observou-se em todas as estações, temperaturas mais elevadas no período de chuva que no período de seca (Figura 108)



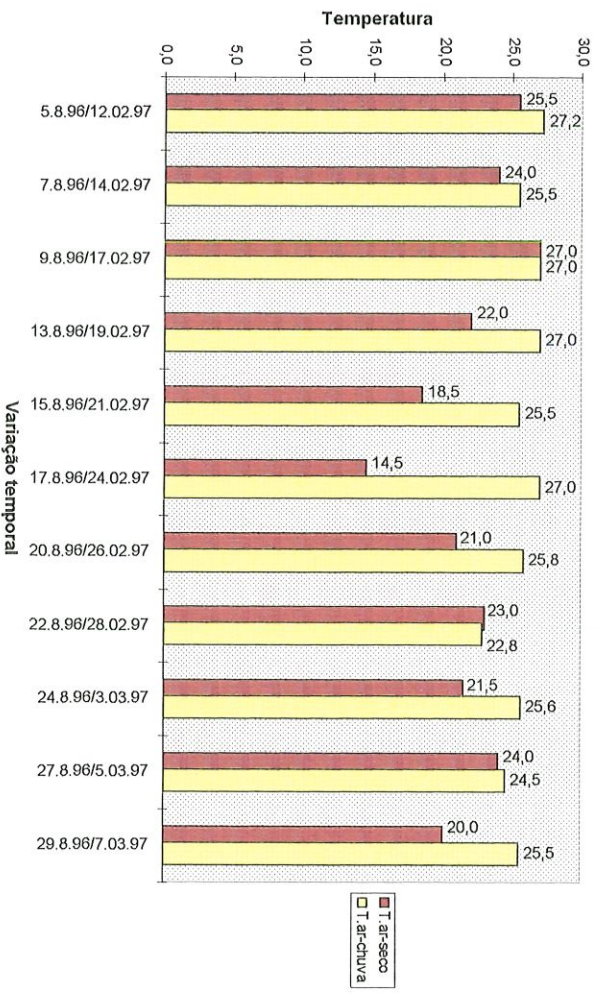
**Figura 109.** Variação espacial (valores médios) da temperatura do ar (°C) nas diferentes estações de coleta, no período seco e de chuva.

Para a variação temporal da temperatura da ar, no período de seca, observou-se os maiores valores no dia 05/08 nas estações 03, 04, 05, 06 e 07, e os menores valores no dia 17/08 em todas as estações de coletas (Figuras 109 a 115).

No período de chuva, para a temperatura do ar, foram registrados os maiores valores no dia 12/02 na estação 02, dia 17/02 nas estações 04, 05, 06 e 07, e no dia 24/02 nas estações 01 e 03, e os menores valores no dia 28/02 nas estações 01, 02, 03, 04, 05 e 06, e no dia 24.02 nas estações 02 e 07 (Figuras 109 a 115)

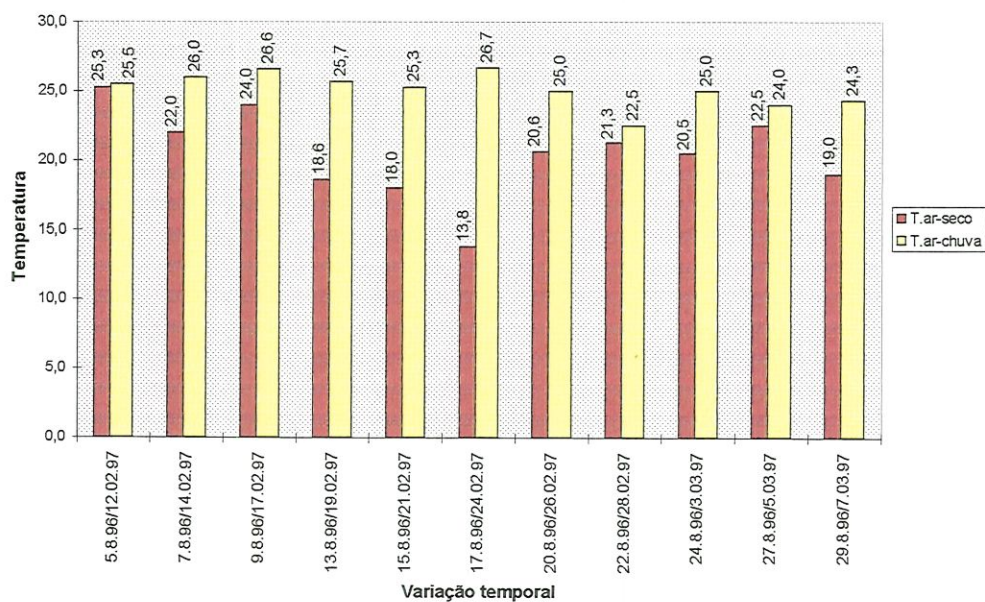


**Figura 109.** Variação temporal dos valores de temperatura do ar (°C) na estação 01, nos períodos seco e chuvoso.

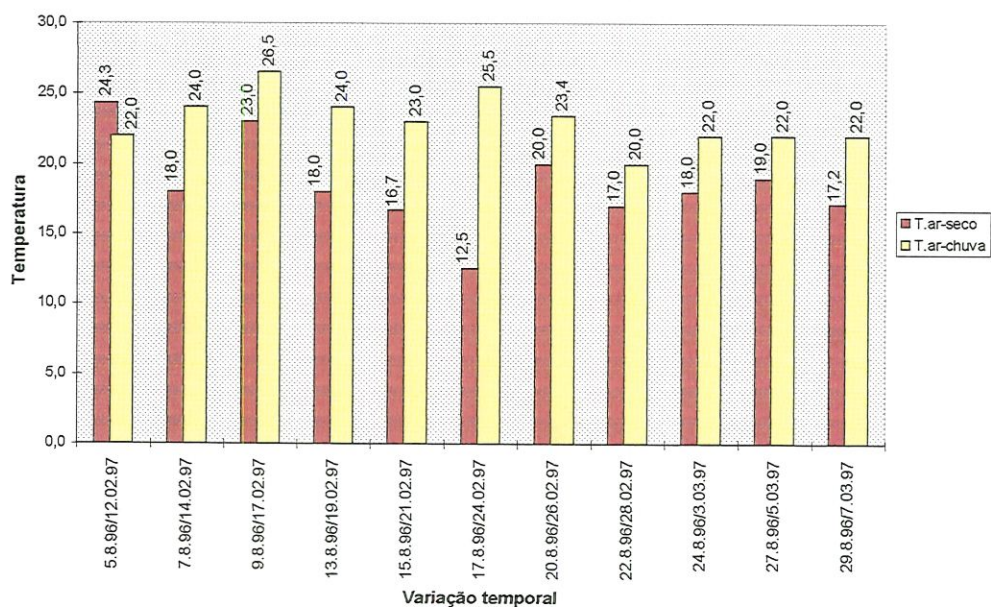


**Figura 110.** Variação temporal dos valores de temperatura do ar (°C) na estação 02, nos períodos seco e chuvoso.

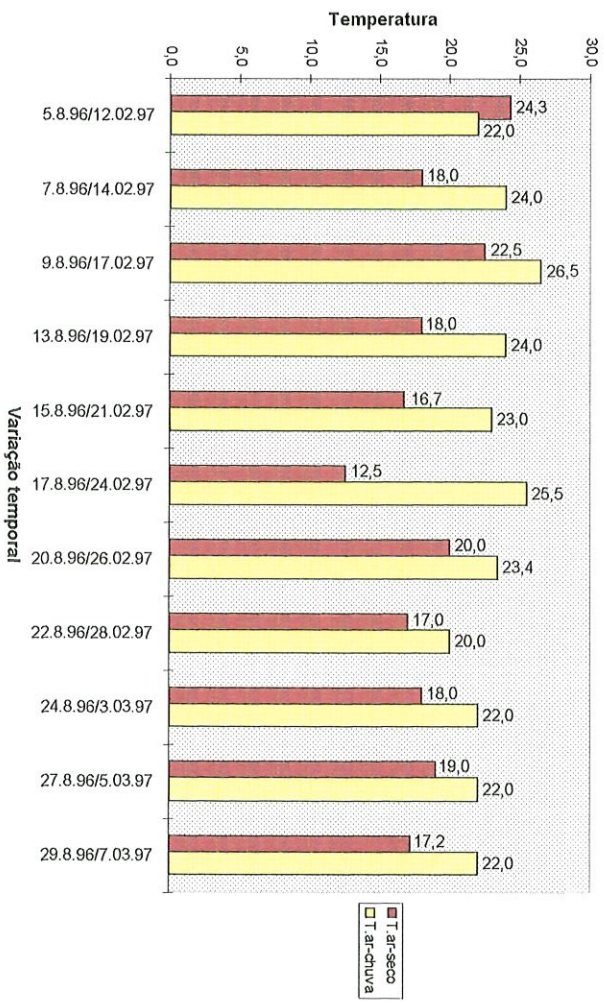




**Figura 111.** Variação temporal dos valores de temperatura do ar (°C) na estação 03, nos períodos seco e chuvoso



**Figura 112.** Variação temporal dos valores de temperatura do ar (°C) na estação 04, nos períodos seco e chuvoso.

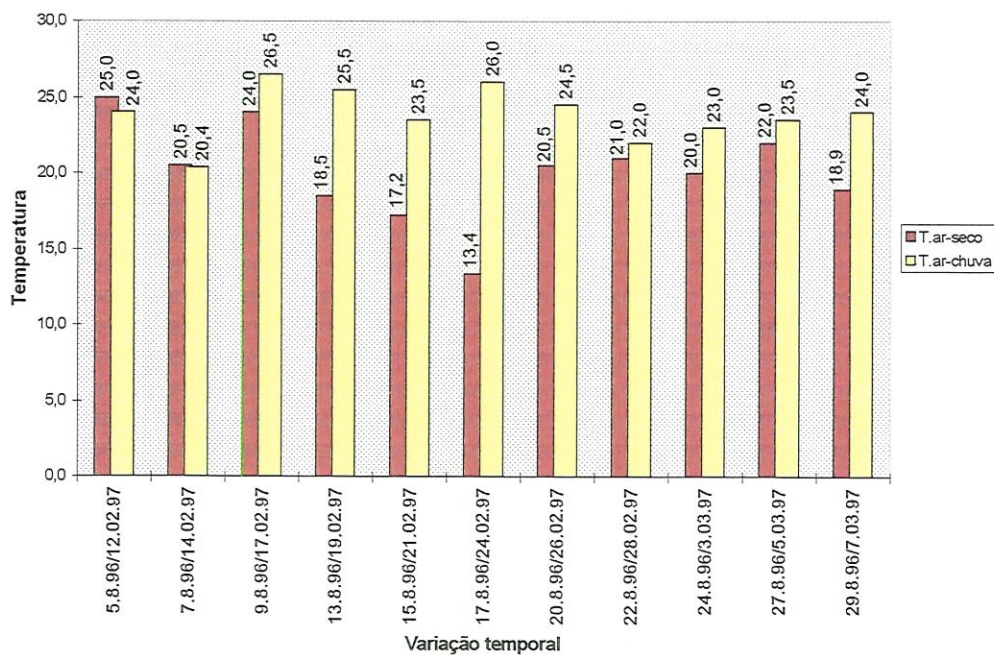


**Figura 113.** Variação temporal dos valores de temperatura do ar (°C) na estação 05, nos períodos seco e chuvoso.



**Figura 114.** Variação temporal dos valores de temperatura do ar (°C) na estação 06, nos períodos seco e chuvoso.

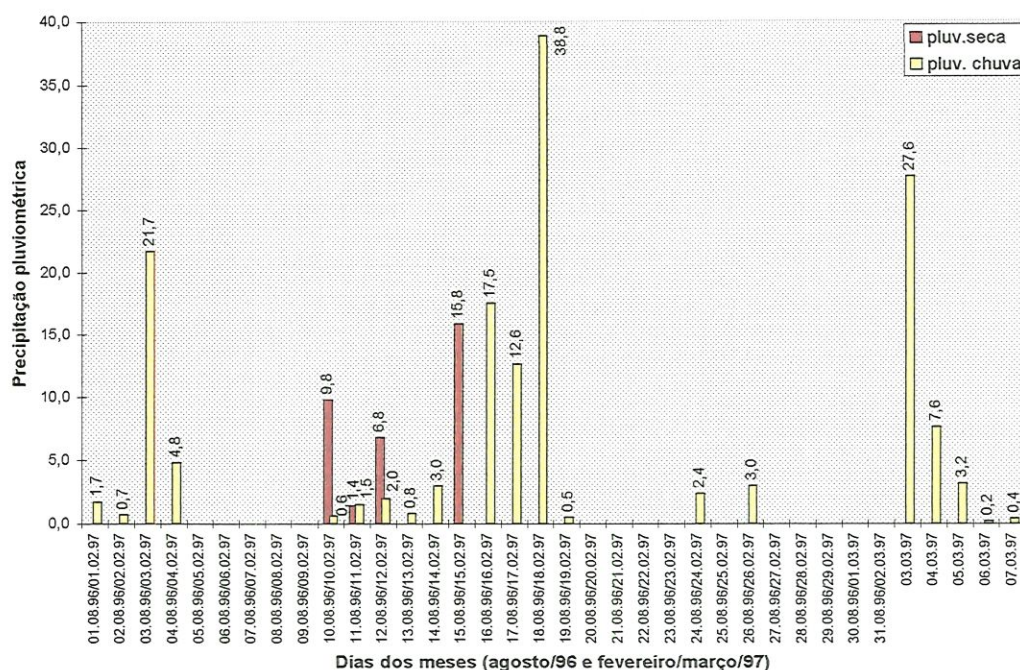




**Figura 115.** Variação temporal dos valores de temperatura do ar (°C) na estação 07, nos períodos seco e chuvoso.

### 5.2.2. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

As medidas de precipitação pluviométrica estão apresentadas na Figura 116. Observa-se que no período seco ocorreram chuvas nos dias 10,11,12 e 15/08 com um acumulado de 33,8 mm durante as coletas. O acumulado no período de chuvas foi de 149,6 mm.



**Figura 116.** Valores da precipitação pluviométrica registradas na Estação Climatológica do CRHEA - USP, nos meses de agosto/96 e fevereiro-março/97

### 5.3. VARIÁVEL HIDROLÓGICA:

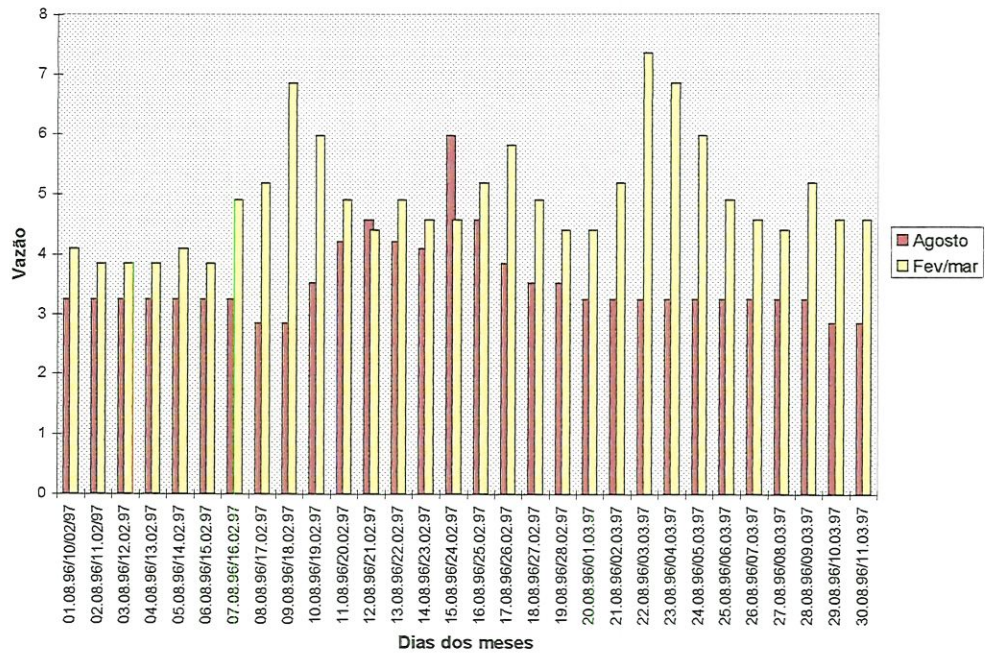
#### 5.3.1. VAZÃO DO RIO:

As medidas de vazão foram realizadas pela CPRM ( Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais) próximo ao ponto de captação de água pela SAAE.

Como as medidas foram realizadas em apenas um ponto, não se pôde observar a sua variação espacial . Entretanto, percebe-se através da variação temporal da vazão, valores mais altos nos dias de coletas realizadas nos meses de fevereiro/março. No dia 15/08/97 obteve-se a maior vazão para o



período de seca, com  $5,97 \text{ m.s}^{-1}$ . Os valores de vazão estão apresentados na Figura 117.



**Figura 117.** Valores da vazão do ribeirão do Feijão nos meses de agosto (período seco) e fevereiro e março (período de chuva).

#### 5.4. ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS

As Análises dos Componentes Principais foi aplicada para variáveis coletadas nos períodos de seca, de chuva e os dois períodos juntos.

As cores utilizadas nos gráficos são definidas da seguinte forma:

Cor	Estação
vermelho	01
verde claro	02
azul	03
amarelo	04
rosa	05
branco	06
verde escuro	07

Os dias de coletas receberam os números de 1 a 11, correspondentes aos onze dias de coletas realizadas em cada período. Ex: no mês de agosto o n° 1 corresponde às coletas realizadas no dia 05/08, o n° 2 às coletas realizadas no dia 07/08, e assim por diante. Nos meses de fevereiro e março, o n° 1 corresponde às coletas realizadas no dia 12/02, o n° 2 às realizadas no dia 14/02, e assim sucessivamente.

Os resultados destas análises são mostrados nas Tabela 2 a 7 e nas Figuras 119 a 126

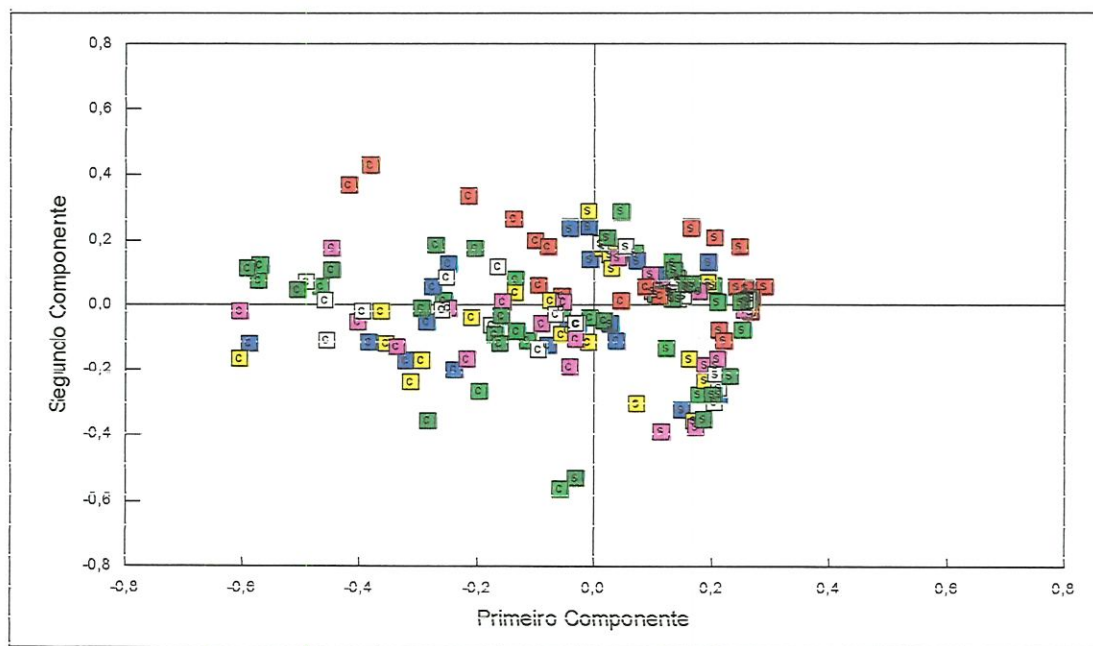
Tabela 2: Percentagem da variação total dos auto valores utilizados na Análise dos Componentes Principais em todas as estações de coletas, para os períodos de seca e chuva

Auto-valores	%	% acumulada
1 = 5,15136	42,93	42,93
2 = 1,99912	16,66	59,59
3 = 1,37830	11,49	71,07
4 = 1,22386	10,20	81,27

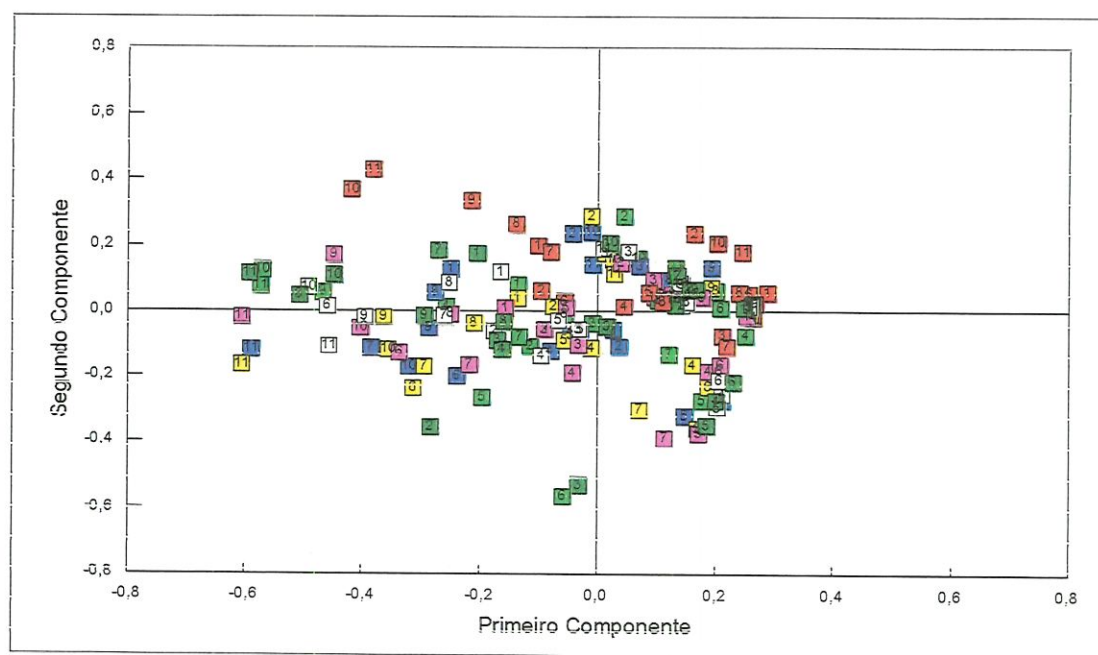
Tabela 3: Auto vetores 1 e 2 (em ordem numérica crescente) utilizados na análise dos componentes principais em todas as estações de coletas, para os períodos de seca e chuva

Variáveis	Auto - vetores 1	Variáveis	Auto - vetores 2
T.água	-0,7992	MST	-0,8028
P. total	-0,7004	MSO	-0,7625
MST	-0,5438	N.total	-0,3513
Cond.	-0,4429	MSI	-0,2458
NH <sub>4</sub>	0,3071	T.água	0,0313
MSI	-0,1708	NO <sub>2</sub>	0,0676
MSO	-0,4017	pH	0,1167
NO <sub>3</sub>	-0,4738	P.total	0,1475
N.total	-0,6921	OD	0,1576
OD	0,8822	NH <sub>4</sub>	0,3698
pH	0,9152	NO <sub>3</sub>	0,4268
NO <sub>2</sub>	0,9623	Cond.	0,4523

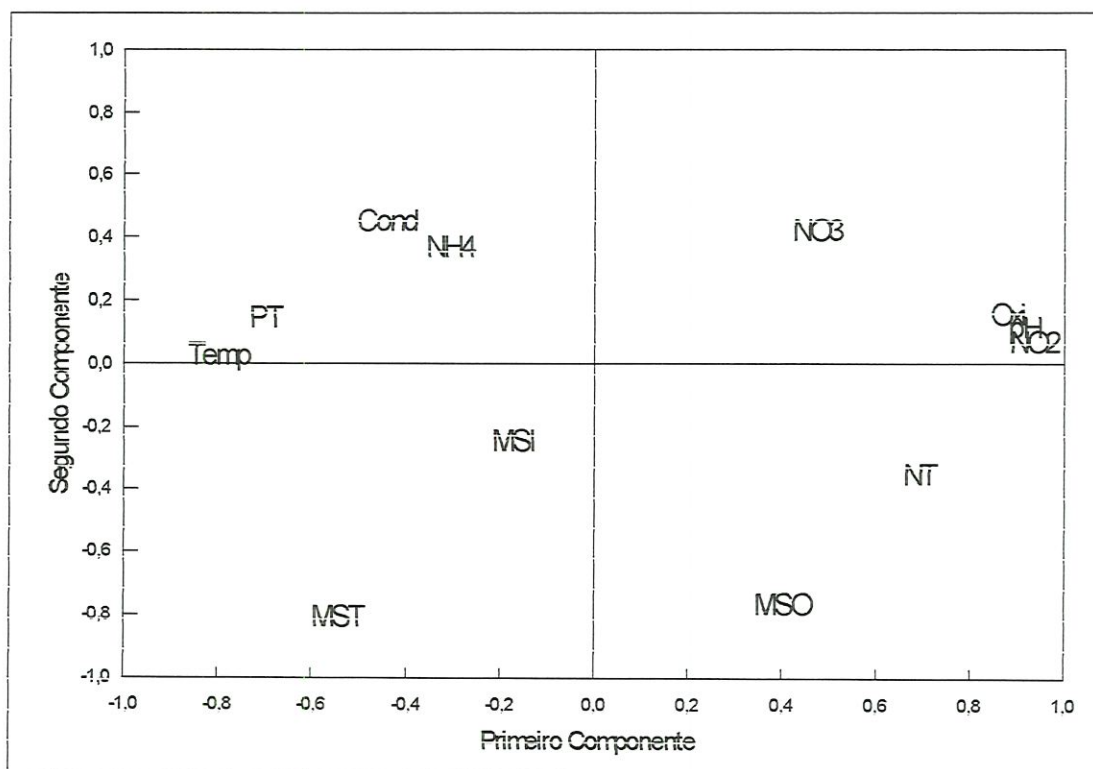




**Figura 118.** Distribuição das estações de coletas nos eixos componentes principais 1 e 2, nos períodos de seca(s) e chuva(c).



**Figura 119.** Distribuição das estações relacionadas aos dias de coletas, nos eixos componentes principais 1 e 2, nos períodos de chuva e seca.



**Figura 120.** Distribuição das variáveis explicativas nos eixos componentes principais 1 e 2 nos períodos de seca e de chuva.

Na Análise dos Componentes Principais, para os dois períodos, seca e chuva, foram utilizados os dois primeiros Eixos Componentes Principais, que representaram, respectivamente, 42,9% e 16,7% da variabilidade total dos dados. Portanto, o plano fatorial I-II, formado pelos eixos componentes principais 1 e 2, representou 59,6% da variabilidade total.

O primeiro eixo componente principal foi caracterizado, em sua fração positiva, pelas concentrações de nitrito, oxigênio dissolvido e pelo pH, e, em sua fração negativa, pela temperatura da água e pelas concentrações de fósforo total.



O segundo eixo componente principal foi caracterizado apenas em sua fração negativa, pelo material total em suspensão e pelo material orgânico em suspensão.

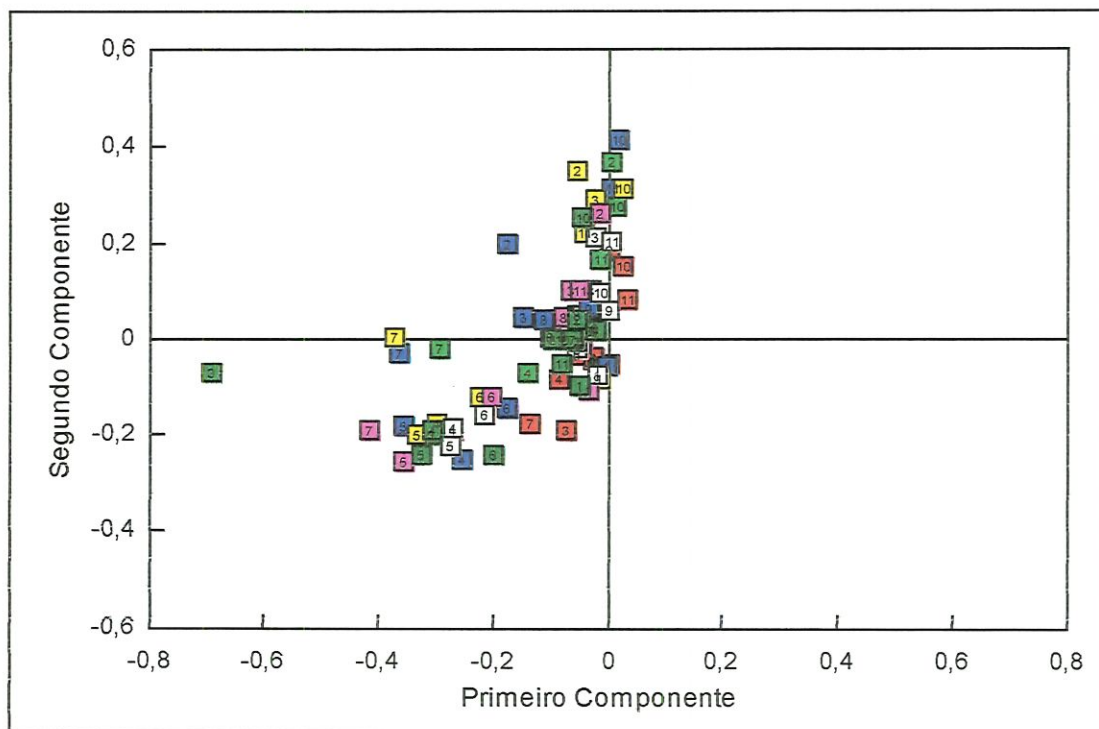
As estações amostradas distribuíram-se ao longo do primeiro eixo componente principal, que separou os valores obtidos no período de seca, daqueles valores obtidos nas mesmas estações no período chuvoso.

**Tabela 4:** Percentagem da variação total dos auto valores utilizados na Análise dos Componentes Principais em todas as estações de coletas, para o período de seca.

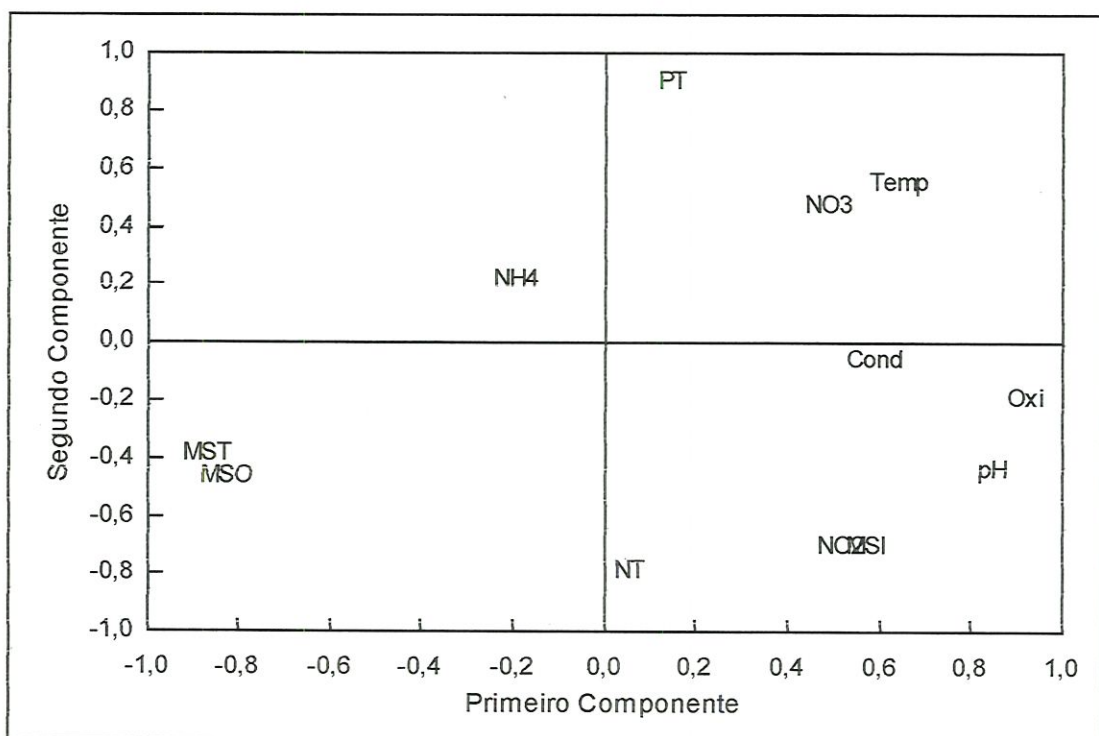
Auto-valores	%	% acumulada
1 = 4,65489	38,79	38,79
2 = 3,60744	30,06	68,85
3 = 1,27871	10,66	79,51
4 = 1,04042	8,67	88,18

**Tabela 5:** Auto vetores 1 e 2 (em ordem numérica crescente) utilizados na análise dos componentes principais em todas as estações de coletas, para o período de seca.

Variáveis	Auto - vetores 1	Variáveis	Auto - vetores 2
MST	-0,8679	T.água	-0,7880
MSO	-0,8240	MST	-0,7625
NH <sub>4</sub>	-0,1953	MSO	-0,7058
N.total	0,0574	N.total	-0,4649
P.total	0,1440	NO <sub>3</sub>	-0,4374
NO <sub>3</sub>	0,4903	P.total	-0,3861
NO <sub>2</sub>	0,5173	Cond.	-0,1914
MSI	0,5729	OD	-0,0585
Cond.	0,5945	pH	0,2157
T.água	0,6429	msi	0,4762
pH	0,8477	NO <sub>2</sub>	0,5554
OD	0,9160	NH <sub>4</sub>	0,9001



**Figura 121.** Distribuição das estações relacionadas aos dias de coletas, nos eixos componentes principais 1 e 2, no período de seca.



**Figura 122.** Distribuição das variáveis explicativas nos eixos componentes principais 1 e 2, no período de seca.



Na Análise dos Componentes Principais das amostradas coletadas no período de seca, foram utilizados os dois primeiros Eixos Componentes Principais, que representaram, respectivamente, 38,9% e 30,1% da variabilidade total dos dados. Portanto, o plano fatorial I-II, formado pelos eixos componentes principais 1 e 2, representou 69,0% da variabilidade total.

O primeiro eixo componente principal foi caracterizado, em sua fração positiva, pelo pH e pelas concentrações de oxigênio dissolvido e, em sua fração negativa, pelo material total em suspensão e pelo material orgânico em suspensão.

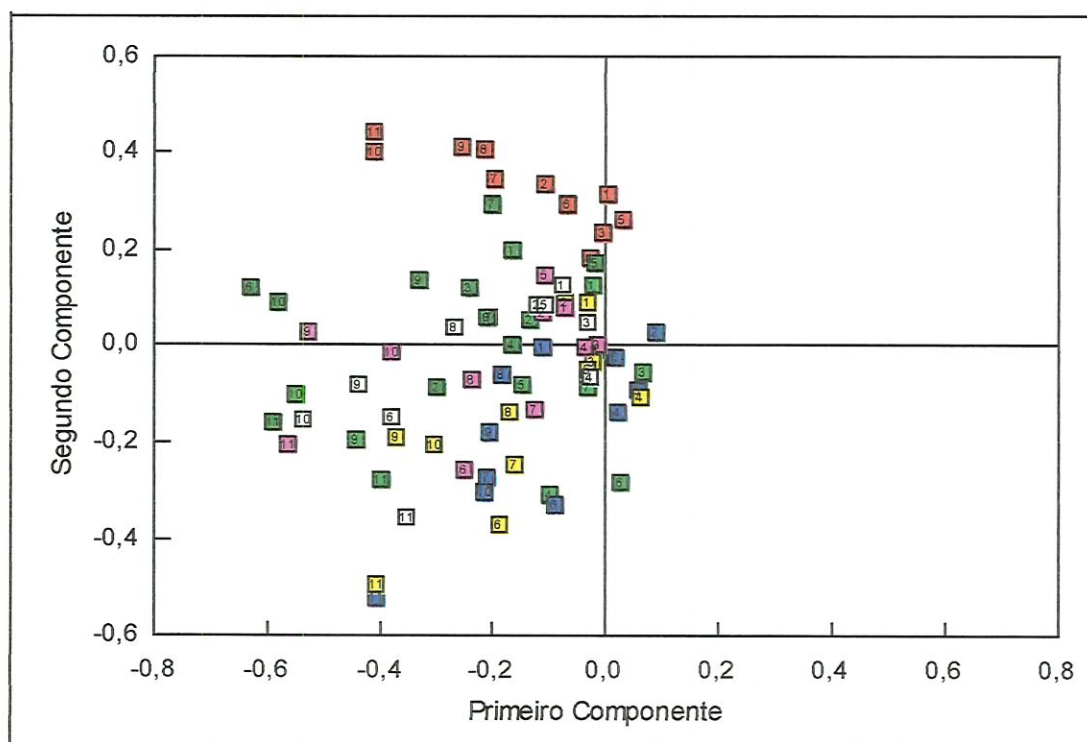
O segundo eixo componente principal foi caracterizado pelas concentrações de fósforo total, em sua fração positiva, e pelas concentrações de nitrogênio total, em sua fração negativa.

**Tabela 6:** Percentagem da variação total dos auto valores utilizados na Análise dos Componentes Principais em todas as estações de coletas, para o período de chuva.

Auto-valores	%	% acumulada
1 = 4,33699	36,14	36,14
2 = 2,78264	23,19	59,33
3 = 1,72373	14,36	73,69
4 = 1,11730	9,31	83,01

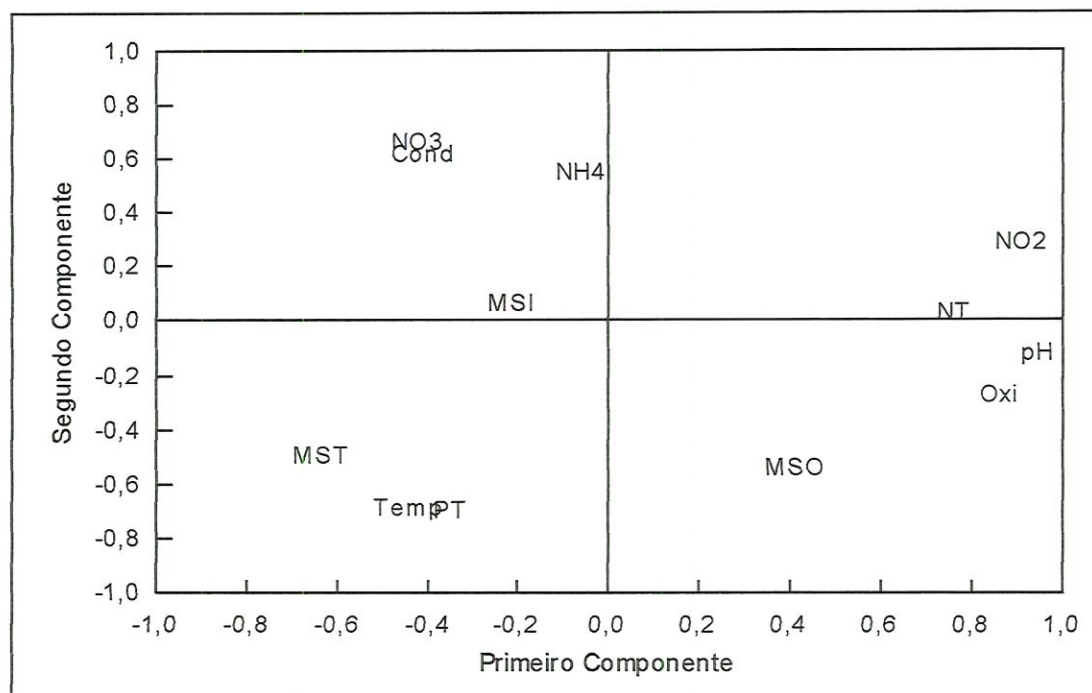
**Tabela 7:** Auto vetores 1 e 2 (em ordem numérica crescente) utilizados na análise dos componentes principais em todas as estações de coletas, para o período de chuva

Variáveis	Auto - vetores 1	Variáveis	Auto - vetores 2
MST	-0,6334	P.total	-0,6958
T.água	-0,4391	T.água	-0,6848
NO <sub>3</sub>	-0,4194	MSO	-0,5433
Cond.	-0,4068	MST	-0,4951
P.total	-0,3477	OD	-0,2705
MSI	-0,2150	pH	-0,1158
NH <sub>4</sub>	-0,0614	N.total	-0,0321
MSO	0,4099	MSI	0,0671
N.total	0,7610	NO <sub>2</sub>	0,2863
OD	0,8642	NH <sub>4</sub>	0,5444
NO <sub>2</sub>	0,9153	Cond.	0,6173
pH	0,9482	NO <sub>3</sub>	0,6615



**Figura 123.** Distribuição das estações relacionadas aos dias de coletas, nos eixos componentes principais 1 e 2, no período de chuva.





**Figura 124.** Distribuição das variáveis explicativas nos eixos componentes principais 1 e 2, no período de chuva.

Na Análise dos Componentes Principais das amostras coletadas no período de chuva, foram utilizados os dois primeiros Eixos Componentes Principais, que representaram, respectivamente, 36,1% e 23,2% da variabilidade total dos dados. Portanto, o plano fatorial I-II, formado pelos eixos componentes principais 1 e 2, representou 59,3% da variabilidade total.

O primeiro eixo componente principal foi caracterizado, em sua fração positiva, pelo pH e pelas concentrações de nitrito e oxigênio dissolvido e, em sua fração negativa, pelo material total em suspensão.

O segundo eixo componente principal foi caracterizado apenas em sua fração positiva, pelas concentrações de nitrato e pela condutividade elétrica, e pelas concentrações de fósforo total e pela temperatura, em sua fração negativa.

## 6. DISCUSSÃO

Segundo MARGALEF (1983), a existência de fluxo é a principal característica de um rio, e o transporte horizontal, que depende da disponibilidade de energia, é o fator mais importante.

Geralmente os rios apresentam um gradiente com mudanças longitudinais nas características físicas e químicas, no metabolismo da comunidade, na diversidade biológica e no tamanho das partículas, desde a nascente até a foz (VANNOTE, 1980).

MARGALEF (1983) enfatizou que, em um determinado rio o fluxo de água determina o sentido de um contínuo arraste de materiais orgânicos e inorgânicos. A velocidade da corrente, o tipo de substrato, a concentração de oxigênio dissolvido, os nutrientes inorgânicos, a vazão e a temperatura são fatores de grande significado ecológico e mostram determinadas mudanças espaciais ao longo dos rios.

A atuação antrópica, o clima, a morfometria, a geologia e a vegetação, constituem-se nos principais fatores que influenciam nas características químicas, físicas e biológicas das águas de sistemas lóticos.

De acordo com HYNES (1970) e BARTARYA (1993), um rio é alimentado em seu estado basal por águas subterrâneas, e a maior parte das águas pluviais antes de chegar ao rio, entra em contato com o solo da bacia hidrográfica, lixiviando rochas e arrastando materiais. Sendo assim, um ecossistema lótico não pode e nem deve ser visto como um fenômeno puramente aquático, mas como parte de um vale por ele drenado.

Segundo TUNDISI & BARBOSA (1995), o paradigma atual para formulação de teorias em limnologia, está baseado na bacia hidrográfica como a unidade de estudo. Torna-se necessário o desenvolvimento de ações interdisciplinares, no sentido de se obter dados consistentes para que se possa gerar diretrizes para a conservação dos ambientes aquáticos, diferentemente do paradigma Forbesiano, que considera um lago como um sistema isolado.

ODUM (1983), afirma que as diferenças entre sistemas lênticos e lóticos envolvem três condições principais; (1) a corrente como um fator limitante e de controle tem papel muito mais importante em rios; (2) a interface terra-água é geralmente mais extensa nos rios, e como consequência, tem-se um ecossistema mais “aberto” e um tipo heterotrófico de metabolismo da comunidade, no caso de rios de pequeno porte; e (3), a tensão de oxigênio, em geral, é mais uniforme em rios com pouca ou nenhuma estratificação térmica ou química, com exceção dos rios de grande porte, com baixa velocidade de escoamento.

O pH é um importante indicador da capacidade de tamponamento de uma determinada solução. Segundo ESTEVES (1988), o pH pode exercer grande influência sobre os valores de condutividade elétrica. Em águas com poucos sais solúveis e com baixos valores de pH ( $< 5$ ) o íon hidrogênio ( $H^+$ ) torna-se o principal responsável pelos valores de condutividade elétrica, e no caso de águas com pH alcalino ( $> 9$ ), ocorre caso semelhante.

De acordo com MAIER (1983), os rios brasileiros apresentam uma certa tendência para pH variando de ácido ( $< 7$ ) a neutro (7).



Em águas naturais o pH, em geral, é influenciado pelo conteúdo de ácido carbônico, carbonatos, bicarbonatos e por ácidos fortes, facilmente dissociáveis. O pH, sob influência antrópica, depende fortemente do uso e ocupação de uma bacia, variando de acordo com os efluentes domésticos e/ou industriais, tipo de uso do solo, dentre outros.

Trabalhos realizados por SANTOS (1993), nos córregos Água Quente e Água Fria ( São Carlos - SP ), mostraram o pH variando de 3,8 a 7,1. e SALAMI (1996) realizou trabalhos no rio Monjolinho ( São Carlos - SP ) e constatou valores de pH ligeiramente ácidos e maiores no período seco e menores no período de chuvas.

MATHEUS & TUNDISI. (1988), em estudos realizados na bacia hidrográfica do ribeirão e represa do Lobo, encontraram valores de pH levemente ácidos, variando de 5,4 (média) no córrego das perdizes a 6,5 (média) no ribeirão do Lobo. Os autores atribuíram a estes valores de pH a extensão da bacia do córrego das perdizes (muito pequena), está situada no interior do cerrado e não sofrer influências antrópicas.

Para ribeirão do Feijão observou-se valores de pH ligeiramente ácidos em praticamente todas as estações amostradas e nos dois regimes hidrológicos estudados (Figuras 12 a 19), corroborando com MAIER (1983).

Provavelmente estes valores devem-se principalmente à tipologia dos solos de cerrado que apresentam pH levemente ácidos . Não se pode no entanto, descartar a possível influência do uso e ocupação da bacia hidrográfica, no que se refere principalmente a poluição causada pela pecuária de corte e de leite, pela agricultura e pelo reflorestamento.

Os valores de pH para o ribeirão do Feijão estão em sua maioria dentro dos padrões para um rio de classe 2, que requer valores entre 6,0 e 9,0, de acordo com a Resolução N° 20 do CONAMA (BRASIL, 1991).

O teor de oxigênio dissolvido varia de um curso d'água a outro e ao longo do próprio curso d'água devido a alterações em suas características e, como consequência das condições climáticas (MATHEUS & TUNDISI, 1988)

As principais fontes de oxigênio para a água, são a atmosfera e a fotossíntese e as principais perdas são o consumo através da decomposição da matéria orgânica, as perdas para a atmosfera, a respiração da biota e a oxidação de íons metálicos.

Dados de concentração de oxigênio dissolvido nas águas, representam uma informação básica. A estrutura e funcionamento de qualquer ecossistema muda completamente quando passa de uma fase oxigenada para uma desoxigenada e vice-versa.

O oxigênio, por seu envolvimento direto nos processos básicos de produção e mineralização da matéria orgânica, é um dos principais fatores limitantes em ambientes aquáticos. x

A solubilidade do oxigênio na água, como de todos os gases, depende de dois fatores principais: temperatura e pressão. Assim, com a elevação da temperatura e diminuição da pressão, ocorre redução da solubilidade do oxigênio na água (ESTEVES, 1988). v

A difusão do oxigênio em determinados corpos d'água ocorre principalmente pela turbulência das águas, uma vez que a difusão molecular é desprezível.

No ribeirão do Feijão, registrou-se valores relativamente altos do oxigênio dissolvido, variando de 4,3 mg.L<sup>-1</sup> no período chuvoso a 9,0 mg.L<sup>-1</sup> no período seco. Pela análise da variação espacial (Figura 20) observaram-se valores maiores nas estações amostradas com temperaturas menores, diminuindo de acordo com o aumento da temperatura nos dois períodos estudados, sendo que, no período de seca, observaram-se valores ligeiramente maiores que no período de chuva, mostrando que realmente a temperatura influenciou em seus valores. O mesmo fenômeno aconteceu para a variação temporal nos dois períodos amostrados. (Figuras 21 a 27). No entanto, considerando-se os dois períodos estudados (seca e chuva) pode ser observado que no período de chuva, além da temperatura, a oxidação da matéria orgânica também contribuiu para a redução nos níveis de oxigênio dissolvido.

Os valores de oxigênio dissolvido estão de acordo com os recomendados pela Resolução 20 do CONAMA, para os corpos d'água de classe 2 ( $\geq 5$  mg.L<sup>-1</sup>)

Segundo ESTEVES (1988.), a condutividade elétrica de uma solução é a capacidade que esta solução tem em conduzir corrente elétrica. Esta capacidade é função da concentração de íons presentes e, espera-se, que quanto maior for a concentração iônica de uma solução, maior será sua condutividade elétrica. A atividade iônica de uma solução é função da temperatura, aumentando cerca de 2% a cada grau centígrado.



A condutividade elétrica da água é uma variável extremamente importante nos estudos limnológicos por fornecer informações sobre o metabolismo do ecossistema e sobre fenômenos importantes que venham a ocorrer na sua bacia de drenagem, como por exemplo, informações sobre a magnitude da concentração iônica, onde os macronutrientes (cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonato, cloreto, etc.) são os principais responsáveis e a sua variação diária fornece informações relacionadas com a produção primária (redução dos valores) e decomposição (aumento dos valores). A condutividade elétrica pode ainda auxiliar da detecção de fontes poluidoras do ecossistema aquático e detectar diferenças geoquímicas nos afluentes de um rio principal.

Estudos realizados em bacias hidrográficas com geologia e pedologia semelhantes à do ribeirão do Feijão por MATHEUS & TUNDISI (1988) e SANTOS (1993) demonstram valores de condutividade próximos aos encontrados no presente estudo. RIOS (1993) estudando a bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão encontrou valores ligeiramente maiores no período de chuva, nos pontos de coletas situados no ribeirão do Feijão.

A análise da variação espacial da condutividade elétrica nas estações de coletas (Figura 29), revelou a ocorrência de valores maiores na estação 01, próxima às nascentes do ribeirão do Feijão, nos dois períodos amostrados (seca e chuva). Provavelmente estes valores são devidos à concentração iônica da água de nascentes e às temperaturas elevadas no momento das coletas (entre 10 e 12 horas). Nas estações 06 e 07, também observou-se condutividade elétrica altas em relação às outras estações. No caso da estação 06 ocorre um ligeiro represamento no rio para captação de água onde provavelmente ocorre uma maior decomposição da matéria orgânica, e na estação 07, o ribeirão Laranja Azeda recebe uma carga muito

grande de poluição oriunda do “lixão”, através do córrego São José, o que deve ter elevado os valores de condutividade elétrica.

Outro fator que pode ter influenciado na menor condutividade elétrica nas estações 02, 03, 04 e 05, é a presença da mata ciliar que exerce um efeito muito forte na absorção de íons dissolvidos.

Entretanto, os valores de condutividade elétrica verificados na bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão não apresentaram variações significativas. Além disso, os resultados de condutividade demonstraram que a mesma pode ser considerada como baixa ou muito baixa.

Qualquer corpo d'água possui material sólido em suspensão. Os sólidos suspensos são responsáveis pela turbidez da água e são em sua maioria de origem alóctone, como por exemplo, a argila, a sílica, os resíduos industriais e domésticos. Os sólidos autóctones são derivados principalmente a partir de organismos vivos, especialmente da algas planctônicas.

Grandes quantidades de sólidos suspensos causam vários impactos no ambiente, tais como, o prejuízo da fotossíntese através da pouca transparência da água, impedindo assim a penetração dos raios luminosos, a obstrução das brânquias dos peixes, prejudicando e até impedindo sua respiração, a diminuição da taxa de oxigênio dissolvido através do processo de decomposição de sólidos orgânicos, além de aumentar sensivelmente a capacidade abrasiva ou erosiva da água, dentre outros.

Quando a principal fonte de sólidos suspensos é a presença de indivíduos vivos (planctônicos), pode-se inferir que ocorra uma boa produtividade aquática, servindo para avaliar o grau de eutrofização de um

determinado corpo d'água. Se esta fonte for alóctone, pode-se discutir, por exemplo, sobre a pedologia e a geologia da bacia hidrográfica em estudo.

Analisando os valores de materiais sólidos totais suspensos para o período de seca, verificou-se uma variação espacial crescente de montante para jusante (Figura 36). Os maiores valores foram observados na estação 07, no ribeirão Laranja Azeda, sendo que, os sólidos orgânicos contribuíram com aproximadamente 95% dos sólidos totais, evidenciando, assim, os efeitos da poluição orgânica na bacia do ribeirão Laranja Azeda.

No período de chuvas os sólidos inorgânicos contribuem com uma carga maior para os sólidos totais, e mais uma vez a estação 07 apresentou os maiores valores, cerca de 71%. Em todas as estações os sólidos inorgânicos apresentaram valores maiores no período de chuva. Isto pode ser explicado pelo uso inadequado da bacia hidrográfica, causando erosão do solo e o conseqüente carreamento de materiais, principalmente de argila e sílica, para o leito dos rios .

A variação temporal (Figuras 37 a 43, 45 a 51 e 53 a 59), foi caracterizada no período seco, pela forte elevação dos valores de sólidos totais, especialmente dos sólidos inorgânicos nos dias 13, 15 e 20/08/96. Isto aconteceu devido as chuvas que caíram nos dias 10, 11 e 14/08/96 erodindo e lixiviando materiais sólidos para o leito dos rios.

Os valores de sólidos totais suspensos apresentaram-se muito abaixo dos valores máximos permitidos pela Resolução 20 do CONAMA ( $500\text{mg.L}^{-1}$ ) para os rios de classe 2.



Dentre as variáveis que exercem influência na temperatura de um rio, destacam-se a radiação solar, a evaporação, e a precipitação.

Segundo HYNES (1970), na grande maioria dos casos, a variação diária da temperatura da água assume uma importância maior que a variação sazonal.

Em locais onde não existe mata ciliar, e portanto sombreamento, a temperatura da água tende a ser mais elevada devido a sua exposição à radiação solar direta .

MAITLAND (1978), afirma que na maioria dos sistemas lóticos as temperaturas mais baixas são registradas nas suas nascentes, aumentando gradativamente ao longo do seu curso.

MARGALEF (1983), disse que a flutuação diária da temperatura das águas dos rios é relativamente ampla, devido principalmente a pequena profundidade e à turbulência, comuns nestes sistemas, tenderem a destruir gradientes e impedirem a formação de termoclinas.

SANTOS (1993), encontrou menores valores de temperatura da água nas nascentes dos córregos estudados, com um aumento ao longo dos seus cursos. A autora atribuiu este fenômeno à presença de matas ciliares nas nascentes e os desflorestamentos marginais ao longo dos rios, além do horário das coletas, quando ocorreu um aumento da radiação solar a partir do primeiro ponto amostrado.

RIOS (1993), encontrou para os ribeirões e córregos da bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão uma variação temporal seguindo a variação

do clima, com águas mais quentes no verão e mais frias no inverno, e uma variação espacial com tendências da temperatura da água serem mais baixas próximo às nascentes e mais altas próximo à foz. v

No presente estudo, a análise da variação espacial da temperatura da água revelou valores maiores nas estações 01, 06 e 07, nos dois períodos amostrados (Figura 60). Estas estações estão desprovidas de mata ciliar recebendo radiação solar direta, o que contribuiu para o aumento da temperatura da água. Além disso, a estação 01 foi sempre a última a ser amostrada ( entre 9:30 e 12 horas) obviamente com a temperatura do ar mais elevada, e a estação 06 com o represamento, as águas do ribeirão ficam mais tempo expostas à radiação solar. É importante enfatizar que a estação 06 foi a primeira a ser amostrada, no horário entre 7:45 a 8:35 horas, com exceção do dia 05/08/96 quando a coleta foi realizada à 9:20 horas.

As outras estações de coleta possuem mata ciliar relativamente densa, o que pode ter influenciado nas temperaturas mais baixas ali registradas, devido ao sombreamento.

Não se pode, no entanto, afirmar que a temperatura da água aumenta de jusante para montante do rio estudado, visto que, os horários de coletas ( tabelas 4 e 5) não foram os mesmos para as diversas estações. Entretanto, ficou caracterizado que o aumento da radiação solar ao longo do dia influencia no aumento da temperatura da água.

Segundo GOLDMAN & HORNE (1983) apud RIOS (1993), os rios apresentam uma mudança pronunciada na sazonalidade das concentrações de nutrientes de um ano para outro. Estas mudanças nos sistemas fluviais não

perturbados não são bem entendidas, pois uma combinação de vários fatores controlam o fluxo de nutrientes nos rios

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo aquático. Esta importância deve-se principalmente à sua participação na formação de proteínas, um componente básico da biomassa. Quando presente em baixas concentrações, pode atuar como fator limitante na produção primária de ecossistemas aquáticos.

O nitrogênio pode estar presente nos ambientes aquáticos como nitrogênio inorgânico, sob a forma de: nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), amônia ( $\text{NH}_3$ ), íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ); de nitrogênio orgânico dissolvido (peptídeos, aminas, aminoácidos, etc.) e de nitrogênio orgânico particulado ( bactérias, fito e zooplâncton, etc.), dentre outras.

Os rios são os principais agentes de transporte da matéria orgânica do continente para os oceanos. De acordo com MARGALEF (1991), as águas continentais ocupam uma posição especial na regulação do ciclo do nitrogênio na biosfera.

Segundo HYNES (1970), as principais fontes de nitrogênio são dominadas pelos teores de nitrato e amônia da chuva, pela fixação e denitrificação biológica, pelo fogo e erosão naturais e pela quantidade de nitrogênio reciclado pela vegetação ou contido na camada húmica.

O nitrito ocorre em ambientes aquáticos como um componente resultante da redução bacteriana do nitrato e representa uma fase intermediária entre o nitrato (forma mais oxidada) e o amônio (forma mais reduzida).



Segundo ESTEVES(1988), o nitrito é encontrado em baixas concentrações em ambientes aquáticos com altas concentrações de oxigênio.

Em ambientes anaeróbios, como o hipolíminio de lagos eutróficos em período de estratificação ou em rios com altas taxas de matéria orgânica, este íon ocorre em altas concentrações.

O fitoplâncton na ausência de amônio ou nitrato, pode assimilar o nitrito. Neste caso, o nitrito é reduzido (no interior da célula) a amônio por meio da enzima nitrito-redutase. Em altas concentrações, o nitrito é fator limitante para a maioria dos organismos aquáticos (Mc CARTHY & GOLDMAN, 1979).

Teores de nitrito amostrados no Ribeirão das Antas por LAGE FILHO (1996) foram bem maiores, mesmo nas estações menos impactadas, que os detectados no presente estudo. Isto pode ter ocorrido devido ao tipo de vegetação da área, a geologia e o uso e ocupação da bacia hidrográfica estudada por este autor serem diferentes aos da bacia do ribeirão do Feijão.

MATHEUS & TUNDISI (1988) e SANTOS (1993) encontraram valores de nitrito para a bacia hidrográfica do Ribeirão e Represa do Lobo e córregos Água Quente e Água Fria, respectivamente, muito semelhantes aos que foram encontrados, neste trabalho, para a bacia do ribeirão do Feijão.

O nitrito determinado na bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão em termos espaciais e temporais (Figuras 76 a 83), apresentou valores baixos em todas as estações de coletas nos dois períodos amostrados, no entanto, no período de chuva, seus valores sofreram um ligeiro aumento. Os baixos valores podem ser explicados pelos altos teores de oxigênio da água,

notadamente no período seco, proporcionando um processo de nitrificação bastante eficiente.

Os valores encontrados para o nitrito no ribeirão do Feijão, estão muito abaixo dos valores máximos recomendados pelo CONAMA ( $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$ ), para rios de classe 2.

Para a concentração de nutrientes, principalmente nitrogênio total e nitrato, foram registrados maiores valores na estação 01, próximo às nascentes do ribeirão do Feijão. Isto pode ter ocorrido devido à piscicultura e criação de gado de leite em uma fazenda situada na base da serra do Cuscuzeiro, e à erosão causada pelas corredeiras e cachoeiras à montante da estação 01.

Dentre as diferentes formas nitrogenadas, o nitrato e a amônia são de extrema importância para os ecossistemas aquáticos, que por serem facilmente assimiláveis, constituem-se nas principais fontes de nitrogênio para os produtores primários.

Os valores de nitrato encontrados no ribeirão do Feijão podem ser considerados baixos (Figuras 68 a 75), se comparados com os valores encontrados por LAGE FILHO (1996) para o ribeirão das Antas (MG). No entanto, para a região estudada, estes resultados estão próximos aos encontrados por MATHEUS & TUNDISI (1988) e SANTOS (1993).

Os teores de nitrato determinados no ribeirão do Feijão estão abaixo dos valores máximos recomendados pela Resolução 20 do CONAMA ( $10 \text{ mg.L}^{-1}$ ), para os rios de classe 2.

O teor de amônia em águas é variável. Em águas com boa oxigenação e não poluídas, suas concentrações variam entre 1 a 3  $\mu\text{moles.L}^{-1}$ . Em meios anóxicos, onde ocorre alta mineralização anaeróbia da matéria orgânica, são encontrados altos teores de amônia.

A amônia dissolvida na água encontra-se sob forma ionizada,  $\text{NH}_4^+$  e não ionizada  $\text{NH}_3$ .

Os teores de amônia encontradas por RIOS (1993) para os pontos de coletas no ribeirão do Feijão são semelhantes aos encontrados neste trabalho, entretanto, SANTOS (1993) afirma que os valores de amônia encontrados nos córregos Água quente e Água fria estão bem acima dos valores usualmente encontrados para os rios da região Leste.

Para a amônia, em termos espaciais (Figura 84), observaram-se os maiores valores no período seco, em todas as estações de coletas, especialmente nas estações 03, 01 e 07, respectivamente. Provavelmente isto ocorreu devido a poluição difusa proveniente do uso da agricultura e pecuária e pontual, relacionada com esgotos oriundos das sedes de fazendas, currais de gado de leite, dentre outros.

Temporalmente os teores de amônia (Figuras 85 a 91), apresentaram maiores valores nos dias 07, 09 e 13/08/96, provavelmente devido ao carreamento pela chuva, de materiais oriundos das atividades desenvolvidas ao longo da bacia, principalmente da criação de gado de leite e das piscicultura.



O fósforo desempenha importante papel nos sistemas biológicos por participar dos processos fundamentais dos seres vivos, tais como: armazenamento de energia e estrutura da membrana celular.

O fósforo é considerado ainda, como o maior fator limitante da produtividade em águas continentais, além de ser apontado como principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas.

Para a variação espacial do fósforo total (Figura 101), observou-se valores maiores no período seco, especialmente na estação 02. No entanto, seus valores podem ser considerados normais para um corpo d'água não eutrofizado. Em termos temporal (Figuras 102 a 108), observou-se valores maiores nos dias 07 e 09/08/96 em praticamente todas as estações. Os valores elevados de fósforo total na estação 07 são devidos as influências do "lixão no ribeirão Laranja Azeda.

Estudos Ecológicos baseiam-se em descritores, ou variáveis de estado, os quais descrevem objetos de estudo. Estas variáveis são as características biológicas, ecológicas, físicas ou químicas, e os objetos são as unidades amostrais a serem estudadas (LEGENDRE & LEGENDRE, 1983), sendo que, geralmente, um grande número de descritores é utilizado para a descrição dos objetos de estudo.

Admitindo-se que cada um deles fosse representado por vetor, obter-se-ia para cada objeto uma representação multidimensional de seu estado, tornando-se difícil a sua interpretação, bem como, a do objeto.

Como a simples observação da dispersão dos objetos em relação a cada combinação possível de descritores muitas vezes não revela a estrutura

intrínseca dos dados, e a observação gráfica multidimensional que representaria os objetos em um gráfico com um número de eixos igual ao número de descritores só é perceptível num espaço de duas ou três dimensões (LEGENDRE & LEGENDRE, 1983), a utilização de métodos de ordenação numérica que permitem a projeção da dispersão multidimensional dos objetos em planos bidimensionais, objetivando tornar aparentes qualquer estrutura intrínseca a eles, torna-se uma ferramenta útil para estudos desta natureza (PIELOU, 1984).

A Análise dos Componentes Principais produz novos eixos, denominados eixos componentes principais, os quais são formados por uma função linear de todos os descritores, ponderados em relação à sua contribuição na formação do eixo, e que representam uma porcentagem da variabilidade total dos dados amostrados. Desta forma, é possível relacionar a distribuição dos objetos com as estruturas responsáveis por esta distribuição, num espaço de dimensões reduzidas, representativa da multidimensionalidade original.

A Análise dos Componentes Principais nos períodos de seca e chuva (Figuras 118 a 120), mostrou que os dados oriundos das coletas na seca, distribuíram-se principalmente na fração positiva do primeiro eixo componente principal, sendo, portanto, caracterizadas pelas concentrações de nitrito, oxigênio dissolvido e pelo pH, enquanto que os dados oriundos das coletas durante o período de chuva, que distribuíram-se ao longo da fração negativa do primeiro eixo componente principal, foram caracterizadas pela temperatura da água e pelas concentrações de fósforo total.

Aproximadamente metade das estações amostradas nos períodos de seca e chuva estão associadas à fração negativa do segundo eixo

componente principal, sendo, então, caracterizadas pelo material total em suspensão e material orgânico em suspensão, existindo também a predominância da fração orgânica desse material nas estações amostradas no período de seca, e da fração inorgânica no período da chuva.

Portanto, pode-se denominar o plano fatorial I-II, como sendo um plano de variação da coluna d'água, que separa parâmetros amostrados nos períodos de seca e de chuva.

Durante a estação seca o ambiente apresentou maior fração de material orgânico em suspensão, numa condição de maior oxigenação da água, nitrito e pH, enquanto que, no período da chuva, aumentou a quantidade material total em suspensão, predominantemente inorgânico, em um período de temperaturas mais elevadas e de maior concentração de fósforo total. A presença de altas concentrações de materiais sólidos inorgânicos no período de chuva provavelmente são de origem alóctone e carreados para os rios.

Na Análise dos Componentes Principais no período chuvoso (Figuras 121 e 122), três grupos de estações foram observados no plano fatorial I-II. O primeiro grupo, formado pelas coletas realizadas nos dias, 12/02, 17/02, 28/02 e 03/03 (correspondentes aos números 1, 3, 8 e 9) distribuíram-se na parte central do plano fatorial, indicando condição ambiental intermediária entre os demais grupos.

O segundo grupo, formado pelas coletas realizadas nos dias 19, 21, 24 e 26/02 (correspondentes aos números 4, 5, 6 e 7), distribuíram-se ao longo da fração negativa dos dois eixos componentes principais, sendo caracterizados pelas concentrações de nitrogênio total, material total em suspensão e pelo material orgânico em suspensão, sugerindo que a maior



fração do material total em suspensão é orgânica, com altos teores de nitrogênio.

O terceiro grupo, formado pelas coletas realizadas nos dias 14/02, 05/03 e 07/03 (correspondentes aos números 2, 10 e 11 no gráfico) distribuíram-se ao longo da fração positiva do segundo eixo componente principal, sendo caracterizados pelas concentrações de fósforo total e pelas baixas concentrações de nitrogênio total, uma vez que se distribuíram na fração oposta à área de influência dessa variável ambiental.

O plano fatorial I-II pode ser considerado um plano de variação entre as concentrações de nitrogênio total e fósforo total existentes no período da seca.

A Análise dos Componentes Principais para o período de chuva (Figuras 122 e 123) mostraram que as estações distribuem-se ao longo do segundo eixo componente principal. Observou-se que, na fração positiva desse eixo distribuem-se, predominantemente, as estações 1 (vermelho) e 7 (verde escuro), sendo caracterizadas pelas concentrações de nitrato e pela condutividade. Na fração negativa, distribuem-se as estações 2 (verde claro), 3 (azul) e 4 (amarelo), sendo caracterizadas pela temperatura e pelas concentrações de fósforo total. Na posição central do eixo, distribuem-se as estações 5 (rosa) e 6 (branco).

Ao longo da fração negativa do primeiro eixo componente principal, observou-se que as amostras distribuíram-se segundo um gradiente temporal. As amostras coletadas entre 12/02 e 21/02 (correspondentes aos números de 1 a 6) distribuíram-se no início da fração negativa.

As amostras coletadas entre 03/03 e 07/03 (correspondentes aos números de 9 a 11), distribuíram no final dessa fração, e as amostras coletadas em 26/02 e 28/02, ocuparam uma fração intermediária. Como essa fração é caracterizada pelo material em suspensão, verificou-se que ocorre um gradiente desse material ao longo do período de amostragem.

Portanto, pode-se considerar o plano fatorial I-II, como um plano de variação espacial (representada pelo segundo eixo componente principal) e temporal (representada pelo primeiro eixo componente principal).

Este estudo mostrou que o ribeirão do Feijão sofre sérios impactos antrópicos. Os principais impactos podem ser considerados a carga de materiais sólidos suspensos, orgânicos e inorgânicos, proveniente do “lixão” de São Carlos, e carreado para seu curso através do ribeirão Laranja Azeda, as atividades agrícolas e pecuárias desenvolvidas em sua bacia de drenagem, e o desmatamento da mata ciliar. Apesar disso, o Ribeirão do Feijão ainda apresenta uma água de boa qualidade no que se refere principalmente aos níveis de nutrientes encontrados.

## 7. CONCLUSÕES:

⇒ O pH da água do ribeirão do Feijão é levemente ácido, com uma leve tendência de aumento no período seco. Provavelmente, o uso do solo, e a própria composição pedológica das regiões de cerrados expliquem esta acidez.

⇒ O ribeirão do Feijão apresentou águas com boa condição de oxigenação nos períodos seco e de chuva. As várias corredeiras existentes ao longo do rio e os baixos teores de matéria orgânica encontrados explicam esta condição.

⇒ Os valores baixos ou muito baixos da condutividade elétrica encontrados permitem inferir que as águas analisadas possuem pouca concentração iônica, e condições não poluídas.

⇒ A variação espacial os materiais sólidos totais em suspensão, orgânicos e inorgânicos, aumentam de montante para jusante, indicando um certo grau de erosão ao longo do rio, além do aporte de materiais provenientes de atividades agrícolas e pecuárias, dentre outras.

⇒ Mudanças significativas das temperaturas da água e do ar, em termos espacial ou sazonal não existem, embora em locais desprovidos de mata ciliar, tenham apresentado valores maiores. Sazonalmente, as temperaturas tanto da água quanto do ar, foram mais elevadas no período de chuva. As mudanças ocorridas na temperatura da água em termos espaciais, foram atribuídas ao horário de coletas e a ausência da mata ciliar, com a



radiação solar incidindo diretamente na água e influenciando nos valores das temperaturas registradas.

⇒ Os teores de nutrientes podem ser considerados dentro dos padrões normais para rios oligotróficos, como é o caso do ribeirão do Feijão. Os teores de nitrito, considerados baixos, podem ser creditados aos altos índices de oxigênio dissolvido, indicando processos eficientes de nitrificação.

⇒ O ribeirão Laranja Azeda influi de maneira marcante na qualidade da água do ribeirão do Feijão com uma carga significativa de sólidos totais e nutrientes. Isto foi demonstrado através dos resultados obtidos nas estações de coletas no ribeirão Laranja Azeda e à jusante da confluência dos dois ribeirões.

⇒ A variação temporal da vazão do ribeirão do Feijão aumentou no período de chuva e diminuiu no período seco, evidenciando que a principal fonte de alimentação da bacia é a água das chuvas.

⇒ O ribeirão do Feijão sofre uma descontinuidade na estação 01, com uma queda do gradiente esperado para o contínuo fluvial, devido principalmente à criação de gado de leite, onde os efluentes são lançados diretamente no leito do rio, e a piscicultura, com os tanques construídos em uma área alagada, sendo alimentados com a água do rio. Nas estações 02, 03 e 04 pode-se observar uma certa depuração do rio, e na estação 05 observa-se nova descontinuidade, devido à entrada das águas do ribeirão Laranja Azeda.

⇒ O Ribeirão do feijão não segue os preceitos do contínuo fluvial, não corroborando portanto, com RIOS (1993)

⇒ Considerando as variáveis estudadas, pode-se concluir que o ribeirão do Feijão apresenta uma água de boa qualidade podendo inclusive ser considerado rio de classe especial até a confluência com o ribeirão Laranja Azeda, quando pode ser enquadrado como rio de classe 2, de acordo com a Resolução 20 do CONAMA.

⇒ A Análise dos Componentes Principais demonstrou uma nítida diferenciação nos resultados das coletas realizadas no período de seca e de chuva.

**ANEXO**



Tabela 1. Variação temporal e espacial dos valores de pH no período seco.

Data das coletas	$F_1$			$f_2$		$F_2$	$L_1$
	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
05.08.96	6,0	6,0	5,8	6,0	6,0	6,2	6,2
07.08.96	6,1	6,1	6,1	6,0	6,0	6,0	6,2
09.08.96	6,0	6,0	6,0	6,2	6,2	6,0	6,4
13.08.96	5,8	5,8	5,9	6,2	6,2	6,2	6,1
15.08.96	5,8	5,8	5,8	6,2	6,2	6,2	6,2
17.08.96	6,2	6,2	6,0	6,2	6,2	6,3	6,5
20.08.96	6,0	6,0	5,9	6,0	6,0	6,0	6,3
22.08.96	6,0	6,0	5,9	6,1	6,1	6,1	6,2
24.08.96	6,0	6,0	5,9	6,1	6,1	6,2	6,3
27.08.96	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,2	6,4
29.08.96	5,9	5,9	5,9	6,0	6,0	6,0	6,3

Tabela 2. Variação temporal e espacial dos valores de pH no período de chuva.

Data das coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
12.02.97	6,2	6,2	6,1	6,8	6,5	7,0	6,4
14.02.97	6,0	6,0	5,9	6,0	6,0	5,8	6,0
17.02.97	6,0	5,6	5,7	5,9	5,9	5,9	6,2
19.02.97	5,9	5,5	5,7	5,8	5,7	5,7	6,2
21.02.97	5,9	5,7	5,6	5,7	5,9	5,7	6,0
24.02.97	6,0	5,2	5,5	5,8	5,9	5,8	6,1
26.02/97	6,0	5,7	5,6	6,0	6,0	6,0	6,2
28.02.97	5,9	5,7	5,5	5,8	5,8	5,7	6,0
03.03.97	5,9	5,9	5,7	5,9	6,0	6,0	6,0
05.03.97	5,8	5,6	5,7	5,7	5,8	5,4	6,0
07/03/97	5,7	5,0	5,5	5,9	6	5,8	6,0

Tabela 3: Variação temporal e espacial dos valores de OD ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) no período seco.

Data das coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
05.08.96	6,9	8,0	7,9	8,3	8,4	9,0	8,5
07.08.96	7,6	8,0	8,8	8,5	8,4	8,6	9,0
09.08.96	6,7	7,4	7,2	8,1	8,1	8,2	7,6
13.08.96	7,5	7,4	7,1	8,0	7,6	7,7	7,6
15.08.96	6,0	6,3	6,4	8,2	7,5	8,1	7,0
17.08.96	7,1	6,9	7,9	7,9	8,4	8,0	7,6
20.08.96	7,0	7,8	8,1	8,3	8,6	8,8	8,0
22.08.96	6,9	7,5	8,3	8,4	8,0	8,7	8,0
24.08.96	7,0	8,3	7,9	8,7	8,2	8,4	7,8
27.08.96	6,7	7,6	8,0	8,3	8,0	8,3	7,5
29.08.96	6,4	7,2	7,1	7,8	8,1	7,8	7,4

Tabela 3: Variação temporal e espacial dos valores de OD ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) no período de chuva.

Data das coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
12.02.97	6,6	5,9	5,6	6,4	6,5	5,8	6,4
14.02.97	5,7	5,2	5,6	6,4	6,2	5,5	6,1
17.02.97	5,7	5,5	5,8	6,1	6,5	6,4	6,2
19.02.97	5,8	5,0	5,8	6,4	6,3	6,2	6,7
21.02.97	5,7	5,7	6,0	6,3	6,2	6,4	5,9
24.02.97	5,4	4,3	5,3	6,2	6,3	6,0	5,5
26.02/97	5,3	5,0	5,5	6,2	5,8	5,9	5,8
28.02.97	5,3	5,0	5,9	6,4	5,9	6,1	6,5
03.03.97	6,2	6,2	6,6	7,1	7,0	6,2	6,9
05.03.97	6,3	6,6	6,3	6,8	7,1	6,9	6,5
07/03/97	6,4	5,8	5,8	7,0	6,4	6,3	6,4

Figura 5: Variação temporal e espacial da Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) no período seco.

Data das coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
05.08.96	20	9	6	6	11	12	16
07.08.96	20	10	9	12	7	12	17
09.08.96	20	10	8	6	10	17	16
13.08.96	27	13	9	10	13	13	18
15.08.96	29	15	9	9	21	18	22
17.08.96	24	12	7	7	14	13	17
20.08.96	23	12	9	7	12	20	17
22.08.96	22	11	8	7	13	15	17
24.08.96	22	11	7	7	12	15	16
27.08.96	22	10	7	7	11	13	17
29.08.96	23	11	7	7	12	32	18

Figura 6: Variação temporal e espacial da Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) no período de chuva.

Data das coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
12.02.97	29	12	7	7	10	13	18
14.02.97	26	12	8	7	8	34	15
17.02.97	26	9	6	14	11	17	18
19.02.97	27	8	6	6	15	17	18
21.02.97	28	12	8	8	16	16	19
24.02.97	28	7	6	6	8	18	18
26.02/97	26	10	7	6	9	13	18
28.02.97	29	13	8	8	11	15	15
03.03.97	27	14	9	9	13	14	19
05.03.97	27	14	8	9	15	15	19
07/03/97	26	11	7	7	15	11	18



Figura 7: Variação temporal e espacial dos valores de Materiais Sólidos Totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no período seco.

Data das coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
05.08.96	3,75	5,35	4,45	5,45	7,0	6,0	8,8
07.08.96	4,8	4,65	5,85	9,3	6,4	7,1	9,85
09.08.96	3,0	5,8	6,1	6,5	7,4	8,3	117,65
13.08.96	45,53	66,13	79,0	87,21	82,51	73,05	91,92
15.08.96	36,19	106,32	71,44	77,47	107,05	82,05	105,92
17.08.96	8,59	23,39	30,18	38,4	52,67	48,41	70,06
20.08.96	30,98	45,17	53,19	37,5	71,38	12,6	13,9
22.08.96	10,0	9,7	9,6	9,0	14,8	11,5	15,9
24.08.96	5,0	7,6	6,7	6,6	12,4	9,2	8,0
27.08.96	3,8	6,9	5,9	5,8	10	6,5	11,7
29.08.96	3,3	8,0	5,4	6,1	15,8	6,9	12,7

Figura 8: Variação temporal e espacial dos valores de Materiais Sólidos Totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no período de chuva.

Data das coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
12.02.97	5,5	11,5	9,33	14,17	20,17	13,0	16,5
14.02.97	24,83	22,83	11,33	12,17	17,17	21,5	46,33
17.02.97	13,7	6,0	8,5	12,83	17,67	15,67	32,5
19.02.97	13,33	8,67	11,0	10,33	25,67	16,5	24,0
21.02.97	10,0	29,33	10,17	13,0	18,0	16,83	21,5
24.02.97	23,0	41,5	13,0	14,7	14,67	14,33	23,83
26.02.97	14,7	13,0	16,67	18,33	18,67	19,5	21,83
28.02.97	12,5	8,67	10,83	11,83	14,0	13,0	20,83
03.03.97	11,17	13,7	12,0	13,5	15,67	13,33	24,33
05.03.97	17,0	15,67	13,67	14,67	19,5	15,5	20,83
07/03/97	13,5	12,0	15,0	17,0	21,0	15,33	19,33

Figura 9: Variação temporal e espacial dos valores de Materiais Sólidos Inorgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no período seco.

Data das coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
05.08.96	3,15	3,65	2,9	3,5	5,25	2,45	5,8
07.08.96	3,3	3,3	3,15	6,35	3,85	5,1	6,9
09.08.96	1,55	3,35	3,95	4,35	4,65	5,55	7,7
13.08.96	4,05	4,75	5,75	5,95	5,85	8,21	9,46
15.08.96	5,22	7,66	6,5	7,6	11,9	8,5	12,8
17.08.96	1,2	2,3	1,8	3,6	5,9	5,9	9,2
20.08.96	4,3	3,6	4,6	4,2	14,8	7,9	10,7
22.08.96	6,3	4,4	4,8	4,2	9	6,4	10,9
24.08.96	3,2	5,1	3,7	4,2	8,7	6,0	3,8
27.08.96	1,9	3,9	2,9	2,9	6,7	3,6	8,1
29.08.96	1,7	4,1	2,9	3,2	11,2	3,6	8,7

Figura 10: Variação temporal e espacial dos valores de Materiais Sólidos Inorgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no período de chuva.

Data das coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
12.02.97	3,83	7,33	4,33	8,33	10,83	6,33	9,5
14.02.97	18,7	14,67	4,17	5,5	8,5	14,67	33,83
17.02.97	8,5	0,83	4,17	6,5	8,33	7,83	24,0
19.02.97	10,5	5,83	7,0	6,67	18,33	11,0	16,67
21.02.97	5,33	6,67	3,83	6,5	15,0	11,17	14,33
24.02.97	16,67	13,83	5,33	6,67	7,17	8,0	17,5
26.02/97	10,67	7,17	9,67	10,5	12,67	13,0	15,33
28.02.97	8,33	3,83	5,33	6,0	8,33	7,67	11,67
03.03.97	4,5	7,67	7,5	6,83	8,67	11,0	17,5
05.03.97	9,83	7,5	4,5	6,0	9,17	6,0	11,67
07/03/97	8,83	5,83	7,83	8,33	15,5	8,67	13,5

Figura 11: Variação temporal e espacial dos valores de Materiais Sólidos Orgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no período seco.

Data das coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
05.08.96	0,6	1,7	1,55	1,95	1,75	1,55	3,0
07.08.96	1,5	1,5	2,7	2,95	2,55	2,0	2,95
09.08.96	1,45	1,45	2,65	2,15	2,75	2,75	109,95
13.08.96	41,48	60,18	73,25	81,26	76,66	64,84	82,46
15.08.96	30,92	98,66	64,94	69,87	95,15	73,55	93,12
17.08.96	7,39	24,09	28,38	34,8	46,77	42,51	60,86
20.08.96	26,68	41,57	48,59	33,3	56,58	4,7	3,2
22.08.96	3,7	5,3	4,8	4,8	5,5	5,1	5,0
24.08.96	1,8	2,5	3,0	2,4	3,7	3,2	4,2
27.08.96	1,9	3,0	3,0	2,9	3,3	2,9	3,6
29.08.96	1,6	3,9	2,5	2,9	4,4	3,3	4,0

Figura 12: Variação temporal e espacial dos valores de Materiais Sólidos Orgânicos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no período de chuva.

Data das coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
12.02.97	1,67	4,17	5,0	5,83	9,33	6,67	7,0
14.02.97	6,67	8,17	7,17	6,67	8,67	6,83	12,5
17.02.97	4,67	5,17	4,33	6,33	9,33	7,83	8,5
19.02.97	2,83	2,83	4,0	3,67	7,33	5,6	7,33
21.02.97	4,67	22,67	6,33	6,5	3,0	5,67	7,17
24.02.97	6,33	27,67	7,67	7,5	7,5	6,33	6,33
26.02.97	3,5	5,83	7,0	7,83	6,0	6,5	6,5
28.02.97	4,17	4,83	5,5	5,83	5,67	5,33	9,17
03.03.97	6,67	5,5	4,5	6,67	7,0	6,33	6,83
05.03.97	7,17	8,17	9,17	8,67	10,33	9,5	9,17
07/03/97	4,67	6,17	7,17	8,67	7,5	6,67	5,83





Figura 13. Variação temporal e espacial da Temperatura da Água (°C) no período seco

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
05.08.96	16,9	15,2	15,3	15,1	15,0	15,0	15,2
07.08.96	16,3	15,0	15,0	14,8	14,7	15,0	15,1
09.08.96	17,2	16,3	16,2	16,1	16,3	16,5	16,5
13.08.96	18,0	17,2	17,4	17,3	17,5	17,8	17,7
15.08.96	17,3	17,1	17,6	17,6	19,9	18,1	17,9
17.08.96	15,8	15,2	15,6	15,2	15,5	15,6	15,6
20.08.96	16,7	15,7	15,7	15,5	15,6	15,9	15,9
22.08.96	17,1	16,4	16,4	16,2	16,4	16,7	16,7
24.08.96	17,2	16,6	16,9	16,6	16,8	17	17,1
27.08.96	18,2	17,3	17,6	17,4	17,6	19,9	19,9
29.08.96	18,7	18,4	18,6	18,7	18,8	19,4	19,0

Figura 14. Variação temporal e espacial da Temperatura da Água (°C) no período de chuva

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
12.02.97	21,5	21,7	21,8	21,6	21,7	21,1	21,1
14.02.97	21,3	21,4	21,4	21,4	21,5	21,7	21,8
17.02.97	21,0	20,8	21,1	21,1	21,2	21,5	21,4
19.02.97	21,6	21,3	21,4	21,3	21,5	21,7	21,7
21.02.97	21,9	21,9	22,0	22,0	22,3	22,5	22,4
24.02.97	21,1	22,0	22,2	22,3	22,4	22,9	22,9
26.02/97	21,9	21,9	22,2	22,2	22,2	22,5	22,5
28.02.97	21,5	21,7	21,9	21,9	22,0	22,4	22,3
03.03.97	26,6	20,6	20,9	20,9	20,9	21,1	21,0
05.03.97	20,8	20,8	21,1	21,2	21,3	21,5	21,5
07/03/97	21,6	21,6	21,5	21,0	21,8	22,0	22,0

Figura 15: Variação temporal e espacial dos teores de Nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) no período seco.

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
05.08.96	461,77	190,61	113,74	113,27	137,82	148,21	195,21
07.08.96	204,38	109,96	76,43	75,49	49,99	51,40	69,35
09.08.96	72,65	104,29	71,71	49,52	62,74	67,93	92,96
13.08.96	369,21	302,63	116,10	150,10	158,60	136,4	157,18
15.08.96	337,10	152,93	88,24	95,32	112,79	126,96	130,27
17.08.96	301,68	183,63	79,27	79,74	142,07	107,13	148,21
20.08.96	126,49	98,15	76,9	54,24	74,54	61,79	87,29
22.08.96	207,71	87,77	73,13	52,82	68,88	62,74	62,74
24.08.96	245,49	86,82	96,27	72,18	76,90	58,49	64,15
27.08.96	259,66	92,01	63,68	49,99	62,27	83,04	83,52
29.08.96	289,88	102,40	48,57	51,40	76,43	63,13	59,90

Figura 16: Variação temporal e espacial dos teores de Nitrato ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) no período de chuva

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
12.02.97	18,35	18,35	15,52	19,29	25,90	25,90	66,21
14.02.97	41,49	30,63	19,29	25,43	28,74	19,77	69,47
17.02.97	59,90	17,88	13,63	19,29	27,79	29,68	75,34
19.02.97	43,85	10,79	12,21	16,46	27,32	15,99	67,52
21.02.97	52,82	22,13	20,71	22,13	40,07	32,51	106,0
24.02.97	40,07	6,07	7,96	9,38	13,63	14,10	20,03
26.02/97	45,74	15,04	8,90	11,74	14,10	21,64	60,99
28.02.97	42,27	21,18	15,99	17,88	21,18	24,02	59,04
03.03.97	39,60	16,46	13,15	17,88	25,90	21,65	49,90
05.03.97	28,74	19,29	11,27	14,57	19,29	21,65	29,03
07/03/97	32,52	9,85	7,49	7,02	19,29	12,21	25,77

Figura 17: Variação temporal e espacial dos teores de Nitrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) no período seco

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
05.08.96	0,63	2,80	0,75	0,69	1,38	1,26	2,06
07.08.96	0,29	4,0	6,26	1,21	0,52	1,03	2,75
09.08.96	0,58	3,38	6,92	0,35	0,69	0,63	1,49
13.08.96	0,63	2,92	2,63	4,23	3,38	2,23	1,49
15.08.96	0,46	4,92	0,69	0,63	0,75	0,86	1,26
17.08.96	0,75	4,80	0,63	0,58	1,15	0,86	1,61
20.08.96	0,63	6,80	6,86	0,64	1,15	1,09	1,66
22.08.96	1,32	0,69	1,21	1,49	2,18	1,83	2,46
24.08.96	1,32	3,78	2,06	1,55	4,23	1,09	1,55
27.08.96	1,15	1,55	1,03	1,03	1,78	1,55	2,63
29.08.96	0,98	4,29	1,09	1,09	2,01	1,95	2,29

Figura 18: Variação temporal e espacial dos teores de Nitrito ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) no período de chuva

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
12.02.97	4,18	3,55	2,63	2,69	3,50	3,95	5,60
14.02.97	0,58	0,46	0,41	0,41	0,52	0,86	0,98
17.02.97	0,98	0,98	0,98	1,09	1,26	1,09	1,38
19.02.97	0,98	0,98	0,92	0,98	1,03	0,98	1,21
21.02.97	0,98	0,98	0,86	0,75	1,32	1,32	1,72
24.02.97	0,86	1,32	0,92	0,98	0,92	0,98	1,43
26.02/97	1,66	1,15	1,09	0,98	0,92	0,98	1,03
28.02.97	0,98	0,86	0,69	0,75	0,69	0,92	1,38
03.03.97	1,03	0,98	0,75	0,75	1,15	1,26	1,83
05.03.97	0,86	0,92	0,75	0,75	1,66	1,26	1,83
07/03/97	0,86	0,98	0,75	0,86	0,98	0,92	1,03



Figura 19: Variação temporal e espacial dos teores de Amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) no período seco

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
05.08.96	51,81	27,47	12,72	14,94	31,9	28,21	71,72
07.08.96	68,77	40,01	176,45	48,12	17,89	29,69	41,49
09.08.96	56,24	30,42	133,68	23,79	39,27	30,42	59,92
13.08.96	75,41	48,12	65,09	203,48	148,43	38,54	51,07
15.08.96	37,06	97,54	51,07	23,79	43,7	27,47	37,06
17.08.96	62,87	51,81	21,57	14,20	38,54	26,0	64,35
20.08.96	65,09	64,35	183,09	16,41	35,59	24,52	44,44
22.08.96	53,29	30,42	68,04	12,72	32,64	16,41	41,49
24.08.96	40,75	22,31	43,70	26,74	30,42	15,67	21,57
27.08.96	51,81	12,72	18,62	10,51	44,44	22,31	43,70
29.08.96	88,12	26,0	12,72	25,26	23,31	23,79	41,49

Figura 20: Variação temporal e espacial dos teores de Amônio ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) no período de chuva

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
12.02.97	69,51	48,86	38,54	51,07	56,97	53,29	55,50
14.02.97	67,30	26,0	22,31	27,47	26,74	21,57	26,0
17.02.97	14,94	14,94	17,89	19,33	23,05	19,36	32,64
19.02.97	12,72	12,72	13,46	11,99	17,89	11,99	19,36
21.02.97	34,11	34,11	18,62	14,94	25,26	17,89	34,11
24.02.97	54,76	10,51	10,51	9,77	13,46	11,99	21,57
26.02/97	30,42	20,84	22,31	20,84	19,36	34,11	88,69
28.02.97	42,96	13,46	23,05	12,72	14,94	17,15	23,05
03.03.97	54,02	9,04	11,99	11,25	19,36	11,99	28,95
05.03.97	60,66	19,36	11,99	14,20	23,05	11,99	19,36
07/03/97	54,76	17,89	11,25	15,67	17,89	9,04	15,67

Figura 21: Variação temporal e espacial dos teores de Nitrogênio Total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) no período seco.

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
05.08.96	596,53	307,56	186,24	204,50	275,60	256,03	370,84
07.08.96	173,84	89,69	153,62	70,13	66,86	123,31	113,83
09.08.96	328,44	166,67	173,84	64,26	113,83	88,39	128,83
13.08.96	535,22	400,19	430,20	467,38	455,64	278,86	312,78
15.08.96	414,54	449,11	234,51	248,20	330,39	322,57	347,35
17.08.96	430,20	268,43	205,80	173,19	277,56	235,81	470,64
20.08.96	348,01	179,61	211,68	85,78	164,06	120,35	142,53
22.08.96	303,65	148,40	133,40	83,17	107,96	106,0	123,61
24.08.96	401,49	149,05	121,01	112,53	126,22	85,78	104,70
27.08.96	212,33	97,52	57,08	59,04	135,36	129,49	96,87
29.08.96	244,29	124,92	66,21	85,13	114,48	96,87	136,66

Figura 22: Variação temporal e espacial dos teores de Nitrogênio Total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) no período de chuva.

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
12.02.97	82,52	69,47	46,0	68,17	79,91	69,47	66,21
14.02.97	93,61	68,17	77,95	52,51	57,08	76,65	69,47
17.02.97	107,31	70,78	66,21	68,17	79,26	78,61	75,34
19.02.97	93,61	62,95	58,38	75,34	90,35	69,47	67,52
21.02.97	118,4	60,34	64,26	59,04	78,61	66,86	106,0
24.02.97	100,78	84,48	39,47	30,99	32,29	30,34	29,03
26.02/97	64,26	62,95	39,47	45,34	52,51	53,17	60,99
28.02.97	60,34	60,34	36,86	37,51	40,12	40,12	59,04
03.03.97	49,25	24,46	32,94	25,12	24,46	30,34	49,90
05.03.97	27,73	22,51	29,68	27,73	33,60	22,51	29,03
07/03/97	27,73	22,51	19,90	20,55	27,73	28,38	25,77



Figura 23: Variação temporal e espacial dos teores de Fósforo Total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) no período seco

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
05.08.96	13,51	34,17	20,94	21,58	23,20	23,52	23,20
07.08.96	43,53	65,48	71,30	43,21	39,66	31,27	25,78
09.08.96	26,42	36,43	38,05	38,69	39,98	39,66	44,18
13.08.96	19,65	30,21	29,65	31,59	28,04	22,55	23,52
15.08.96	30,62	57,41	36,11	39,66	29,98	30,62	33,20
17.08.96	33,53	56,45	32,88	34,17	38,98	31,59	22,55
20.08.96	21,90	49,34	41,27	31,59	27,72	30,62	26,10
22.08.96	26,75	43,53	27,39	31,27	27,72	27,72	30,62
24.08.96	21,90	46,44	18,03	21,26	23,84	21,26	20,94
27.08.96	41,60	62,26	47,08	39,66	31,59	43,21	47,73
29.08.96	11,57	50,96	47,08	46,44	43,21	47,73	24,16

Figura 24: Variação temporal e espacial dos teores de Fósforo Total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) no período de chuva.

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
12.02.97	23,84	31,59	33,85	31,91	42,89	40,95	43,21
14.02.97	21,90	27,08	19,0	19,0	21,90	30,62	34,49
17.02.97	21,58	31,27	29,65	31,91	31,59	30,30	34,49
19.02.97	24,49	79,69	26,1	32,56	30,30	28,36	32,23
21.02.97	22,87	27,72	24,81	24,16	29,98	25,46	28,04
24.02.97	23,20	23,20	24,49	19,0	21,26	22,55	21,26
26.02/97	20,94	31,91	33,53	31,27	26,75	27,07	31,91
28.02.97	21,26	25,46	22,87	21,58	24,16	22,87	30,30
03.03.97	19,0	22,87	19,97	18,35	23,20	21,90	26,10
05.03.97	22,87	25,13	19,0	16,74	20,29	23,52	25,13
07/03/97	20,94	26,75	29,33	26,42	33,20	26,42	36,75



Figura 25: Variação temporal e espacial da Temperatura do Ar (°C) no período seco.

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
05.08.96	26,5	25,5	25,3	24,3	24,3	21,0	24,3
07.08.96	25,0	24,0	22,0	18,0	18,0	17,0	18,0
09.08.96	27,3	27,0	24,0	23,0	22,5	22,0	22,5
13.08.96	24,0	22,0	18,6	18,0	18,0	17,0	18,0
15.08.96	19,0	18,5	18,0	16,7	16,7	16,5	16,7
17.08.96	15,0	14,5	13,8	12,5	12,5	10,8	12,5
20.08.96	22,0	21,0	20,6	20,0	20,0	19,5	20,0
22.08.96	23,5	23,0	21,3	17,0	17,0	15,3	17,0
24.08.96	22,9	21,5	20,5	18,0	18,0	16,3	18,0
27.08.96	27,5	24,0	22,5	19,0	19,0	18,1	19,0
29.08.96	21,0	20,0	19,0	17,2	17,2	16,8	17,2

Figura 26: Variação temporal e espacial dos teores da Temperatura do Ar (°C) no período de chuva.

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
12.02.97	28,0	27,2	25,5	22,0	22,0	19,20	24,0
14.02.97	26,0	25,5	26,0	24,0	24,0	20,0	20,4
17.02.97	27,3	27,0	26,6	26,5	26,5	26,0	26,5
19.02.97	28,0	27,0	25,7	24,0	24,0	23,0	25,5
21.02.97	26,0	25,5	25,3	23,0	23,0	20,0	23,5
24.02.97	28,4	27,7	26,7	25,5	25,5	25,0	26,0
26.02/97	26,0	25,8	25,0	23,4	23,4	22,0	24,5
28.02.97	23,9	22,8	22,5	20,0	20,0	19,5	22,0
03.03.97	25,7	25,6	25,0	22,0	22,0	20,0	23,0
05.03.97	25,0	24,5	24,0	22,0	22,0	21,02	23,5
07/03/97	27,0	25,5	24,3	22,0	22,0	21,0	24,0

## HORÁRIO DAS COLETAS (período seco)

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
05.08.96	12:00	11:10	10:35	9:50	9:55	9:20	10:25
07.08.96	10:55	10:30	9:55	9:20	9,25	8:30	9:49
09.08.96	10:25	9:55	9:20	8:50	8:55	8:20	9:10
13.08.96	10:35	10:05	9:40	9:05	9:10	8:35	9:30
15.08.96	10:05	9:35	9:05	8:30	8:35	8:00	8:55
17.08.96	10:05	9:35	9:05	8:30	8:35	8:00	8:55
20.08.96	10:10	9:45	9:15	9:40	9:45	8:15	9:15
22.08.96	9:50	9:20	8:55	8:25	8:30	7:55	8:45
24.08.96	9:30	9:10	8:40	8:10	8:15	7:45	8:30
27.08.96	10:00	9:35	9:10	8:40	8:45	8:15	9:00
29.08.96	10:00	9:30	9:00	8:30	8:35	8:00	8:50

## HORÁRIO DAS COLETAS (período de chuva)

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
12.02.97	10:55	10:25	9:50	8:50	8:55	8:05	9:35
14.02.97	11:10	10:20	10:00	8:25	8:30	8:05	9:25
17.02.97	10:10	9:45	9:10	8:30	8:35	8:00	9:00
19.02.97	10:25	9:55	9:25	8:40	8:45	8:10	9:10
21.02.97	9:45	9:15	8:50	8:10	8:15	7:45	8:30
24.02.97	10:00	9:30	9:05	8:25	8:30	8:00	8:50
26.02/97	9:50	9:20	8:50	8:20	8:25	7:50	8:40
28.02.97	9:45	9:20	8:50	8:20	8:25	7:50	8:40
03.03.97	9:50	9:25	9:00	9:30	9:35	8:00	8:50
05.03.97	9:55	9:30	9:00	8:25	8:30	8:00	8:50
07/03/97	10:10	9:40	9:10	8:35	8:40	8:00	9:00

Tabela 29 - Variação espacial e temporal dos valores de turbidez (UNT) no período de seca.

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
05.08.96	4	4,3	3,3	5,7	7,7	9	9,7
07.08.96	4	3	5	6,7	2	7	8,3
09.08.96	2	3,3	4	4	7,3	7,3	9,7
13.08.96	4	1	1,3	3,5	8	8,7	10
15.08.96	4	8	7,3	12	20	17	18
17.08.96	0,3	0	1,3	0,3	5	3,3	5,3
20.08.96	1	2	0,7	0,3	3,7	2,3	4,3
22.08.96	5,3	0	3	1	3,3	4,7	6
24.08.96	0,7	1,3	0,7	0,7	2	3,3	5,7
27.08.96	1	1,7	2,3	2,7	1,3	1	2,7
29.08.96	10	8,7	10	10	1,3	5,3	1

Figura 30 - Variação temporal e espacial dos valores de turbidez (UNT) no período de chuva

Data coletas	Est.01	Est.02	Est.03	Est.04	Est.05	Est.06	Est.07
12.02.97	7	11,3	7	13	15,7	13	14,7
14.02.97	34	25,3	8,3	6,7	13	35	36,3
17.02.97	17	8	11	14	23	20	30
19.02.97	14	7	8	9	22	16	23,7
21.02.97	9	6,3	4,3	8	18	13	18,6
24.02.97	30,3	87	7	9,6	11,3	18	24
26.02/97	17	9	17	23	21	24	19,6
28.02.97	8	4	3	4	8	9	15
03.03.97	11	6	8	8,6	9	10	15
05.03.97	7,6	2	3,3	6	7,3	7	9,3
07/03/97	2	3,3	5	6,6	8,6	9,3	10



## 6. BIBLIOGRAFIA:

- APHA - American Public Health Association. (1985). *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. Byrd Prepress Springfield, Washington, 1134p.
- BARTARYA, S. K. (1993). *Hydrochemistry and rock weathering in a subtropical lesser Himalayan river basin in Kumaun, India*. Journal of Hydrology, vol. 146, n.1. p 149-174.
- BJORNBERG, A. J. S., TOLENTINO, M. (1959) *Contribuição ao Estudo da Geologia e Águas Subterrâneas em São Carlos*. São Paulo, Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia. 8(2)
- BRASIL, Leis, Decretos, etc. (1991). *Legislação Federal: controle da poluição ambiental (atualizado até agosto de 1991)* - São Paulo: CETESB, 249p (Série Documentos/Secretaria do Meio Ambiente, ISSN 0103-264X)
- CAMARGO, A. P.; PINTO, H. S.; BRUMINI, O.; PEDRO, Jr. M. J.; ORTOLONI, A.A. & ALFONSI, R. R. (1974). *Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo - Clima do Estado de São Paulo*. Sec. Agricultura do Estado de São Paulo, S. Paulo, Vol. I.
- CARMOUZE, J. P. (1995). *O Metabolismo dos Ecossistemas Aquáticos*. Edgard Blücher/FAPESP, 253p.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (1977). *Poluição das águas subterrâneas do Estado de São Paulo - estudo preliminar*. Gov. do Estado de São Paulo, S. Paulo, 88p.

ESTEVEES, F .A. (1988). *Fundamentos de Limnologia*. Interciência/FINEP. 575p

× FERRANTE, J. E. T. (1989). *Mapeamento Geotécnico regional da Bacia do Alto Jacaré-Guaçú, SP, com base nas aplicações de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas*. Dissertação de mestrado, EESC, USP, São Carlos.

FERRI, M. G. (1980). *Vegetação Brasileira*. Editora Itatiaia, SP, 157p

GILBOA, Y., MERO, F. and MARIANO, B. M. (1976). *The Botucatu aquifer of south America: Model of na Untapped Continental Aquifer*. In: Journal of Hydrology. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Co. 29(1/2)

GIBBS, R. (1970). *Mechanisms controlling world water chemistry*. In Impounded rivers-perspective for ecological management. Wiley - Interscience Publication, New York, 326p

GOEDERT, W. J. (1985). *Solos dos Cerrados: Tecnologias e Estratégias de Manejo*. São Paulo, Nobel: Brasília, EMBRAPA, Centro de Pesquisas Agropecuárias dos Cerrados, 422p.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO. R. S; OHSNTAD, M.A.M. (1978). *Methods for chemical analysis of fresh waters*. Boston, Blackwell. 214p.(IBP Handbook, 8)

GONÇALVES, A.R.L. (1986). *Geologia Ambiental da área de São Carlos - Tese de Doutorado, Inst. de Geologia, USP, São Paulo, 138p.*

- HYNES, H. B. N. (1970). *The ecology of running waters*. University Press, Liverpool, 555p.
- JUNK, W.J. (1980). *Áreas inundáveis - um desafio para a Limnologia*. Acta Amazonica, 10(4): 775-795.
- JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B. & R.E. SPARKS (1989). *The flood pulse in river-foodplain systems*. In: DODGE, D.P., ed. Proceedings of the international large river symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. v. 106, p 110-127.
- KOROLEF, F. (1976). *Determination of nutrients*. In: *Methods of seawater analysis*. GRASSNOF, K. (ed), Verlag. Chemic. Weinheim: 117-181.
- LAGE FILHO, A. L. (1996). *Características Ecológicas e Limnológicas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Antas no período de menores precipitações (Poços de Caldas - MG)*. Dissertação de Mestrado - EESC - USP, São Carlos, 192p.
- LEGENDRE, L. and LEGENDRE, P. *Numerical Ecology*. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1983. 419p.
- LIMA, W.P. (1986). *Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas*. Dpto. de Silvicultura, ESALQ - USP, Piracicaba, 242p.
- LOPES, A. S. (1983). *Solos sob Cerrado. Características, Propriedades e Manejos*. Instituto Internacional de Potassa, Piracicaba, 162p.
- Mc CARTHY, J.J. & GOLDMAN, J.C. (1979). *Nitrogen nutrition of marine phytoplankton in nutrient -depleted waters*. Science, 203:670-672



- MACKERETH, F.J.H.: HERON, J.: TALLING, F.J.(1978). *Water analysis: some revised methods for limnologists*. Freshwater Biological Association Scientific publication N<sup>o</sup>36. Kendall. Titus Wilson & Sons LTD.
- MAIER, M. H. (1983). *Geoecologia, hidrografia, hidroquímica, clima e processos antrópicos na bacia do Rio Jacaré Pepira (SP)*. Tese de Doutorado - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, 305p
- MAITLAND, P. S. (1978). *Biology of freshwater*. London: Blackwell & Sons Limited, 143p
- MARGALEF, R. (1983). *Limnologia*. Barcelona: Ediciones Omega S.A. 1010p
- MARGALEF, R. (1991). *Teoria de los sistemas ecológicos*. Universidade de Barcelona Publicaciones. 290p
- × MATHEUS, C. E., TUNDISI, J. G. (1988). *Estudo físico-químico e ecológico dos rios da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Lobo e Represa do Lobo (Broa)*. In TUNDISI, J. G. Limnologia e Manejo de Represas, Série Monografias em Limnologia. V.1, Tom I, p 419-472.
- MATTOS, A. (1984). *Bacia representativa do Rio Jacaré-Guaçu*. Publicação convênio EESC-DNAEE. São Carlos.
- MATTOS, E. (1968). *Levantamento Físico-Químico das Águas do Rio Jacaré-Guaçu - SP*. Convênio EESC-DNAEE.

- MINSHAL, G. W., PETERSEN, R. C. CUMMINS, K. W., BOTT, T L., SEDELL, J. R., CUSHING, C. E., VANNOTE, R. L. (1983). *Imterbiome comparison of stream dynamics*. Ecological monographs. V.53, n.1, p.1-25
- ODUM, E. P. (1983). *Ecologia*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 434p
- ✓ OLIVEIRA, J.B. & PRADO, H. (1984). *Levantamento pedológico semi detalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de São Carlos*. I Carta de solos. Inst. Agron. de Campinas, mapa escala 1:100.000
- ✓ OLIVEIRA, J.B. & PRADO, H. (1984). *Levantamento pedológico semi detalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de São Carlos*. II Memorial descritivo. Inst. Agron. De Campinas, Boletim Técnico, 98, 188p.
- PENTEADO, M. M. (1980). *Fundamentos de Geomorfologia*. 3. IBGE, Rio de Janeiro, 185p.
- PIELOU, E. C. *The interpretation of ecological data*. John Wiley & Sons, 1984. 263p.
- ✓ PRADO, H.; OLIVEIRA, J.B. & ALMEIDA, C.L.F. (1981). *Levantamento pedológico semi detalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de São Carlos*. I Carta de Solos. Inst. Agron. Campinas, mapa escala 1:100,000.
- QUEIROZ NETO, J. P. (1982) *Solos da região dos cerrados e suas interpretações*. Ver. Bras. Ci. Solo, 6(1): 1-12.

- ✕ RIOS, L. (1993). *Estudo Limnológico e fatores ecológicos em ribeirões e córregos da bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão (Estado de São Paulo)*. Dissertação de Mestrado - EESC, USP, São Carlos, 146p.
- ✕ SÃO PAULO, DEPARTAMENTO DE PROTEÇÃO AOS RECURSOS NATURAIS, DPRN (1989) *Mapa da vegetação Natural do Estado de São Paulo*. Folhas de Corumbataí e São Carlos. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, Escala 1:50.000
- ✕ SANTOS, M. F. (1993). *Subsídios para o planejamento conservacionista da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Feijão (São Carlos, Itirapina e Analândia, SP)*. Dissertação de Mestrado - EESC, USP, São Carlos, 222p
- SANTOS, M. J. (1993). *Estudo limnológico dos córregos da Água Fria e da Água Quente*. Dissertação de Mestrado. PPG - CEA - CRHEA - USP, 291p.
- SÉ, J.A. da S. (1992). *O Rio Monjolinho e sua bacia hidrográfica como integradores de sistemas ecológicos. Um conjunto de informações para o início de um processo de pesquisas ecológicas, de educação ambiental, planejamento e gerenciamento ambientais a longo prazo*. Dissertação de Mestrado - EESC - USP, São Carlos, 381p.
- SETZER, J. (1949). *Os solos do Estado de São Paulo*, IBGE, Rj., 337p.
- TEIXEIRA, C. TUNDISI, J.G. & KUTNER, M.B. (1965). *Plankton studies in mangrove II; the standing-stock and some ecological factors*. Bol. Inst. Oceanogr. São Paulo, 24:23-41.
- TOLENTINO, M. (1967). *Estudo crítico sobre o clima da região de São Carlos*. Concurso de monografias Municipais, São Carlos, 78p.



- TROPPEMAIR, H. (1971). *Estudo Fitogeográfico da Vegetação Ciliar do Rio Corumbataí*. Instituto de Geografia, USP. (Biogeografia, 3) São Paulo, 14p.
- TUNDISI, J. G. and BARBOSA, F. A. R.(1995). *Consevation of Aquatic Ecosystems: Present Status and Perspectives. Limnology in Brazil*, Rio de Janeiro: ABC/SBL, p 365-376
- TUNDISI, J.G. (1969). *Produção primária, "standing-stock", e fracionamento do fitoplânctom na região lagunar de Cananéia*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 131 p.
- VALDERRAMA, J. C. (1981). *The simulations analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters*. Mar. Chem., 10:109-122.
- VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R. & CUSHING, C.E. (1980). *The river continuum concept*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 37(1):130-137.
- VILLELA, S.M. e MATTOS, A. (1975). *Hidrologia Aplicada*, McGraw do Brasil, 245 p.
- WARD, J.W. & STANFORD, J.A. (1983). *The serial discontinuity concept in lotic ecosystems* - In: FONTAINE, T.D. & BARTELL, S.M., eds *Dinamics of lotic ecosystems*. Ann Arbor. Scien. Publ. Ann Arbor. Michigan, p. 347-3556.
- WARD, J.W. & STANFORD, J.A. (1995). *The serial discontinuity concept: extending the model to foodplain rivers*. Regul. Riv. Vol.11, 10 p.
- WETZEL, R.G.(1991). *On the teaching of limnology: need for a national initiative*. Limnol. Oceanogr., 36(1):213-215

WISLER, C.O. & BRATER, E.F. (1964). *Hidrologia*. SEDEGRA, Rio de Janeiro, 484p.