



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
HÍDRICOS E SANEAMENTO**



VALDIR MARTINIANO FERREIRA DA SILVA

**EFEITO DAS AÇÕES ANTRÓPICAS NA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA
DO RIACHO DO SILVA, EM MACEIÓ-AL**

**Maceió – AL
2011**

VALDIR MARTINIANO FERREIRA DA SILVA

**EFEITO DAS AÇÕES ANTRÓPICAS NA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA
DO RIACHO DO SILVA, EM MACEIÓ-AL**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento - PPGRHS – da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Ruberto
Fragoso Júnior

**Maceió - AL
2011**

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

- S586e Silva, Valdir Martiniano Ferreira da.
Efeito das ações antrópicas na qualidade da água da bacia do Riacho do Silva, em Maceió-AL / Valdir Martiniano Ferreira da Silva. – 2011.
178 f. : il., graf., e tabs.
- Orientador: Carlos Ruberto Fragozo Júnior.
Dissertação (mestrado Engenharia : Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2011.
- Bibliografia: f. 151-157.
Apêndices: f. 158-178.
1. Bacias hidrográficas – Alagoas. 2. Riacho do Silva (AL) – Qualidade da água. 3. Ações antrópicas. 4. Urbanização desordenada. 5. Qualidade ambiental.
I. Título.

CDU: 556.51(813.5)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
HÍDRICOS E SANEAMENTO



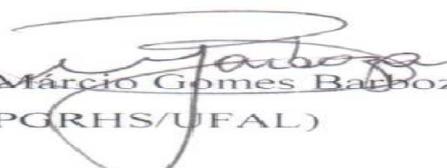
VALDIR MARTINIANO FERREIRA DA SILVA

**EFEITO DAS AÇÕES ANTRÓPICAS NA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA
DO RIACHO DO SILVA, EM MACEIÓ-AL**

Dissertação submetida à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Alagoas e aprovada no dia 30 de novembro de 2011.

Banca examinadora:


Prof. Dr. Carlos Ruberto Fragozo Júnior
(Orientador/PPGRHS/UFAL)


Prof. Dr. Márcio Gomes Barboza
(PPGRHS/UFAL)


Prof. Dr. Eduardo Lucena Amorim
(PPGRHS/UFAL)


Prof. Dr. David M. L. Motta Marques
(IPH-UFRGS)

Tabuleiro do Martins – CEP 57072-970 – Maceió – Alagoas
Tel/Fax: (82) 3214-1836
E-mail: ppgrhs@gmail.com
Homepage://www.ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgrhs

Dedico este trabalho

Aos meus pais Valdeci e Marisa;

*Aos meus queridos filhos: Janaína,
Camila, Gabriela, Isabela, Victor,
Pedro e Laura;*

À minha amada esposa Shirley;

*Aos sofridos moradores das
Áreas de Preservação Permanente
da bacia do Riacho do Silva.*

AGRADECIMENTOS

Ao grande e paciente educador e orientador Carlos Ruberto Fragoso Júnior a quem tenho o maior carinho e respeito;

Ao professor Márcio Gomes Barboza pelos conselhos, principalmente o que me fez pensar em trabalhar com um tema ligado ao meu trabalho;

À professora Cleuda Custódio por ter tido tanta paciência comigo na qualificação;

À professora Nélia Callado pelo material e pelas as explicações que me deu, com muita paciência e boa vontade;

Aos demais professores do PPGRHS pelas aulas, conselhos e à boa convivência neste período do curso;

Aos meus amigos de turma: Milena, Danilo, Samuelson, Wálber, Marcelle, Eliana, Florilda e Madalena pela ótima convivência que tivemos durante o curso e pelos grandes amigos que hoje somos;

Ao Laboratório de Saneamento Ambiental (LSA), representado pelo Professor Eduardo Lucena e pela Técnica em Laboratório Florilda Vieira, pela estrutura fornecida para as determinações das variáveis de qualidade da água bem como pela atenção dispensada;

Ao Laboratório de Hidráulica (LH), representado pelo Professor Vladimir Caramori e pela Técnica em Laboratório Simone, pela estrutura fornecida para as determinações de vazão bem como pela atenção dispensada;

Aos estudantes de graduação em Engenharia Ambiental: Andressa, Ticiane e Alson pela grande ajuda nas análises de laboratório;

Aos estudantes de graduação em Engenharia Ambiental Paulinho e Eric pela ajuda no levantamento de dados de campo referentes ao processo de extração de areia no Riacho do Silva;

Aos estagiários da SEMPMA: Gleice, Lailson, Bruno, Tatiana, Ana Maria e Rubens pela ajuda que me deram em algumas atividades de campo e de escritório;

Ao geógrafo e amigo Tony pela ajuda indispensável com a parte de localização dos pontos referentes às ações antrópicas nos mapas e criação de diagramas;

Ao meu amigo e professor do CECA-UFAL Cícero Calazans por ter me recomendado para este mestrado e pela força e entusiasmo que me transmitiu nesta caminhada;

Aos professores do CECA-UFAL Paulo Vanderley Ferreira e Paulo Vieira por terem me recomendado para este mestrado;

À grande figura humana e professora dedicada da UFCG Shoad Rached Farias pela força que me deu quando viajamos a Cabo Verde;

Em especial ao amigo do peito Francisco de Albuquerque Marques, mestre em Recursos Hídricos e Saneamento – UFAL, por me chamar para este mestrado e me incentivar o tempo todo.

RESUMO

Nos últimos vinte anos, a cidade de Maceió-AL passou por um processo de urbanização desordenada, como consequência do aumento populacional e da falta de planejamento, com significativa transformação em sua paisagem. A bacia hidrográfica do Riacho do Silva, totalmente inserida na área urbana desta cidade, com área aproximada de 10km², apresenta sérios problemas sócio-ambientais em decorrência principalmente de ocupações irregulares, notadamente nas encostas íngremes e nas margens do Riacho do Silva. Ações antrópicas como o lançamento de esgoto *in natura* no curso d'água e a disposição inadequada de resíduos sólidos são as principais das prováveis causas do processo de degradação da qualidade da água desta bacia. Com o objetivo de estudar as principais ações antrópicas (e.g. lançamento de esgotos, disposição inadequada de resíduos sólidos, desmatamento em APP e extração de areia do leito do curso d'água) e seus efeitos na qualidade da água da bacia do Riacho do Silva, procedeu-se a um levantamento dessas ações antrópicas, de indicadores sócio-econômicos e ambientais bem como coleta e análise de dados referentes aos aspectos de quantidade e qualidade da água da bacia do Riacho do Silva. Os resultados obtidos permitiram concluir que as atividades antrópicas promovem alterações na qualidade da água da bacia no que se refere às escalas espacial e temporal. Indicadores sócio-econômicos e ambientais revelaram uma população carente de assistência e de conhecimento e que praticamente inexistem ações do poder Público que favoreçam a mudança do estado atual da qualidade da água do Riacho do Silva.

Palavras-chave: Ações antrópicas. Qualidade da água. Urbanização desordenada. Qualidade ambiental.

ABSTRACT

In the last twenty years, Maceió city has faced an unordered urbanization process due to unplanned increase of the city inhabitant number and lack of planning, this fact has transformed the city landscape. The Riacho do Silva river basin is located right in the middle of the city urban area, this watershed has an area around 10 km², it presents several social and environmental problems due to irregular housing occupation, especially in areas of acute slope and on the Riacho do Silva riverbanks. Human activities like untreated wastewater releasing in the water course and solids waste inappropriate disposal are the main causes to water quality degradation occurred in that river basin. In this work the goal is to study the main human activities (e.g. wastewater releasing, solid waste disposal, illegal deforestation and economic river sand exploitation) and their effects on the Riacho do Silva watershed water quality, during this work period was studied the local human activities considered social, environmental and economic important to the river basin, when were collected and analyzed the main parameters related to the quality and quantity of that river basin water. The study results allowed concluding that human activities in the river basin area lead to a deterioration of the watershed water quality along the time. Social and economic aspects reveal the local population picture, those people have no governmental and public assistance, this lack of public action indicates to be the main cause of the actual Riacho do Silva water quality.

Key words: Human activities. Water quality, Unordered urbanization.
Environmental quality

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVOS	20
2.1	Objetivo geral	20
2.2	Objetivos específicos	20
3	REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1	A importância das APP para os recursos hídricos	21
3.2	Impactos ambientais	22
3.2.1	Conceito de impacto ambiental.....	22
3.2.2	Atributos principais dos impactos ambientais.....	23
3.2.3	Avaliação de impactos ambientais.....	23
3.3	Ações antrópicas potencialmente impactantes em bacias hidrográficas	24
3.3.1	Extração de areia em leitos de cursos d'água.....	24
3.3.2	Disposição inadequada de resíduos sólidos.....	25
3.3.3	Lançamento de esgotos.....	26
3.3.4	Desmatamento em APP.....	28
3.3.5	Aspectos legais	29
3.4	Qualidade da água	30
3.4.1	Conceito e importância.....	30
3.4.2	Variáveis de qualidade da água.....	31
3.4.3	Monitoramento da qualidade da água.....	38
3.4.4	A qualidade da água e a saúde.....	39
3.4.5	Classificação dos corpos d'água.....	40
3.5	O processo de Educação Ambiental	43
4	ÁREA DE ESTUDO	45
4.1	Localização e características gerais da bacia	45
4.2	Clima	45

4.3	Solos	48
4.4	Hidrografia	48
4.5	Geologia/Geomorfologia	50
4.6	Hidrogeologia	50
4.7	Uso e ocupação do solo	52
5	METODOLOGIA	56
5.1	Atividades de campo	56
5.1.1	Coleta de amostras de água.....	57
5.1.1.1	Pontos de coleta.....	57
5.1.1.2	Justificativa da escolha dos pontos de coleta de água.....	57
5.1.1.3	Coleta de amostras.....	60
5.1.2	Obtenção de dados de precipitação.....	61
5.1.3	Obtenção de dados de temperatura.....	62
5.1.4	Determinação de vazão.....	63
5.1.5	Levantamento de indicadores sócioeconômicos e ambientais da população das APP.....	65
5.1.6	Diagnóstico das ações antrópicas.....	65
5.1.6.1	Extração de areia.....	65
5.1.6.2	Disposição inadequada de resíduos sólidos.....	66
5.1.6.3	Lançamento de esgotos.....	67
5.1.6.4	Desmatamento em APP.....	67
5.2	Determinações analíticas em laboratório.....	68
5.3	Análise dos resultados obtidos.....	71
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	72
6.1	Monitoramento pluviométrico	72
6.2	Vazão	74
6.3	Indicadores socioeconômicos e ambientais da população das APP	76
6.3.1	Renda.....	76

6.3.2	Nível de escolaridade.....	77
6.3.3	Tipos de contato com a água do Riacho do Silva.....	78
6.3.4	Orientações do Poder Público sobre DVH.....	79
6.3.5	Orientações do Poder Público sobre problemas ambientais.....	80
6.4	Diagnóstico da ações antrópicas.....	81
6.4.1	Extração de areia.....	81
6.4.2	Disposição inadequada de resíduos sólidos.....	84
6.4.3	Lançamento de esgotos.....	87
6.4.4	Desmatamento em APP.....	91
6.5	Variáveis de qualidade da água.....	94
6.5.1	Potencial Hidrogeniônico (pH).....	94
6.5.2	Oxigênio Dissolvido (OD).....	96
6.5.3	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	99
6.5.4	Fósforo Total.....	102
6.5.5	Nitrogênio Amoniacal(NH_4^+).....	105
6.5.6	Nitrito (NO_2).....	108
6.5.7	Nitrato (NO_3).....	111
6.5.8	Cloreto (Cl^-).....	114
6.5.9	Condutividade Elétrica.....	117
6.5.10	Turbidez.....	119
6.5.11	Cor Aparente.....	122
6.5.12	Sólidos Dissolvidos Totais (SDT).....	125
6.5.13	Sólidos Sedimentáveis (SSed).....	128
6.5.14	Sólidos Totais (ST).....	131
6.5.15	Temperatura da Água	134
6.5.16	Temperatura do Ar.....	137
6.5.17	Coliformes Fecais (CF).....	139
6.6	Qualidade da Água e Temperatura do Ar no ponto CN.....	142
6.7	Análise de Componentes Principais (PCA).....	144

7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	148
	REFERÊNCIAS.....	151
	APÊNDICES.....	158

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Concentração de oxigênio dissolvido em rios do mundo.....	32
Figura 2 - Localização da Bacia do Riacho do Silva.....	46
Figura 3 - Pluviometria anual – Estação Maceió: período 1913-1991.....	47
Figura 4 - Histograma de precipitações mensais - Estação Maceió:1913-1991...	47
Figura 5 - Hidrografia da Bacia do Riacho do Silva.....	49
Figura 6 - Mapa Geológico da Bacia do Riacho do Silva.....	51
Figura 7 - Áreas ocupadas na bacia do Riacho do Silva.....	52
Figura 8 - Mapa digital de Terreno da bacia do Riacho do Silva.....	53
Figura 9 - Conflito entre ocupações e APP.....	54
Figura 10 - Distribuição espacial dos pontos de coleta de água na Bacia do Riacho do Silva.....	59
Figura 11 - Coleta de água e preparo de amostra para análise em laboratório...	60
Figura 12 - Coleta de dados de chuva na bacia do Riacho do Silva.....	62
Figura 13 - Medição da Temperatura na bacia do Riacho do Silva.....	62
Figura 14 - Molinete e medição de vazão na Bacia do Riacho do Silva.....	63
Figura 15 - Interface gráfica do software VANE 2.0/2004.....	64
Figura 16 - Aplicação de questionário com moradores das APP.....	65
Figura 17 - Pontos de disposição inadequada e análise de resíduos sólidos.....	66
Figura 18 - Visita a estabelecimentos que lançam esgoto no Riacho do Silva....	67
Figura 19 - Identificação de desmatamento em APP.....	68
Figura 20 - Determinações analíticas em laboratório.....	70
Figura 21 - Precipitação diária registrada pelo pluviômetro instalado na área de estudo entre os dias 01/08/2010 e 30/07/2011.....	72
Figura 22 - Histograma de precipitações mensais – Bacia do Riacho do Silva....	73
Figura 23 - Correlação entre chuva acumulada de 3 dias antecedentes (mm) e vazão (m ³ /s) na Bacia do Riacho do Silva.....	75
Figura 24 - Comportamento sazonal da vazão instantânea – Ponto C ₂	75
Figura 25 - Renda per capita mensal da população das APP da Bacia do Riacho do Silva.....	76

Figura 26 - Nível de escolaridade da população das APP da Bacia do Riacho do Silva.....	77
Figura 27 - Tipos de contato da população com a água do Riacho do Silva.....	78
Figura 28 - Orientação do Poder Público à população das APP sobre DVH.....	79
Figura 29 - Orientação do Poder Público à população das APP sobre problemas ambientais.....	80
Figura 30 - Localização dos pontos de extração de areia na bacia do Riacho do Silva.....	81
Figura 31 - Processo de extração, carregamento e transporte de areia na bacia do Riacho do Silva.....	82
Figura 32 - Erosão na APP devido à drenagem do líquido do material depositado.....	83
Figura 33 - Distribuição espacial dos pontos de disposição inadequada de resíduos sólidos na Bacia do Riacho do Silva.....	85
Figura 34 - Ponto de retenção de resíduos sólidos no Riacho do Silva.....	86
Figura 35 - Distribuição espacial dos principais pontos de lançamento de esgoto na Bacia do Riacho do Silva.....	89
Figura 36 - Distribuição espacial dos principais pontos de retirada da vegetação nas APP.....	92
Figura 37 - Variação espacial do pH no Riacho do Silva.....	95
Figura 38 - Variação temporal do pH no Riacho do Silva.....	95
Figura 39 - Variação sazonal no pH no Riacho do Silva.....	96
Figura 40 - Variação espacial da concentração de OD no Riacho do Silva.....	97
Figura 41 - Variação temporal da concentração de OD no Riacho do Silva.....	98
Figura 42 - Variação sazonal na concentração de OD no Riacho do Silva.....	99
Figura 43 - Variação espacial da DBO ₅ no Riacho do Silva.....	100
Figura 44 - Variação temporal da DBO ₅ no Riacho do Silva.....	101
Figura 45 - Variação sazonal da DBO ₅ no Riacho do Silva.....	102
Figura 46 - Variação espacial da Concentração de Fósforo Total no Riacho do Silva	103
Figura 47 - Variação temporal da Concentração de Fósforo Total no Riacho do Silva	104

Figura 48 - Variação sazonal da concentração de Fósforo Total no Riacho do Silva	105
Figura 49 - Variação espacial da concentração de Namoniacal no Riacho do Silva.....	106
Figura 50 - Variação temporal da concentração de Namoniacal no Riacho do Silva.....	107
Figura 51 - Variação sazonal da concentração de Namonical no Riacho do Silva.....	108
Figura 52 - Variação espacial da concentração de Nitrito no Riacho do Silva.....	109
Figura 53 - Variação temporal da concentração de Nitrito no Riacho do Silva.....	110
Figura 54 - Variação sazonal da concentração de Nitrito no Riacho do Silva.....	111
Figura 55 - Variação espacial da concentração de Nitrato no Riacho do Silva....	112
Figura 56 - Variação temporal da concentração de Nitrato no Riacho do Silva...	113
Figura 57 - Variação sazonal da concentração de Nitrato no Riacho do Silva.....	114
Figura 58 - Variação espacial da concentração de Cloreto no Riacho do Silva...	115
Figura 59 - Variação temporal da concentração de Cloreto no Riacho do Silva..	116
Figura 60 - Variação sazonal da concentração de Cloreto no Riacho do Silva....	116
Figura 61 - Variação espacial da Condutividade Elétrica no Riacho do Silva.....	117
Figura 62 - Variação temporal da Condutividade Elétrica no Riacho do Silva.....	118
Figura 63 - Variação sazonal da Condutividade Elétrica no Riacho do Silva.....	119
Figura 64 - Variação espacial da Turbidez no Riacho do Silva.....	120
Figura 65 - Variação temporal da Turbidez no Riacho do Silva.....	121
Figura 66 - Variação sazonal da Turbidez no Riacho do Silva.....	122
Figura 67 - Variação espacial da Cor Aparente no Riacho do Silva.....	123
Figura 68 - Variação temporal da Cor Aparente no Riacho do Silva.....	124
Figura 69 - Variação sazonal da cor aparente no Riacho do Silva.....	125
Figura 70 - Variação espacial da concentração de SDT no Riacho do Silva.....	126
Figura 71 - Variação temporal da concentração de SDT no Riacho do Silva.....	127
Figura 72 - Variação sazonal da concentração de SDT no Riacho do Silva.....	128
Figura 73 - Variação espacial da concentração de SSed no Riacho do Silva.....	129
Figura 74 - Variação temporal da concentração de SSed no Riacho do Silva.....	130
Figura 75 - Variação sazonal da concentração de SSed no riacho do Silva.....	131
Figura 76 - Variação espacial da concentração de ST no Riacho do Silva.....	132

Figura 77 - Variação temporal da concentração de ST no Riacho do Silva.....	133
Figura 78 - Variação sazonal da concentração de ST no riacho do Silva.....	134
Figura 79 - Variação espacial da Temperatura da água no riacho do Silva.....	135
Figura 80 - Variação temporal da Temperatura da água no riacho do Silva.....	136
Figura 81 - Variação sazonal da Temperatura da água no riacho do Silva.....	136
Figura 82 - Variação espacial da Temperatura do ar no riacho do Silva.....	137
Figura 83 - Variação temporal da Temperatura do ar no riacho do Silva.....	138
Figura 84 - Variação sazonal da Temperatura do ar no riacho do Silva.....	139
Figura 85 - Variação espacial da concentração de CF no Riacho do Silva.....	140
Figura 86 - Variação temporal da concentração de Coliformes Fecais no Riacho do Silva.....	141
Figura 87 - Variação sazonal da concentração de Coliformes Fecais no Riacho do Silva.....	142
Figura 88 - Porcentagem de explicação de cada componente principal.....	145
Figura 89 - Análise de Componentes Principais (PCA) aplicada às variáveis de qualidade da água e temperatura do ar na Bacia do Riacho do Silva.....	146

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Impactos ambientais decorrentes da extração de areia em leitos de rios.....	25
Tabela 2 - Composição típica de esgotos sanitários brutos.....	27
Tabela 3 - Principais constituintes orgânicos do esgoto sanitário.....	28
Tabela 4 - Principais doenças de veiculação hídrica.....	40
Tabela 5 - Classes de água doce previstas na Resolução CONAMA 357/05.....	41
Tabela 6 - Valores limite para águas doces segundo a Resolução CONAMA 357/05.....	42
Tabela 7 - Coordenadas dos pontos de coleta de água na Bacia do Riacho do Silva.....	57
Tabela 8 - Horário aproximando de coleta de amostras de água.....	61
Tabela 9 - Variáveis de qualidade da água selecionadas.....	69
Tabela 10 - Dados referentes às medições de vazão no Riacho do Silva – Ponto C ₂	74
Tabela 11 - Volume de areia extraído (caçambas de 6m ³ /semana).....	82
Tabela 12 - Pontos de disposição inadequada de resíduos sólidos na bacia do Riacho do Silva.....	84
Tabela 13 - Principais pontos de lançamento de esgoto na bacia do Riacho do Silva	88
Tabela 14 - Principais pontos de retirada da vegetação nas APP da Bacia do Riacho do Silva.....	91
Tabela 15 - Médias das variáveis de qualidade da água e da temperatura do ar no ponto de coleta de água CN (Nascente).....	144

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
AIA	Avaliação de Impactos Ambientais
APP	Área de Preservação Permanente
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CTEC	Centro de Tecnologia
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DVH	Doenças de Veiculação Hídrica
ETE	Estação de Tratamento de esgotos
FNS	Fundação Nacional de saúde
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LH	Laboratório de Hidráulica
LSA	Laboratório de Saneamento Ambiental
NMP	Número Mais Provável
NPT	Núcleo de Pesquisas Tecnológicas
OD	Oxigênio Dissolvido
PCA	Análise de Componentes Principais
pH	Potencial Hidrogeniônico
SDT	Sólidos Dissolvidos Totais
SEMARH	Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SEMPMA	Secretaria Municipal de Proteção ao Meio Ambiente
SSed	Sólidos Sedimentáveis
ST	Sólidos Totais
TCV	Termo de Compensação Vegetal
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
UTM	Universal Transversa de Mercator
WMO	World Meteorological Organization

1 INTRODUÇÃO

O alto crescimento demográfico verificado nas últimas décadas, principalmente nos centros urbanos, tem atuado significativamente sobre os limitados recursos naturais, e com o modelo de desenvolvimento vigente, produz grande desigualdade social e requer uma demanda ilimitada destes recursos.

As bacias hidrográficas apresentam-se como unidades fundamentais para o planejamento do uso e conservação ambiental. No entanto estes sistemas mostram-se extremamente vulneráveis às atividades antrópicas. As bacias hidrográficas brasileiras têm sofrido com a intensa exploração dos recursos naturais, através de práticas como a mineração ilegal, o desmatamento desenfreado das vegetações nativas e o lançamento de esgotos sem tratamento nos corpos hídricos. Essas questões, além de causar problemas ao meio natural, também acarretam prejuízos diretos às populações, através da disponibilidade de água de baixa qualidade. Vários trabalhos têm mostrado a degradação da qualidade da água devido a ações antrópicas em bacias brasileiras (Ballester *et al*, 2003 ; Brigante *et al*, 2003; Pimentel, 2009 ; Silva *et al*, 2011).

A bacia hidrográfica do Riacho do Silva, inserida totalmente no perímetro urbano da cidade de Maceió, constitui um sistema rico em recursos hídricos, flora e fauna nativas. A pressão antrópica tem aumentando na bacia, principalmente através da ocupação e degradação de áreas consideradas por lei de preservação permanente, como encostas com declividade acentuada e margens dos cursos d'água. Aliam-se a esses fatos, o baixo nível de conscientização ambiental da população e o descaso do Poder Público em relação a assuntos como o saneamento básico e a fiscalização de atividades potencialmente poluidoras.

Algumas atividades antrópicas têm se intensificado bastante na bacia do Riacho do Silva nos últimos anos, destacando-se dentre estas: (a) a extração de areia no leito do riacho do silva; (b) a disposição inadequada de resíduos sólidos ao longo da bacia; e (c) o lançamento de esgoto diretamente no curso d'água e o desmatamento. Tais ações são, na maioria das vezes, praticadas nas APP, agravando ainda mais os problemas relacionados à quantidade e à qualidade da água.

O Rio do Silva, classificado como rio de classe 1 em 1978, abastecia uma parte da população de Maceió (Bebedouro). Em apenas três décadas, a quantidade de usos da água deste manancial foi reduzida significativamente, devido principalmente às ações antrópicas.

São muito escassos os dados secundários oriundos de órgãos públicos, acerca desta bacia. Alguns trabalhos desenvolvidos na bacia mostram a degradação ambiental decorrente das ações antrópicas nela praticadas (Mota, 2002; Gama, 2007; Mendes, 2007; Santos Filho *et al*, 2007; Almeida *et al*, 2010).

É de extrema importância a elaboração de estudos no sentido de apontar as principais causas da degradação de qualidade da água nesta bacia hidrográfica associada a fatores sócio-econômicos e ambientais que venham a fornecer suporte para a tomada de decisões por parte dos atores envolvidos e interessados.

Para Silva, Souza e Kayano (2007), o alto potencial poluidor das atividades antrópicas, por si só, justifica a realização de estudos e ações sistemáticas de conscientização ambiental que venham fornecer subsídios para o planejamento e desenvolvimento de mecanismos de gestão capazes de garantir a manutenção de padrões adequados de qualidade ambiental e possibilitar o uso múltiplo e sustentável dos recursos hídricos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo central deste trabalho é levantar as principais atividades antrópicas e seus efeitos na qualidade da água da Bacia do Riacho do Silva.

2.2 Objetivos específicos

- 1 Realizar o cadastro das atividades antrópicas na bacia;
- 2 Efetuar levantamento de indicadores sócioeconômicos e ambientais nas APP da bacia relacionados à qualidade da água;
- 3 Avaliar a qualidade da água de uma nascente de encosta da bacia;
- 4 Recomendar medidas que possam minimizar os impactos ambientais negativos decorrentes das ações antrópicas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Desde o surgimento da vida humana sobre a Terra até o início do século XIX, a população mundial cresceu num ritmo muito lento, chegando a marca de 1 bilhão de habitantes. Para chegar ao segundo bilhão de habitantes, foram necessários apenas 125 anos; a marca do terceiro bilhão foi alcançado 33 anos mais tarde e a do quarto 14 anos depois do terceiro bilhão. A previsão é de que em 2.025 seremos 8,2 bilhões de pessoas (Scarlato e Pontin, 1998). O rápido crescimento populacional, especialmente nas cidades, não foi acompanhado pelo crescimento e melhoria das infra-estruturas que contribuem decisivamente para a qualidade de vida.

De acordo com Maricato (2000), o Brasil, como os demais países da América Latina, apresentou intenso processo de urbanização, especialmente na segunda metade do século XX. Em 1940, a população urbana era de 26,3% do total. Em 2000 ela já era de 81,2%. Segundo a autora, tal processo de urbanização se deu com uma parte da população sendo excluída do mercado residencial privado legal e da produção formal da cidade.

Scarlato e Pontin (1998) lembram que este modelo de desenvolvimento urbano tem contribuído para acentuar a exclusão, a segregação e o isolamento de grupos mais pobres da população, levando estes a ocupar locais inadequados como encostas, várzeas e margens de cursos d'água.

3.1 A importância das áreas de preservação permanente (APP) para os recursos hídricos

Áreas de Preservação Permanente (APP), são áreas imprescindíveis à manutenção do equilíbrio ambiental em uma bacia hidrográfica, pelos vários benefícios que proporcionam, com destaque para a manutenção da qualidade dos recursos hídricos. Apesar de sua grande importância, as APP são muito vulneráveis às ações antrópicas e, por tal, são protegidas por lei. Tais áreas são elencadas e tem seus limites definidos no artigo 2º da Lei Federal 4.771/65. Dentre estas,

figuram: (a) as margens dos cursos d'água; (b) as encostas com declividade superior a 45°; (c) os topos de morros; e (d) as nascentes.

Lorenzi (2002) enfatiza a importância da vegetação nas encostas íngremes, topos dos morros e ao longo dos cursos d'água na alimentação dos aquíferos subterrâneos e na contribuição decisiva para evitar o assoreamento do leito de rios, córregos, estuários, lagoas e várzeas.

Para Vacarcel (1985) citado por Jesus (1992), as APP das encostas melhoram as propriedades físico-hidrológicas dos solos, no que se refere à estruturação, infiltração e percolação; abastecem o lençol freático; estabilizam as encostas; minimizam o processo erosivo dos solos e reduzem o assoreamento dos cursos d'água.

Botelho *et al* (2001), afirmam que as florestas situadas próximas aos cursos d'água (i.e. APP das margens) são sistemas que funcionam como reguladores do fluxo de água, sedimentos e nutrientes entre os terrenos mais altos da bacia hidrográfica e o ecossistema aquático.

Para Correl *et al* (1992), a vegetação presente na APP das margens atua como barreira biogeoquímica para a entrada de espécies químicas nos rios, como sumidouros de nutrientes, conferindo-lhe grande importância na manutenção da qualidade da água e na saúde do ecossistema aquático.

As matas ciliares servem para a contenção de ribanceiras, diminuição e filtragem do escoamento superficial, impedimento e criação de barreiras para o transporte de sedimentos, interceptação e absorção da radiação solar (Fritzsos *et al*, 2004; Cemin *et al*, 2005 apud Fagundes e Gastal Júnior, 2008).

3.2 Impactos Ambientais

3.2.1 Conceito de impacto ambiental

De acordo com a Resolução CONAMA 001/86, Impacto Ambiental é

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente venham a afetar: a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e

econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Vale ressaltar que a definição de impacto ambiental abrange apenas os desdobramentos resultantes da ação humana sobre o meio ambiente, ou seja, não considera como tal as repercussões advindas de fenômenos naturais como tornados, erupções vulcânicas e terremotos.

3.2.2 Atributos principais dos impactos ambientais

Os principais atributos dos impactos ambientais são a magnitude e a importância. Segundo Moreira (1985) apud Lelles (2004, p. 10):

A magnitude é a grandeza de um impacto em termos absolutos, podendo ser definida como a medida de alteração no valor de um fator ou parâmetro ambiental, em termos qualitativos ou qualitativo.

A importância é a ponderação do grau de significância de um impacto em relação ao fator ambiental afetado e a outros impactos.

Para a avaliação da magnitude de um impacto ambiental devem ser considerados: seu grau de intensidade, sua periodicidade e sua amplitude temporal.

3.2.3 Avaliação de Impactos Ambientais

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) é um instrumento de política ambiental formado por um conjunto de procedimentos capazes de assegurar que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de determinada(s) ação (ações) e das alternativas para minimizar os efeitos dessas ações.

A avaliação de impactos ambientais não deve ser considerada apenas como uma técnica ou conjunto de técnicas, mas como uma dimensão política de gerenciamento, educação da sociedade e coordenação de ações impactantes, pois permite a incorporação de opiniões de diversos grupos sociais (Cláudio, 1987 ; Queiroz, 1990).

No Brasil, este instrumento surgiu em função da exigência de órgãos financiadores internacionais e só posteriormente foi incluída como parte das informações fornecidas por uma atividade ou empreendimento poluidor aos sistemas de licenciamento ambiental, sendo – posteriormente – finalmente incorporada como instrumento de execução da Política Nacional de Meio Ambiente (Rohde, 1995).

A Lei Federal 6.938/81 que estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente, instituiu a avaliação de impactos ambientais como um de seus instrumentos, sendo regulamentada pelo decreto 88.351/83, vinculando sua utilização aos sistemas de licenciamento de atividades poluidoras ou potencialmente poluidoras do meio ambiente.

3.3 Ações antrópicas potencialmente impactantes em bacias hidrográficas

3.3.1 Extração de areia em leitos de cursos d'água

Entre as atividades ligadas à mineração, a extração de areia em leitos de rios é uma das que mais se destaca devido à sua importância social, mas apresenta forte perfil impactante, principalmente para as APP das margens dos cursos d'água, podendo alterar-lhes a morfologia e a estabilidade bem como a qualidade da água dos mananciais onde a mesma é desenvolvida.

Segundo Valverde (2006), os principais locais de extração de areia são as várzeas e leitos de rios, depósitos lacustres, mantos de decomposição de rochas, arenitos e pegmatitos decompostos. No Brasil, 70% da areia produzida é proveniente de leitos de rios e 30% das várzeas.

A deposição deste material mineral no leito fluvial sofre variações sazonais, sendo muitas vezes facilitada por ações antrópicas, como o desmatamento das áreas de preservação permanente.

A Tabela 1 mostra alguns impactos ambientais decorrentes do processo de extração de areia em leitos de rios.

Tabela 1 - Impactos ambientais decorrentes da extração de areia em leitos de rios

Impactos negativos	
Impacto	causa
Alteração nas propriedades físicas, químicas e/ou biológicas da água superficial	-Geração de turbulência (ressuspensão de sólidos) -Surgimento de fenômenos erosivos -Resíduos (óleos, graxas, lubrificantes) provenientes das máquinas usadas.
Alteração na velocidade da água	-Eliminação do banco de sedimentos presentes nos leitos dos rios
Stress da fauna aquática	-Geração de turbulência no curso d'água com a extração do material
Compactação do solo da app	-Uso de máquinas pesadas e exposição dos solos
Alteração na calha do rio	-Uso de equipamentos de extração no leito dos rios
Impactos positivos	
Diminuição do assoreamento do rio	Remoção dos sedimentos
Aquecimento da economia local	Aquisição de fatores de produção
Criação de empregos	Necessidade de mão-de-obra para extração

Fonte: Adaptado de Lelles et al, 2006

3.3.2 Disposição inadequada de resíduos sólidos

Desde a década de 1970, a população mundial vem crescendo em proporção inferior ao volume de lixo por ela produzido. De acordo com a Associação Brasileira de Limpeza Urbana e Resíduos Especiais - ABRELPE (2010), durante o ano de 2010 foram produzidos no Brasil mais de 60 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos, um valor 7% superior ao registrado no ano de 2009 e seis vezes maior que o índice de crescimento populacional calculado no mesmo período pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Os resíduos sólidos dispostos inadequadamente têm alto potencial poluidor dos compartimentos ambientais (i.e. ar, solo e água), além de servirem de abrigo para macro e micro vetores, como ratos, moscas, mosquitos, baratas, bactérias, fungos, vírus, protozoários e helmintos, responsáveis pela proliferação de

importantes doenças. Neste sentido, Pereira Neto (1999) afirma que os impactos causados pela falta ou ineficiência do manejo dos resíduos sólidos abrangem aspectos sanitários, ambientais, econômicos e sociais.

A decomposição do lixo produz um líquido altamente poluído e contaminado, chamado chorume, formado por enzimas expelidas pelas bactérias de decomposição e de água de constituição do próprio lixo. De acordo com Benetti e Bidone (2007), esse líquido contém concentração de material orgânico equivalente a 30 a 100 vezes o esgoto sanitário, além de microorganismos patogênicos e metais pesados. Em caso de má disposição dos rejeitos, o chorume atinge os mananciais superficiais e subterrâneos.

Neves (2006) afirma que, países em desenvolvimento como o Brasil, revelam uma situação preocupante, pois embora existam serviços de limpeza urbana, estes não são capazes de coletar toda a produção gerada.

Um sistema de limpeza urbana eficiente, com destinação adequada dos resíduos sólidos coletados, pode diminuir significativamente os riscos de poluição e proliferação de vetores de doenças, sendo portanto, um dos grandes passos para assegurar a saúde das populações.

3.3.3 Lançamento de esgotos

O lançamento indiscriminado de esgotos sem tratamento nos corpos d'água pode causar vários inconvenientes, tais como a depleção do oxigênio dissolvido do meio, a formação de bancos de lama, o aumento do nível de nutrientes (especialmente nitrogênio e fósforo promovendo perigo de eutrofização), alterações na biota aquática bem como o aporte de microorganismos patogênicos, dentre eles bactérias, vírus e protozoários, responsáveis pela transmissão de um número considerável de doenças.

Tundizi e Tundizi (2008) enfatizam o aumento da eutrofização dos ecossistemas aquáticos continentais como consequência de atividades como descarga de esgotos domésticos não tratados e descargas industriais e agrícolas.

A constituição e a concentração dos esgotos sanitários dependem, entre outros fatores, dos costumes sócio-econômicos da população, do clima, bem como

da quantidade e tipo de indústria que existe na região. Em locais com baixo consumo per capita de água, normalmente se tem esgotos bem mais concentrados (Von Sperling, 2005).

Cerca de 99,9 % da composição dos esgotos constitui de água e apenas 0,1% é matéria sólida, sendo esta constituída de duas frações: a inorgânica e a orgânica. A fração inorgânica é constituída principalmente de areia, sais e metais e a orgânica de carboidratos, lipídios e proteínas (Callado, 2001).

A Tabela 2 apresenta a composição típica de esgotos sanitários.

Tabela 2 - Composição típica de esgotos sanitários brutos

Parâmetro	Esgoto forte (mg/l)	Esgoto médio (mg/l)	Esgoto fraco (mg/l)
Sólidos diss. voláteis	850	500	250
Sólidos diss. fixos	525	300	145
Sólidos susp. Voláteis	75	55	20
Sólidos susp. Fixos	275	165	80
Sólidos sedimentáveis	20	10	5
DBO _{5,20}	420	220	110
DQO	1000	500	250
Nitrogênio orgânico	35	15	8
Nitrogênio amoniacal	50	20	12
Nitrito/nitrato	0	0	0
Fósforo orgânico	5	3	1
Fósforo inorgânico	10	5	3
Cloretos	100	50	30
Alcalinidade	200	100	50
Óleos e graxas	150	100	50

Fonte: Adaptado de METCALF & EDDY, 1991.

A Tabela 3 apresenta dados dos principais constituintes da fração orgânica dos esgotos.

Tabela 3 - Principais constituintes orgânicos do esgoto sanitário

Constituinte	Conc. %
Carboidratos	25-50
Lipídios	10
Proteínas	40-60

Fonte: Jordão e Pessoa , 2005.

3.3.4 Desmatamento em áreas de preservação permanente (APP)

A retirada da cobertura vegetal, notadamente das APP, ocorre com frequência em bacias hidrográficas, por vários motivos, dentre os quais: introdução de cultivos, implantação e/ou expansão do sistema viário, construção de moradias, extração de areia e dragagem de cursos d'água.

A remoção das florestas tem causado aumento significativo dos processos que levam à degradação de imensas áreas, com prejuízos à hidrologia e à biodiversidade (Bueno *et al*, 2005). Além disso a retirada da cobertura vegetal gera a diminuição da precipitação local, da infiltração da água e do estoque de água subterrânea, causando a erosão dos solos e o assoreamento dos corpos d'água, além da alteração nos padrões de vazão e volume destes sistemas hídricos (Pires e Santos, 1995). O desmatamento de florestas ciliares (i. e. das APP das margens) também produz alterações e reduz a recarga dos aquíferos (Tundizi e Tundizi, 2008).

A retirada da vegetação das encostas íngremes para implantação de cultivos como mandioca, feijão e milho, ocorre até mesmo na área urbana. Depois da colheita, o solo fica exposto e desagregado. Com as chuvas este material é carregado para as partes mais baixas da bacia, atingindo muitas vezes o curso d'água, que neste caso passa a receber apreciável quantidade de sedimentos e nutrientes.

A depender da frequência e da intensidade desses acontecimentos, a água do manancial poderá sofrer alterações significativas em sua qualidade. Parâmetros

como turbidez, cor, concentração de sólidos sedimentáveis, concentração de nutrientes como nitrogênio e fósforo, passam a aumentar na época das chuvas em trechos que apresentam solos expostos pelo desmatamento.

Quando a vegetação ripária é retirada, além das conseqüências acima mencionadas, verifica-se a desestabilização dos taludes do curso d'água, a compactação da área onde foi efetuada a retirada da vegetação, bem como um aumento na temperatura da água, podendo também alterar os valores de outras variáveis de qualidade da água. Além disso, resíduos sólidos passam a chegar mais facilmente ao leito do curso d'água devido à perda da barreira natural (mata ciliar).

3.3.5 Aspectos legais

A Constituição Federal de 1998 em seu artigo 225, preconiza que “todos têm direito ao Meio Ambiente ecologicamente equilibrado, sendo dever do Poder Público e também da Coletividade, preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

A Lei Federal 9.605/98 classifica como crime ambiental, em seu artigo 54:

Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortalidade de animais ou a destruição significativa da flora.

A Constituição Federal de 1988, artigo 20, inciso IX, classifica como bens da União, “os recursos minerais, inclusive os do subsolo”. A exploração destes, portanto, deve ser precedida de autorização da União, que no caso, se dá através do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

A Resolução CONAMA Nº 10/1990 explicita em seu artigo 1º:

A exploração de bens minerais da Classe II deverá ser precedida de licenciamento ambiental do órgão estadual de meio ambiente ou do IBAMA, quando couber, nos termos da legislação vigente e desta resolução.

Segundo Freire (1995) apud Lelles (2004), para a extração dos minerais de classe II (ardósia, areia, cascalho, argilas, quartzitos e saibros), é necessário obter autorização junto à Prefeitura Municipal e o registro no DNPM, além do licenciamento ambiental pelo órgão ambiental federal ou estadual competente.

A Lei Federal 11.445/07, em seu artigo 2º, determina que, serviços como esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos devem ser realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente.

A Resolução CONAMA 430/11, determina:

Art.3º: Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Art.5º: Os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.

De acordo com o artigo 110 da Lei Municipal 4.548/96, onde não existir rede coletora de esgotos, estes só poderão ser lançados em corpos hídricos após processo prévio de tratamento, aprovado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

A supracitada lei municipal veda, em seu artigo 14, o depósito de resíduos sólidos de qualquer natureza em terrenos baldios e a disposição destes em praias, rios, lagos e demais cursos d'água, no território do Município de Maceió.

A Resolução CONAMA 369/2006 define ainda os casos excepcionais em que o órgão ambiental competente poderá autorizar a intervenção ou a retirada de vegetação em áreas de preservação permanente (APP). Estes casos abrangem a implantação de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou de interesse social, ou para a realização de ações consideradas eventuais e de baixo impacto ambiental.

3.4 Qualidade da água

3.4.1 Conceito e importância

A qualidade da água é o conjunto de requisitos que esta deve apresentar para que possa ser utilizada para determinado fim, ou seja, as características desejáveis para determinada água dependem do uso que dela será feito. Para

Peters & Meybeck (2000) a qualidade da água é reflexo do efeito combinado de muitos processos que ocorrem ao longo do curso d'água.

Von Sperling (2005), afirma que a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem, podendo-se dizer que a qualidade de determinada água é função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica.

Como a água está sujeita a múltiplos usos, a avaliação de sua qualidade torna-se de primordial importância para o gerenciamento dos recursos hídricos, pois permite a obtenção de informações e a verificação de tendências ao longo do tempo e do espaço.

3.4.2 Variáveis de qualidade da água

A qualidade da água pode ser representada através de diversas variáveis, denominadas variáveis de qualidade, as quais traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas. A seguir serão comentados de forma sucinta algumas variáveis de qualidade da água.

Potencial hidrogeniônico (pH)

Segundo Piveli e Kato (2005), o pH exerce influência direta na fisiologia das diversas espécies aquáticas, na solubilidade de nutrientes e em fenômenos como a precipitação de elementos químicos tóxicos, notadamente os metais pesados.

A determinação deste parâmetro é de fundamental importância para a avaliação da qualidade da água de um corpo hídrico, tendo em vista sua relação com os demais parâmetros de qualidade da água.

Oxigênio dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido (OD) corresponde à quantidade de gás oxigênio contido na água ou no esgoto numa determinada temperatura e numa pressão específica. Pode-se originar da dissolução do oxigênio atmosférico, da produção por organismos fotossintéticos e de aeração artificial. Fatores como temperatura, pressão e salinidade exercem influência na solubilidade do oxigênio na água.

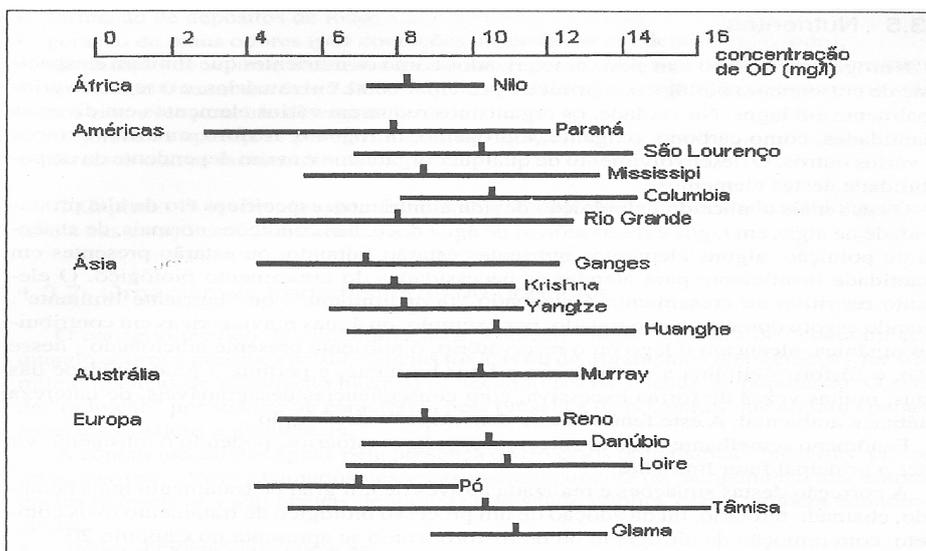
A vida aquática depende diretamente da disponibilidade de oxigênio dissolvido na água. O oxigênio é empregado nos processos metabólicos para produção de energia de qualquer organismo vivo aeróbio e facultativo, seja na forma livre ou combinada (Brandelero *et al*, 2010, p. 167).

Fiourucci e Filho (2005) salientam que a sobrevivência dos peixes requer concentrações mínimas de OD entre a 10% e 60% da concentração de saturação, dependendo da espécie e outras características do sistema aquático.

A determinação desta variável é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e para detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica.

A Figura 1 mostra as faixas de oxigênio dissolvido medidas em alguns rios importantes e de grande vazão no mundo .

Figura 1 - Concentração de oxigênio dissolvido em rios do mundo



Fonte: Jordão e Pessoa, 2005..

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biodegradável sob condições aeróbicas, ou seja, a quantidade de OD consumida pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica.

Valores elevados de DBO podem provocar a redução ou até a eliminação do oxigênio presente nas águas. Isto pode levar o corpo hídrico a condições anaeróbicas, gerando alterações substanciais no ecossistema, inclusive a extinção das formas de vida aeróbicas (Fiorucci e Filho, 2005).

Brandelero *et al* (2010) enfatizam a distinção entre a demanda de oxigênio para o material carbonáceo e a demanda de oxigênio para o material nitrogenado. Segundo os autores, a demanda carbonácea (exercida por organismos heterotróficos) ocorre primeiro, normalmente como resultado de um retardo no crescimento das bactérias nitrificantes.

A determinação deste parâmetro é de fundamental importância para o controle da poluição hídrica e para a estimativa da autodepuração dos cursos d'água.

Fósforo

É uma dos principais nutrientes para os processos biológicos. As principais fontes de fósforo na água são: o esgoto sanitário, os efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios e os detergentes sintéticos.

Von Sperling (2005) enfatiza a importância do fósforo como nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica bem como para o crescimento de algas, podendo conduzir lagos e represas à eutrofização.

Nitrogênio

Nos ambientes aquáticos, o nitrogênio pode ser encontrado nas formas de nitrogênio molecular (N_2), nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão), amônia (livre: NH_3 e ionizada: NH_4^+), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-). A seguir serão discutidas as transformações do nitrogênio da forma orgânica para a forma de nitrogênio amoniacal e desta para a forma de nitrato.

A transformação de nitrogênio orgânico (aminoácidos, açúcares aminados, aminas, amidas, peptídeos) em nitrogênio amoniacal é conhecida como amonificação, podendo ocorrer tanto em ambiente aeróbio como anaeróbio.

O processo biológico de conversão da amônia em nitrato, em presença de oxigênio dissolvido, chama-se nitrificação, podendo ser realizado tanto por organismos autótrofos quanto por organismos heterótrofos. Segundo Von Sperling (2005) este processo ocorre em duas etapas, estando dois grupos de microrganismos envolvidos: as nitrosomonas e as nitrobactérias, de acordo com as reações a seguir:



Em baixa relação C/N, as bactérias heterótrofas, limitadas pelo carbono, deixam excesso de amônia disponível para a nitrificação e em alta relação C/N, o processo de nitrificação se inibe e a concentração de nitrato diminui (Callado, 2001).

A determinação das formas predominantes desse elemento visa avaliar o estágio de poluição em um corpo d'água. A presença de nitrogênio orgânico ou amoniacal indica poluição recente enquanto que a presença de nitrato sugere que a poluição é antiga.

Nitrogênio amoniacal

O Nitrogênio amoniacal é predominante em águas com elevada alcalinidade. Segundo Libânio (2008) esta forma de nitrogênio apresenta efeito tóxico para a maioria das espécies de peixes, além de provocar consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidado biologicamente. Sua determinação é muito importante para a classificação das águas naturais.

Nitrito

O Nitrito é formado a partir da oxidação da amônia (NH_3), sendo rapidamente oxidado a nitrato. Em ambientes anóxicos, pode ocorrer a redução parcial do nitrato (desnitrificação), elevando a concentração de nitrito no meio aquático.

A determinação desse parâmetro é importante para a avaliação da poluição orgânica. Sua presença indica processos biológicos ativos.

Nitrato

O nitrato é a forma mais estável do nitrogênio. Quando em excesso no solo, ele não é adsorvido ao mesmo, sendo então lixiviado, atingindo o lençol freático, constituindo um problema ambiental.

Segundo Libânio (2008), esta forma de nitrogênio está relacionada a uma doença conhecida como metahemoglobinemia, responsável por dificultar a oxigenação do sangue em crianças.

Cloreto

O íon cloreto ocorre em todas as águas naturais e pode se originar da dissolução de minerais, da intrusão de águas salinas, bem como de despejos domésticos e industriais.

As excreções humanas, particularmente a urina, contêm cloretos em quantidades correspondentes às ingeridas com os alimentos e a água. Essas quantidades variam em torno de 6,0 gramas por pessoa por dia e aumentam a quantidade do mesmo nos efluentes dos esgotos, em média de 15,0 mg/L acima do valor das águas correntes (Chaves , 2008).

Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica de uma determinada amostra representa a sua capacidade de conduzir corrente elétrica, relacionada à presença de espécies iônicas dissolvidas na água.

Em águas naturais os valores de condutividade elétrica apresentam-se na faixa de 0,010 a 0,10 mS/cm e em ambientes poluídos, tais valores podem chegar a 1,0 mS/cm.

Sua determinação é importante para identificação dos impactos ambientais decorrentes do lançamento de esgotos sanitários ou da mineração.

Turbidez

A turbidez está relacionada com o grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessar a água, devido principalmente à presença de sólidos suspensos. Segundo Von Sperling (2005), sua origem pode ser:

Natural:

- ✓ Partículas de rocha, argila e silte.
- ✓ Algas e outros microrganismos.

Antropogênica:

- ✓ Despejos domésticos.
- ✓ Despejos industriais.
- ✓ Erosão.

O desmatamento da mata ciliar e das encostas de morro e a extração de areia do leito de rios são ações antrópicas que contribuem significativamente para o aumento da turbidez da água do curso d'água.

Cor

A cor da água é consequência da presença de substâncias nela dissolvidas ou de partículas coloidais em suspensão. Sua determinação é importante devido à sua relação com a presença de substâncias húmicas na água. Tais substâncias, segundo Di Bernardo *et al* (2002), são precursoras de trihalometanos e organo-halogenados.

Sólidos

A presença de sólidos no ambiente aquático pode dificultar a penetração da luz solar, elevar a turbidez, reduzir a atividade fotossintética e o nível de oxigênio dissolvido do mesmo (Nuvolari, 2003).

Os sólidos em suspensão de origem natural não trazem inconvenientes sanitários diretos, todavia, podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos (Von Sperling, 2005). Os sólidos de origem antropogênica podem estar associados a compostos tóxicos e a organismos patogênicos.

A presença de sólidos dissolvidos em excesso pode levar a graves problemas de salinização do solo, estando também relacionado com a condutividade elétrica da água (Piveli e Kato, 2005).

Segundo American Water Works Association (1964), as concentrações de sólidos totais estão relacionadas aos limites de adaptabilidade às águas com elevado teor mineral e a sua determinação é importante para que se evitem efeitos fisiológicos nos indivíduos.

Temperatura

A temperatura afeta características físicas, químicas e biológicas do meio aquático, como a solubilidade dos gases, a tensão superficial, as taxas das reações (químicas e bioquímicas) e o próprio metabolismo dos organismos aquáticos (Braga et al, 2005). Piveli e Kato (2005) lembram que a maior parte dos organismos aquáticos possui faixas de temperaturas consideradas “ótimas” para a sua reprodução.

Coliformes fecais

Um dos objetivos dos estudos de qualidade da água é avaliar o risco referente às doenças de veiculação hídrica. Devido à grande variedade de microrganismos patogênicos que podem estar contidos na água, a determinação da potencialidade desta em transmitir tais doenças pode ser efetuada de forma indireta, através dos organismos indicadores de contaminação fecal, pertencentes ao grupo coliformes. Este grupo apresenta dois subgrupos: os coliformes totais e os termotolerantes. O subgrupo dos coliformes totais não abrange apenas espécies de origem exclusivamente fecal, podendo ocorrer naturalmente em outras fontes como o solo e as plantas, tendo portanto, valor limitado na avaliação da qualidade de águas naturais. O uso de bactérias termotolerantes mostra-se mais significativo que as do subgrupo anterior, visto que são restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente. Braga *et al* (2005) enfatizam que embora tais bactérias não sejam patogênicas, sua presença na água indica que ela recebeu matéria fecal e pode, portanto, conter microrganismos patogênicos. A utilização desta variável reside, portanto, na necessidade de se avaliar a qualidade microbiológica da água e a possibilidade da mesma em proliferar doenças de veiculação hídrica.

3.4.3 Monitoramento da qualidade da água

O monitoramento da qualidade da água é entendido como a aquisição de informação quantitativa de características físicas, químicas e biológicas de corpos de água, ao longo do tempo e do espaço, por meio de amostras representativas (Strobl *et al*, 2007).

Amostras representativas são amostras que permitem gerar dados em uma escala temporal e espacial compatível com os processos em curso, tais como, processos naturais, antrópicos ou processos oriundos da associação destes dois grupos.

Segundo Beneti e Bidone (2008), em função dos objetivos serão determinados a localização dos pontos de coleta, o material a ser coletado, os parâmetros a serem analisados, bem como o período e a frequência de amostragem.

Dados e informações de qualidade da água são necessários para o atendimento de diferentes atividades (Harmanciogamalu *et al.*, 1998; Strobl *et al*, 2006; Strobl *et al*, 2007):

- natureza geral e tendências das características para entendimento dos processos;
- efeito de estressores naturais e antrópicos sobre as tendências nos processos de qualidade da água;
- entendimento do fluxo e comportamento de transporte de água e poluentes;
- detectar problemas correntes e emergentes;
- entender e detectar tendências espaciais e temporais e valores de linha de base;
- medir a efetividade das medidas de controle de poluição da água por fontes pontuais ou difusas e sua recuperação após eventos de derrames de poluentes;
- verificar a aderência da qualidade da água aos diplomas legais para usos ou exigências de medidas de controle específico.

O monitoramento adequado permite discernir as condições de qualidade da água existentes, deduzir possíveis efeitos de mudanças futuras nas condições de contorno, além de promover o uso adequado de recursos humanos e financeiros (Strobl *et al*, 2006).

3.4.4 A qualidade da água e a saúde

A qualidade da água é imprescindível para a saúde dos ecossistemas existentes em uma bacia hidrográfica. A contaminação das águas naturais representa um dos principais riscos à saúde pública, sendo amplamente conhecida a estreita relação entre a qualidade da água e as inúmeras enfermidades que acometem as populações, especialmente aquelas não atendidas por serviços de saneamento (Libânio *et al*, 2005). Estima-se que no mundo, aproximadamente doze milhões de pessoas morrem anualmente por problemas relacionados com a qualidade da água (Merten e Minella, 2002).

De acordo com Cairncross e Feachem (2009) apud Pimentel (2009), as doenças relacionadas com a água podem ser classificadas em quatro grupos, de acordo com seu mecanismo de transmissão. São elas:

- (i) doenças de transmissão hídrica – adquiridas pela ingestão de água contaminada por organismos patogênicos;
- (ii) doenças relacionadas com a higiene pessoal e doméstica – são aquelas que podem ser interrompidas pela implantação da higiene pessoal;
- (iii) doenças adquiridas pelo contato com a água que contém hospedeiros aquáticos – ocorre quando o agente patogênico passa parte de seu ciclo de vida na água, em hospedeiros aquáticos;
- (iv) doenças transmitidas por insetos vetores – adquiridas pela picada desses insetos infectados que se reproduzem ou vivem próximos a coleções de água.

A Tabela 4 apresenta as principais doenças de veiculação hídrica.

Tabela 4 - Principais doenças de veiculação hídrica

Transmissão	Doença	Ag. patogênico	Medidas de controle
Consumo de água contaminada	Cólera Febre tifóide Leptospirose Giardíase Amebíase Hepatite infecciosa Diarréia aguda	<i>Vibrio cholerae</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Leptospira interrogans</i> <i>Giardia lamblia</i> <i>Entamoeba histolytica</i> <i>Hepatite vírus A</i> E.coli, Shigela, <i>Bacillus cereus</i> , <i>Cryptosporidium</i>	- Implantar sistema de abastecimento e tratamento da água; - Proteger os mananciais e fontes de água;
Falta de limpeza e higienização	Escabiose Pediculose Tracoma Conjuntivite Salmonelose Tricuríase Enterobiose Ancilostomíase ascariíase	<i>Sarcoptes scabiei</i> <i>Pediculus humanus</i> <i>Chlamydia trachoma</i> <i>Haemophilus aegyptius</i> <i>S. typhimurium</i> <i>Trichuris trichiura</i> <i>Enterobium vermiculares</i> <i>Ancylostoma duodenale</i> <i>Ascaris lumbricoides</i>	- Implantar sistema adequado de esgotamento sanitário; - Instalar abastecimento de água com encanamento no domicílio;
Vetores que se relacionam com a água	Malária Dengue Febre amarela Filariose	<i>Plasmodium vivax</i> Grup B dos arbovírus RNA vírus <i>Wuchereria bancrofti</i>	- Instalar melhorias sanitárias domiciliares coletivas;
Associada à água	Esquistossomose	<i>Shistosoma mansoni</i>	- Instalar reservatório de água adequado com limpeza sistemática; - Controlar vetores e hospedeiros intermediários

Fonte: FNS, 1999.

3.4.5 Classificação dos corpos d'água

A classificação dos corpos d'água superficiais, com vistas ao seu enquadramento, é regida pela Resolução 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. De acordo com esta resolução as águas do território nacional são classificadas em: águas doces, salobras e salinas, num total de treze classes de qualidade.

A Tabela 5 mostra as diversas classes de água doce previstas nesta resolução e os fins a que se destinam.

Tabela 5 - Classes de água doce previstas na Resolução CONAMA 357/05

CLASSE ESPECIAL	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4
<ul style="list-style-type: none"> • ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; • à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; • à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; • à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; • à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. 	<ul style="list-style-type: none"> • ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; • à proteção das comunidades aquáticas; • à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; • à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; • à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. 	<ul style="list-style-type: none"> • ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; • à proteção das comunidades aquáticas; • à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; • à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; • à aqüicultura e à atividade de pesca. 	<ul style="list-style-type: none"> • ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; • à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; • à pesca amadora; • à recreação de contato secundário; • à dessedentação de animais. 	<ul style="list-style-type: none"> • à navegação; • à harmonia paisagística.

Fonte: CONAMA, 2005.

Esta resolução estabelece limites individuais para cada um dos padrões de qualidade das águas, em cada classe. A Tabela 6 mostra os valores limites para algumas variáveis de qualidade da água para cada uma das classes de água doce.

Tabela 6 - Valores limite para águas doces segundo a Resolução CONAMA 357/05

Parâmetros		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Coliformes Termotolerantes* (NMP/100mL)		Para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Demais usos: limite de 200 por 100 mililitros.	Para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Demais usos: limite de 1.000 por 100 mililitros.	Para uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500. Dessedentação de animais criados confinados: limite de 1000 por 100 mililitros; Demais usos: limite de 4000 por 100 mililitros.	-
DBO₅ (mg/L)		Até 3,0	Até 5,0	Até 10,0	-
OD (mg/L)		Não inferior a 6,0	Não inferior a 5,0	Não inferior a 4,0	superior a 2,0
Turbidez (UNT)		Até 40	Até 100	Até 100	-
pH		6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
SDT(mg/L)		500	500	500	500
Cloreto (mg/L)		250	250	250	250
Ptotal (mg/L)	Amb 1	0,02	Até 0,030	0,05	-
	Amb 2	0,025	Até 0,050	0,075	-
	Amb 3	0,1	0,1	0,15	-
Nitrato (mg/L)		10	10	10	-
Nitrito (mg/L)		1,0	1,0	1,0	-
N amoniacal (mg/L)		3,7 mg/L N, para pH ≤ 7,5	3,7 mg/L N, para pH ≤ 7,5	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5	-

*Em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral

Amb 1: ambiente lêntico; Amb 2: ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico; Amb 3: ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários

Fonte : CONAMA, 2005.

3.5 O processo de Educação Ambiental

Leff (2001) aponta os sistemas de conhecimento como caminho para a possibilidade de reversão das causas dos problemas ambientais.

A Educação Ambiental é um processo contínuo e permanente de ação-reflexão-ação do ser humano em relação à natureza e uma ferramenta indispensável para a reformulação de velhos paradigmas e construção de um mundo melhor (SILVA, 2010, p.1).

A prática da educação ambiental depende da concepção das pessoas sobre o meio ambiente (Reigota, 1994). Um programa de construção de conhecimento no sentido da superação de práticas nocivas ao meio ambiente atua, necessariamente, na modificação de valores, condutas, percepções, representações sociais e idéias pró-ambientais. Identificar o que leva uma população a poluir um rio, por exemplo, consiste no primeiro passo para se pensar numa intervenção através deste processo educativo.

Ações antrópicas com potencial para gerar impactos ambientais significativos em uma bacia hidrográfica, como o lançamento de esgotos em cursos d'água, o desmatamento de APP e a disposição inadequada de resíduos sólidos, podem ser minimizadas ou ter seus efeitos minimizados com o auxílio de ações educativas bem direcionadas, com o pensar e o agir dos próprios atores sociais envolvidos.

Loureiro e Gomes (2011, p. 12) afirmam:

A educação ambiental, comprometida com uma gestão de recursos hídricos sustentável, não pode estar alheia aos impactos de determinadas atividades econômicas no equilíbrio da comunidade local.

Segundo Jacobi (2003, p. 192):

A postura de dependência e de desresponsabilização da população decorre principalmente da desinformação, da falta de consciência ambiental e de um déficit de práticas comunitárias baseadas na participação e no envolvimento dos cidadãos.

Neste sentido, a Educação Ambiental assume um papel cada vez mais desafiador, demandando a emergência de novos saberes e novas e eficientes formas de transmissão destes.

As escolas e as associações de bairros são locais bastante estratégicos para se trabalhar com a população, podendo ser utilizados mecanismos como palestras, oficinas, peças teatrais e debates. O poder público, principalmente através de seus órgãos ligados à educação, saúde e proteção ao meio ambiente, precisa ser um ator bastante expressivo neste processo.

As populações em situação de reprodução de ações que levam à degradação ambiental necessitam de fontes de conhecimentos que possibilitem a substituição das velhas formas do pensar e do agir. Este é o papel da educação ambiental. E é com base nesta introspecção de valores, de forma gradativa - inicialmente de ordem individual, e posteriormente, coletiva, que suas diretrizes devem ser pensadas e suas ações postas em prática.

4 ÁREA DE ESTUDO

4.1 Localização e características gerais da bacia

A área de estudo é a bacia hidrográfica do Riacho do Silva, inserida totalmente na zona urbana da cidade de Maceió-AL, situada entre as coordenadas geográficas 9°34' 54,2" a 9°37'43,8" de latitude sul e 35°44'17,5" a 35°46'30,8" de longitude oeste de Greenwich, totalizando uma área de 10,13 km², abrangendo totalmente os bairros: Petrópolis, Santo Amaro e Chã da Jaqueira e parcialmente os bairros: Tabuleiro do Martins, Santa Amélia, Bebedouro, Gruta de Lourdes e Pinheiro.

A bacia tem forma alongada, apresenta índice de compacidade igual a 1,29 , fator de forma igual a 0,22 e densidade de drenagem de cerca de 3,0km/km² (Gama, 2007).

A bacia tem seu baixo curso desenvolvendo-se na planície lagunar, com baixa declividade e áreas alagadiças, o que proporciona cheias frequentes nesta porção nos períodos de chuvas intensas. Sua porção superior tem como feição característica os tabuleiros costeiros.

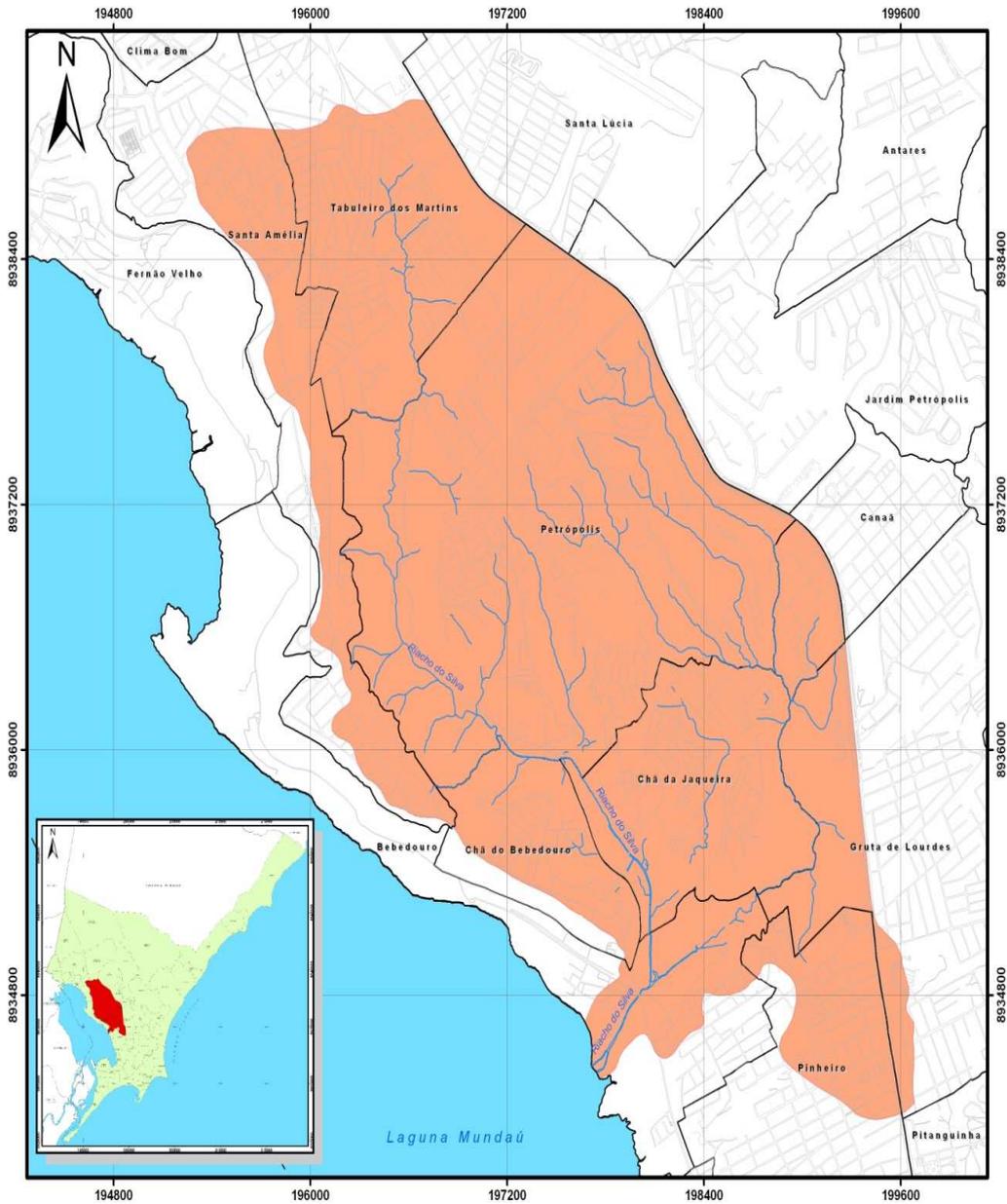
A Figura 2 mostra a localização da bacia do Riacho do Silva com os bairros por ela abrangidos.

4.2 Clima

A região apresenta clima tropical quente e úmido, sem grandes oscilações durante o ano, tendo duas estações bem definidas: a estação chuvosa – de março a agosto (inverno) e a estação quente – de setembro a fevereiro.

Segundo dados da Agência Nacional de Águas (2010), registrados entre 1913 e 1991, a média anual de pluviometria de longo prazo é da ordem 1.550 mm, como pode ser observado na Figura 3.

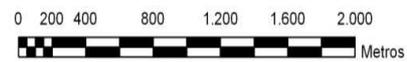
Figura 2 - Localização da Bacia do Riacho do Silva



Legenda e Convenções

- | | | | |
|---|--|---|----------------------------------|
|  | Vias de Circulação (avenidas, ruas e etc.) |  | Corpos D'água (Oceano Atlântico) |
|  | Cursos D'água |  | BH Riacho do Silva |
|  | Limite dos Bairros | | |

Escala

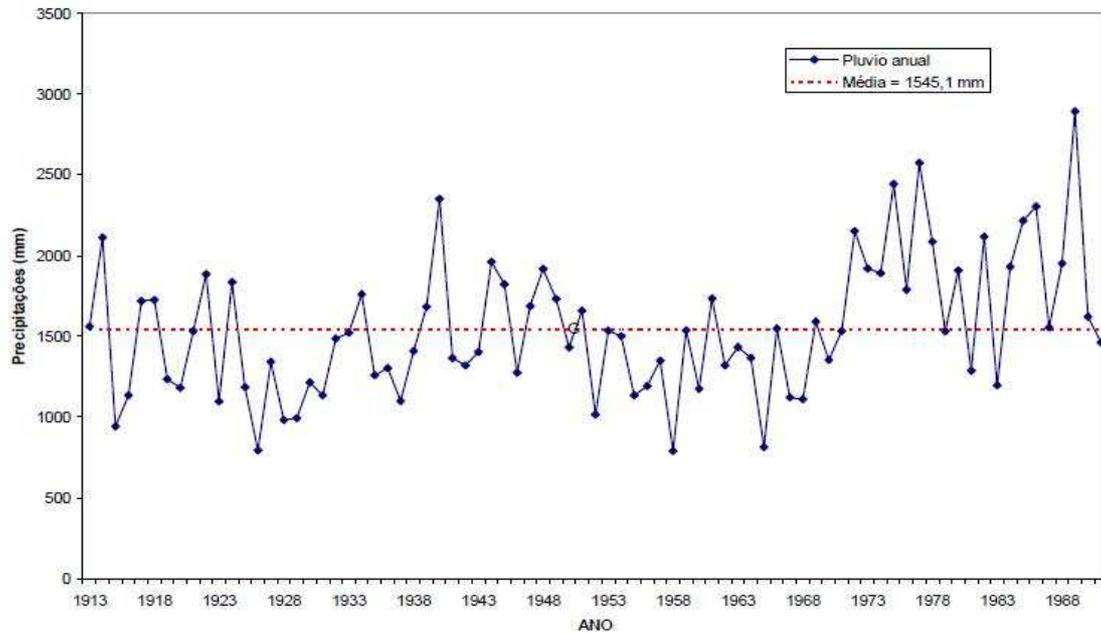


Escala - 1:20.000

Sistema de Projeção - Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal - South American Datum 1969. Zona/Fuso SC.25
Data - 16.12.2010

Fonte : Autor desta dissertação, 2011.

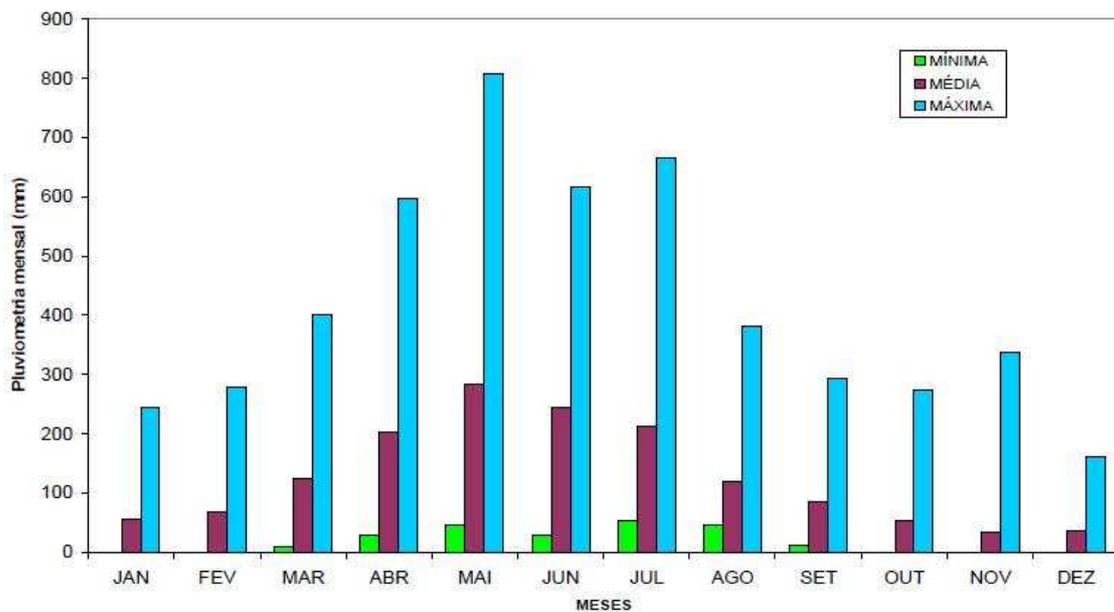
Figura 3 - Pluviometria anual – Estação Maceió: período 1913-1991



Fonte: ANA, 2010.

O histograma da Figura 4 mostra a pluviometria mensal. Verifica-se um pico bem acentuado no mês de maio. O quadrimestre abril-julho mostra-se como o mais chuvoso enquanto que o quadrimestre outubro-janeiro como o mais seco, sendo a menor média em novembro

Figura 4 - Histograma de precipitações mensais - Estação Maceió: 1913-1991



Fonte: ANA, 2010.

De acordo com Santos *et al* (2002), a região apresenta evapotranspiração potencial anual média em torno de 1.200mm, sendo o quadrimestre outubro-janeiro o período em que ocorrem em média, 40% dessa evapotranspiração. A umidade relativa do ar varia, de 82,9% em maio a 75,7% em novembro.

4.3 Solos

Os solos que compõem a bacia hidrográfica do riacho do silva incluem-se nas categorias: Latossolo Amarelo Distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico, ocorrendo em menor escala os Gleissolos Melânicos (BRASIL, 2000).

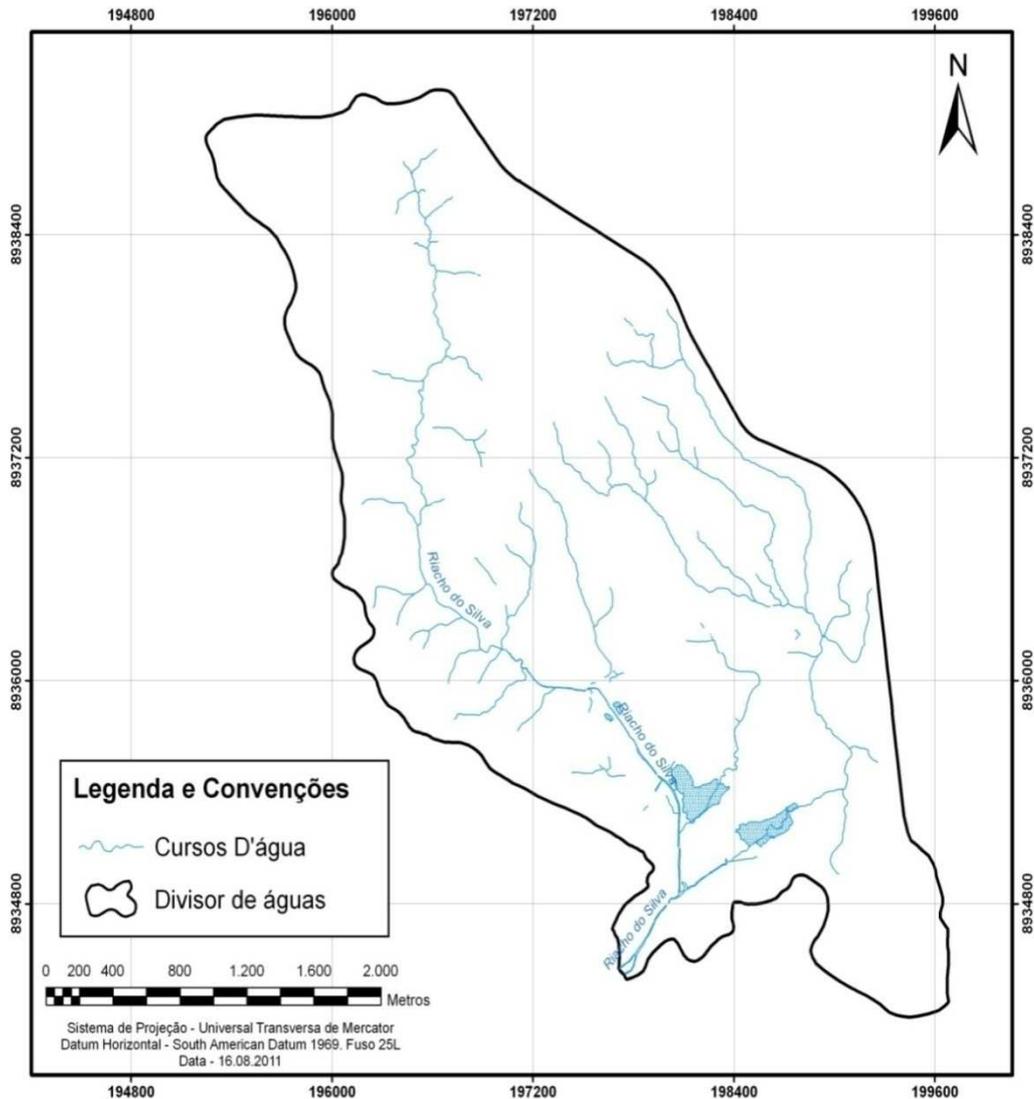
Na planície lagunar, na unidade dos terraços fluvio-lagunares, dominam os Gleissolos Melânicos, de textura argilosa, que ocorrem no fundo do vale, nas margens do riacho do silva, enquanto que na unidade geomorfológica dos tabuleiros aparecem os Latossolos Vermelho-Amarelos e Amarelos, ambos distróficos e os Podzólicos Vermelho-Amarelos distróficos (BRASIL, op cit.).

4.4 Hidrografia

A bacia hidrográfica do Riacho do Silva é drenada pelos seguintes cursos d'água: Riacho do Silva (curso d'água principal) e Riacho Cardoso. A Figura 5 mostra a hidrografia da bacia do Riacho do Silva.

Segundo Silva (2010), o Riacho do Silva tem sua nascente principal próxima à cota de 20 metros, em relação ao nível do mar, localizada por trás da antiga Cerâmica Santa Luzia (atualmente desativada), desaguando na Laguna Mundaú, no bairro de Bebedouro, precisamente no Porto do Sururu. Tem aproximadamente 6,0km de extensão, sendo que 2,0km cortam o Parque Municipal de Maceió (PqMM).

Figura 5 - Hidrografia da Bacia do Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

De acordo com o Decreto Estadual nº 3.766, de 30 de outubro de 1978, que enquadra os cursos d'água do Estado de Alagoas na classificação estabelecida pela Portaria GM-0013, de 15 de janeiro de 1976, este curso d'água já foi classificado como rio de classe 1, ou seja, aquele cujas águas se destinam ao abastecimento doméstico direto com ou sem prévia desinfecção. O Decreto Estadual nº 4.062, de 07 de outubro de 2008, considerando a necessidade de adequação da legislação ambiental e dos recursos hídricos do Estado à legislação federal vigente, particularmente quanto à classificação dos corpos d'água definidos pela Resolução

nº 357/2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, revogou o decreto anterior.

No interior do PqMM verifica-se a presença de várias nascentes de encosta alimentando este riacho. A mais conhecida destas é denominada Buraco da Velha. Na parte baixa, entre a trilha da Mata e a trilha principal, há o lago dos jacarés, com seus 4000m² de superfície (Silva, 2010). O Riacho Cardoso, um afluente do Riacho do Silva, desenvolve-se a leste paralelamente ao Riacho do Silva, desembocando neste já próximo à sua foz.

4.5 Geologia/Geomorfologia

A bacia do Riacho do Silva está inserida no domínio da Formação Barreiras, sendo a região de sua foz, composta por sedimentos de praia e aluvião

A Formação Barreiras, depositada durante o início do Terciário (Plioceno) e o início do Quaternário, são clásticos continentais representados por sedimentos de fraca diagênese, constituídos por uma alternância de areias, siltes e argilas de cores variadas cuja espessura máxima na área é de 84,0m (Gama, 2007).

Segundo o autor, há dois tipos de domínios morfoesculturais na área correspondente à bacia do riacho do silva: as feições geomorfológicas da Planície flúvio-lagunar, na área com menores cotas altimétricas e os Piemontes Inumados, que correspondem à unidade geomorfológica dos tabuleiros Costeiros.

A porção da Planície sedimentológica flúvio-lagunar é menor na dimensão espacial e a variação altimétrica não excede cotas entre 0 e 10 metros em relação ao nível do mar. Os Tabuleiros costeiros apresentam relevo tipicamente plano com suaves ondulações e altitudes em geral inferiores a 100m. A Figura 6 mostra os aspectos geológicos da bacia do Riacho do Silva.

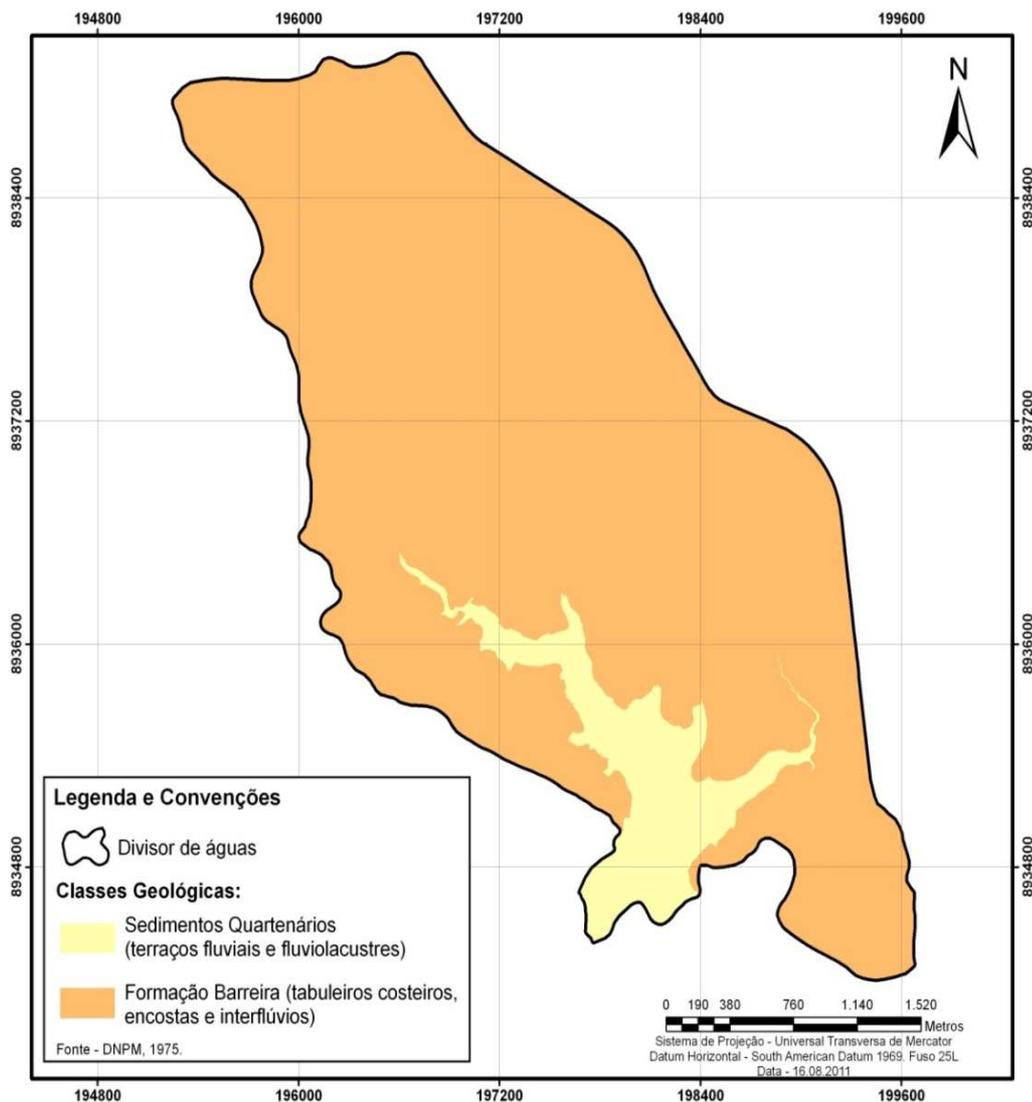
4.6 Hidrogeologia

Três tipos de aquíferos foram identificados nos perfis litológicos para a construção dos poços cadastrados na área: aquífero Barreiras, aquífero Marituba e o

sistema Aquífero Barreiras/Marituba.

O aquífero Barreiras constitui um complexo sistema hidrodinâmico, com uma zona livre superior e diversas camadas confinantes e descontínuas que separam horizontes mais permeáveis. Já a formação Marituba ocorre principalmente na região dos tabuleiros. Grande parte dessa formação é formada por areias grosseiras, dando origem a um excelente aquífero. A formação Marituba encontra-se capeado pelos clásticos da formação Barreiras e, por conseguinte, apresenta-se totalmente saturado.

Figura 6 - Mapa Geológico da Bacia do Riacho do Silva



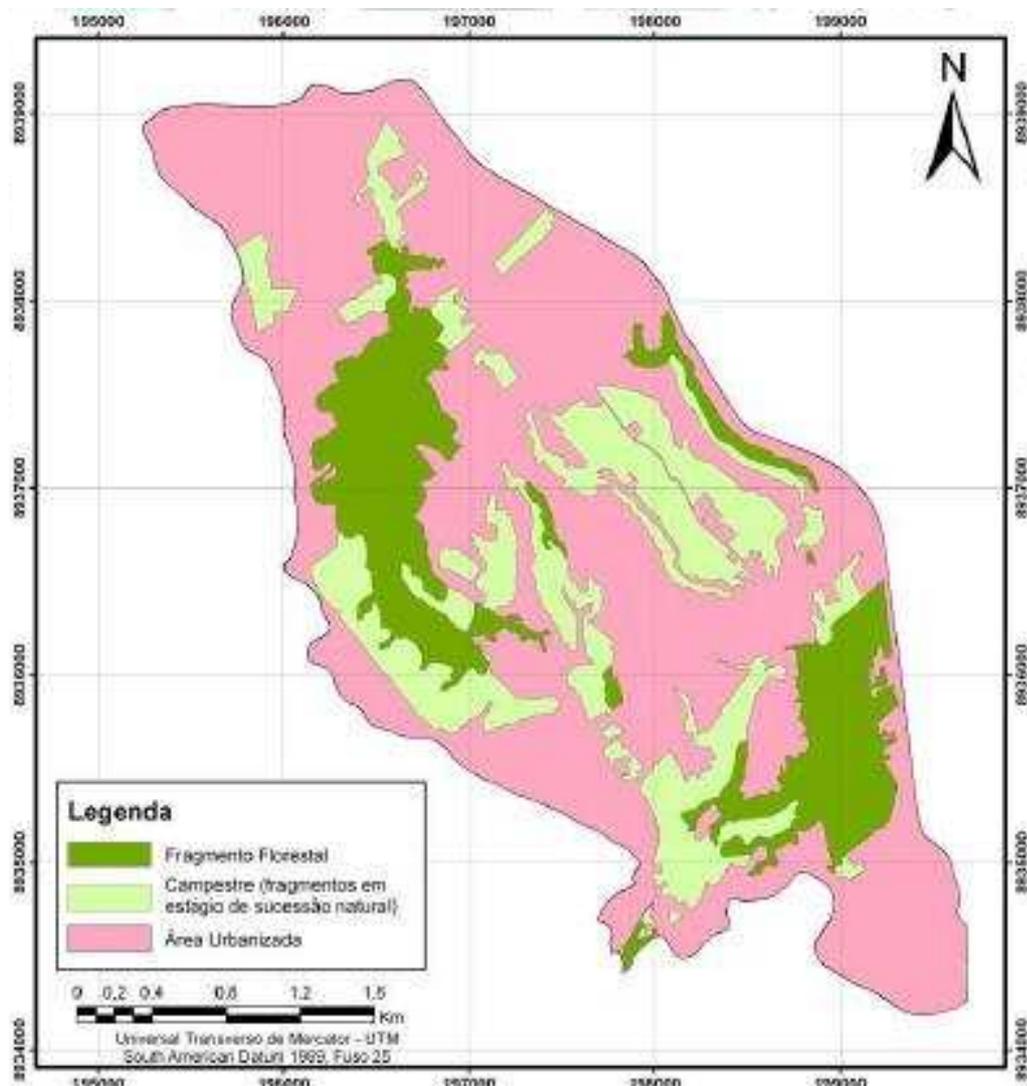
Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

4.7 Uso e ocupação do solo

Este tópico teve como base de informações pesquisa realizada por Almeida *et al* (2010) na bacia do Riacho do Silva.

Da área total da bacia, 62% encontra-se ocupada pela urbanização, 17% por fragmentos florestais e 20% com área campestre, conforme se pode observar na Figura 7.

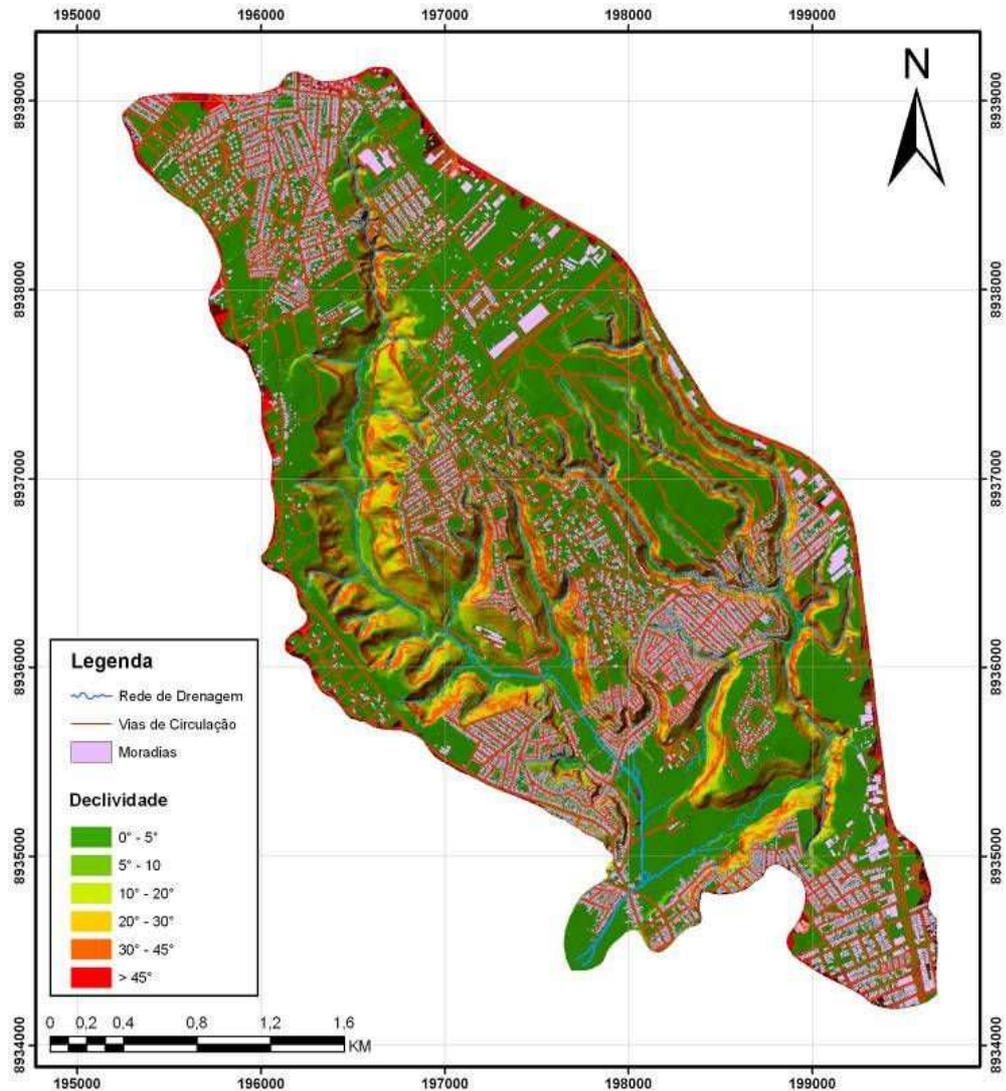
Figura 7 - Áreas ocupadas na bacia do Riacho do Silva



Fonte: Almeida *et al*, 2010.

As áreas com declividade acima de 45° representam 2,08km² da bacia e desse total, 17,86% estão ocupados, conforme Figura 8.

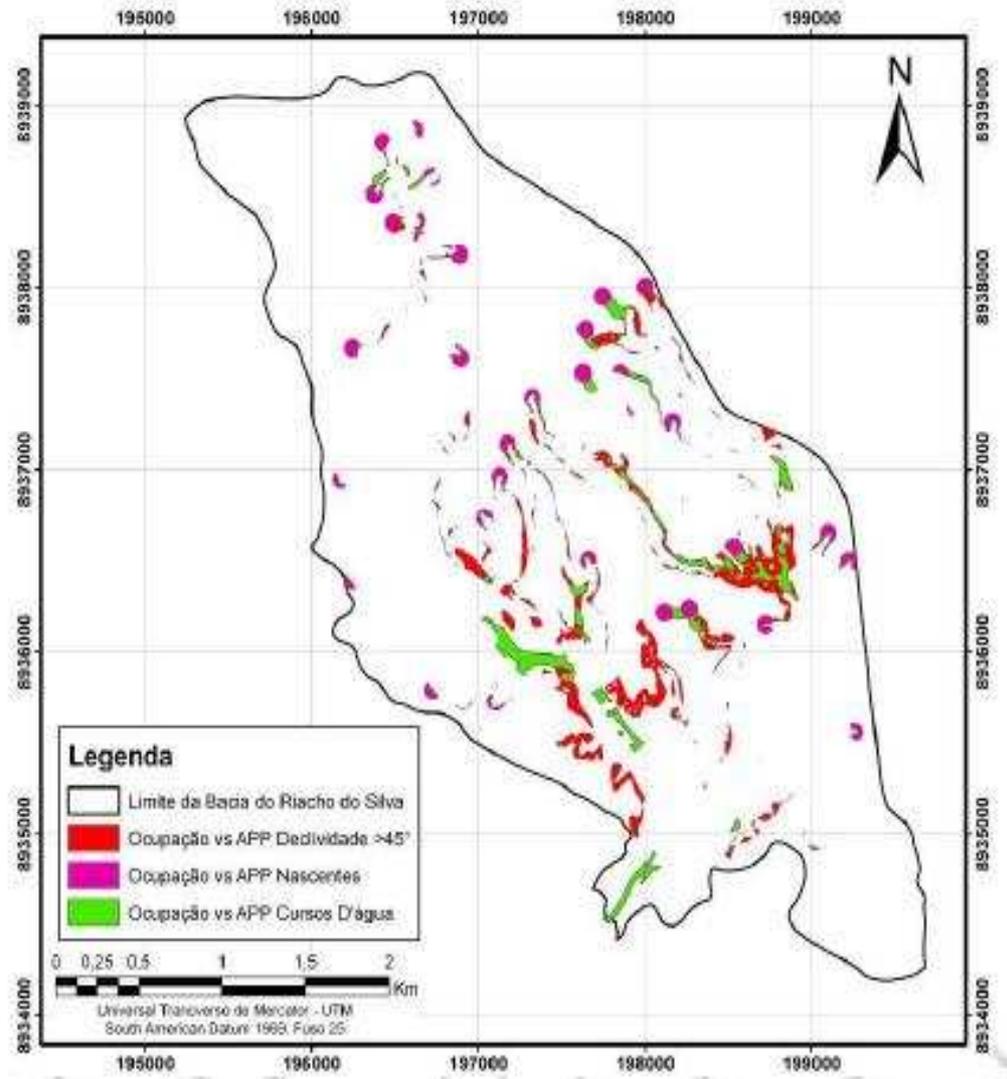
Figura 8 - Mapa digital de Terreno da bacia do Riacho do Silva



Fonte: Almeida *et al*, 2010.

No que diz respeito à situação das APP das margens dos cursos d'água e das nascentes, do total de 1,72 km² referentes a APP das margens dos cursos d'água, 21,51% encontram-se com intervenções antrópicas, enquanto que dos 5,48 km² das APP de nascentes, 55,43% encontram-se com tais intervenções (vide Figura 9).

Figura 9 - Conflito entre ocupações e APP



Fonte: Almeida et al, 2010.

Com relação aos fragmentos florestais, duas unidades de conservação da natureza estão inseridas na bacia do Riacho do Silva: o Parque Municipal de Maceió e a reserva do IBAMA.

O Parque Municipal de Maceió é administrado pela SEMPMA e possui uma área de 82,44 ha. Situado em um vale ladeado por encostas, que atingem aproximadamente 75 (setenta e cinco) metros, sendo marcado por topografia bastante irregular, possuindo remanescentes diferenciados na tipologia da floresta ombrófila com trechos em diversos estágios sucessionais (Auto, 1998).

A reserva do IBAMA, administrada pelo IBAMA, possui uma área de 52,7 ha. Localizada na porção superior da bacia, na área dos tabuleiros, com topografia bem mais suave e, como o parque municipal, com remanescentes diferenciados na tipologia da floresta ombrófila com trechos em diversos estágios sucessionais.

5 METODOLOGIA

O desenvolvimento do presente trabalho foi realizado de acordo com as seguintes etapas:

- atividades de campo;
- determinações analíticas em laboratório; e
- análise dos dados levantados.

5.1 Atividades de campo

Durante o período de realização deste trabalho foram realizadas as seguintes atividades em campo:

- Coleta de amostras de água
- Obtenção de dados de precipitação;
- Obtenção de dados de temperatura (do ar e da água);
- Determinação de vazão;
- Levantamento de Indicadores sócio-econômico-ambientais da população das APP; e
- Diagnóstico das seguintes ações antrópicas: extração de areia, disposição inadequada de resíduos sólidos, lançamento de esgotos e desmatamento em APP.

Para todas as atividades acima mencionadas foram realizados registros fotográficos e marcados a localização geográfica dos pontos, sendo esta operação realizada com o auxílio de um aparelho GPS marca GARMIN modelo Start 660.

5.1.1 Coleta de amostras de água

5.1.1.1 Pontos de coleta

Foram definidos sete pontos da bacia para coleta de amostras de água, sendo seis deles localizados na calha do Riacho do Silva (denominados C₁, C₂, C₃, C₄, C₅ e C₆, (de montante para jusante) e um em uma de suas nascentes de encosta (denominado C_N).

A Tabela 7 apresenta as coordenadas geográficas desses pontos e a Figura 10 apresenta a distribuição espacial destes pontos na bacia.

Figura 10 – Coordenadas UTM dos pontos de coleta de água na Bacia do Riacho do Silva

Ponto	E	N
C ₁	196612	8937668
C ₂	196949	8936100
C ₃	197031	8936112
C ₄	197707	8935710
C ₅	198026	8935062
C ₆	197959	8934748
C _N	196547	8937678

Fonte: Autor desta dissertação, 2011

5.1.1.2 Justificativa da escolha dos pontos de coleta de água

Esses pontos foram definidos em função do acesso ao local bem como das justificativas dadas a seguir.

Ponto C₁: Localizado a jusante da nascente buraco da velha e dos pontos de lançamento dos efluentes de duas criações de suínos e de alguns conjuntos habitacionais. Justificativa da escolha: avaliar os possíveis efeitos dessa atividade antrópica na qualidade da água.

Ponto C₂: Localizado no interior do parque municipal, a montante de uma área onde se pratica retirada de areia do riacho do silva. Justificativa da escolha: avaliar a

qualidade da água do riacho ao deixar a unidade de conservação e confrontar os resultados com os resultados do ponto C₃.

Ponto C₃: Localizado a jusante de uma área de extração de areia. Justificativa da escolha: estudar os possíveis efeitos da retirada de areia na qualidade da água do riacho do silva.

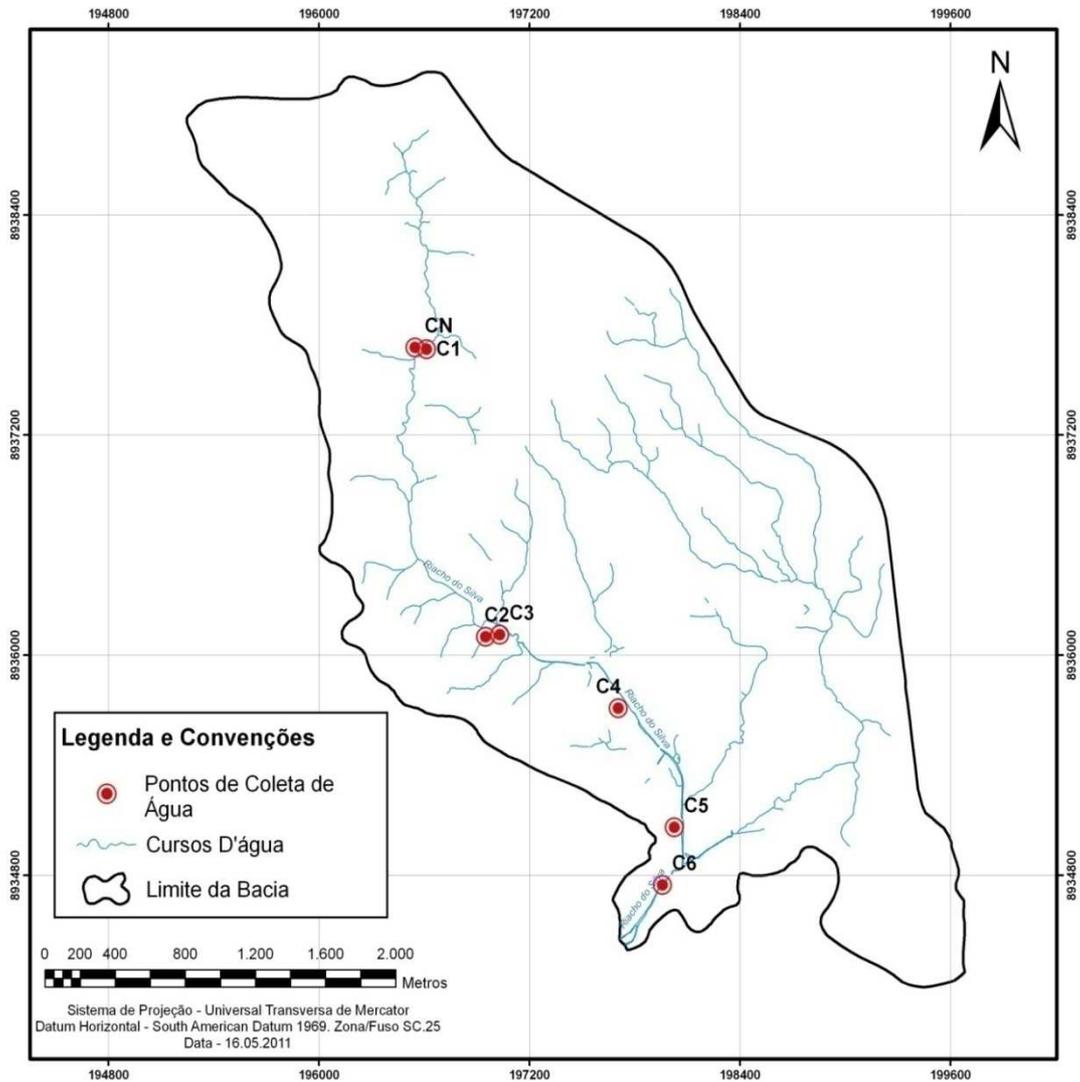
Ponto C₄: Localizado num trecho do riacho do silva com intensa ocupação em suas margens. A população que reside neste local lança seu esgoto diretamente no riacho. Justificativa da escolha: estudar os efeitos dessa ação antrópica na qualidade da água.

Ponto C₅: Localizado numa várzea, onde há um ponto de encalhamento de resíduos sólidos e se faz dragagens periódicas do riacho do silva. Justificativa da escolha: estudar os possíveis efeitos dessas ações na qualidade da água.

Ponto C₆: Ponto próximo à foz do riacho do silva, sob a ponte do porto do sururu. Estabelecimentos como avícolas e açougues lançam seus efluentes líquidos, sem tratamento, diretamente no riacho. Justificativa da escolha: estudar os efeitos do lançamento dos efluentes provenientes destes estabelecimentos e à possível influência da Laguna Mundaú na qualidade da água.

Ponto C_N: Pessoas que trabalham no parque municipal e pessoas que o visitam, costumam tomar água desta fonte. Justificativa da escolha: comparar a qualidade da água subterrânea com a da água superficial bem como fornecer dados de qualidade da água desta fonte à população que a visita.

Figura 10 - Distribuição espacial dos pontos de coleta de água na Bacia do Riacho do Silva



Fonte : Autor desta dissertação, 2011.

5.1.1.3 Coleta de amostras

Amostras de água foram coletadas para se proceder à análise das variáveis de qualidade da água (definidas no item 5.2). As coletas foram efetuadas de outubro de 2010 a março de 2011 (período seco) e de maio a julho de 2011 (período chuvoso), com frequência mensal.

Todo o processo de amostragem foi realizado manualmente, utilizando-se luvas de cano longo, destinadas exclusivamente para este fim (Figura 11a).

Para as variáveis físico-químicos, as amostras foram coletadas em um balde de plástico com capacidade de 5,0 litros e em seguida transferidas para garrafas PET de 2,0 litros de capacidade. Tais garrafas antes de receberem a amostra, foram homogenizadas com água do próprio curso d'água, para ambientá-las. Depois de receberem a amostra, foram preservadas em caixas térmicas e transportadas ao laboratório. As amostras destinadas à análise microbiológica foram colhidas em frascos de plástico previamente esterilizados em autoclave e em seguida acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo. No caso do oxigênio dissolvido, as amostras foram colhidas em frascos de vidro, próprios para DBO, tendo sido feita a fixação do oxigênio dissolvido no próprio local de coleta (Figura 11b). Em ambos os casos, o frasco foi segurado pela base, mergulhado a cerca de 10 cm de profundidade, em posição inclinada, com a boca direcionada em sentido contrário à correnteza do riacho.

Figura 11 - Coleta de água e preparo de amostra para análise em laboratório
(a) Coleta de água no ponto C₁; (b) Fixação do OD da amostra



Fonte : Autor desta dissertação, 2011.

Durante todo o processo de coleta de água do estudo foi mantido um horário de coleta de água para cada ponto de coleta conforme mostrado na Tabela 8.

Tabela 8 - Horário aproximando de coleta de amostras de água

Ponto	Horário de coleta
C ₁	6h55min
C _N	7h20min
C ₂	7h45min
C ₃	8h05mn
C ₄	8h35min
C ₅	9h10min
C ₆	9h30min

Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

5.1.2 Obtenção de dados de precipitação

Foi instalado na área de estudo um pluviômetro convencional do tipo Ville de Paris, no dia 30 de julho de 2010, no ponto de coordenadas geográficas (UTM): 197049mE e 8936380mN, localizado no interior do Parque Municipal de Maceió, em área plana, livre de obstáculos como vegetação de porte arbóreo e arbustiva e construções. Tal determinação foi feita em consonância com a Organização Meteorológica Mundial (WMO), que recomenda uma densidade mínima de uma estação para cada 10 a 20 km², para as áreas urbanas (WMO, 1994).

Os dados de precipitação foram coletados no período compreendido entre 01 de agosto de 2010 e 30 de julho de 2011, sempre às 7:00h, com o auxílio de uma proveta graduada em milímetros de chuva, sendo posteriormente armazenados num banco de dados, conforme pode ser observado no Apêndice A. A Figura 12 mostra os aparelhos utilizados e como foram realizadas as coletas dos dados de precipitação na Bacia do Riacho do Silva.

Figura 12 - Coleta de dados de chuva na bacia do Riacho do Silva (a) proveta graduada e pluviômetro; (b) Coleta de água no dia 10/05/11



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

5.1.3 Obtenção de dados de temperatura

Foram efetuadas coletas de dados referentes à temperatura do ar e da água (Figura 13) em todos os pontos selecionados para a coleta de água da bacia. As medições foram efetuadas com dois termômetros: um digital e um manual com bulbo de mercúrio. O valor da temperatura (do ar e da água) em cada ponto, foi obtido através da média aritmética simples entre as leituras obtidas nos dois termômetros.

Figura 13 - Medição da temperatura na bacia do Riacho do Silva (a) Medição da temperatura do ar; (b) Medição da temperatura da água



Fonte : Autor desta dissertação, 2011.

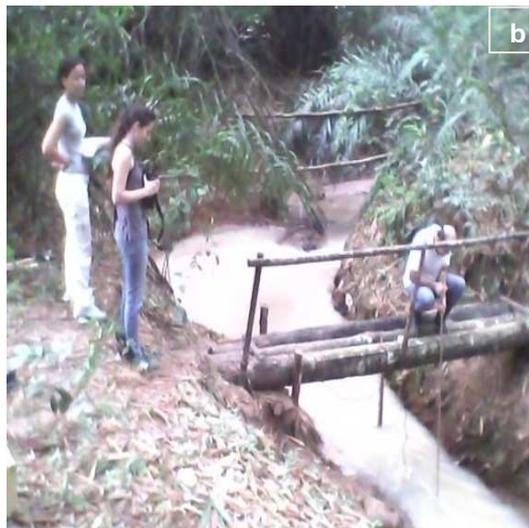
Para a medição da temperatura da água, o bulbo do termômetro de mercúrio bem como a sonda do termômetro digital foram mergulhados a uma profundidade de 10 cm no curso d'água. No caso da temperatura do ar, a medição foi efetuada sempre em um ponto sombreado, localizado no máximo a dois metros de distância do ponto de coleta de água.

5.1.4 Determinação da vazão

As medições de vazão foram realizadas mensalmente, na seção transversal do Riacho do Silva, correspondente ao ponto de coleta de água C₂, utilizando-se um molinete fluviométrico pertencente ao Laboratório de Hidráulica (LH) do Centro de Tecnologia da UFAL. Esta seção foi escolhida por ser de fácil acesso, estar num trecho retilíneo do riacho e pela estabilidade dos seus taludes.

A Figura 14 mostra o molinete utilizado e uma campanha realizada para medição de vazão no dia 25 de outubro de 2010.

**Figura 14 - Molinete e medição de vazão na Bacia do Riacho do Silva.
(a) Molinete fluviométrico; (b) Campanha realizada em 25/10/2010**



Fonte: Autor, desta dissertação 2011.

Em campo, foram determinados:

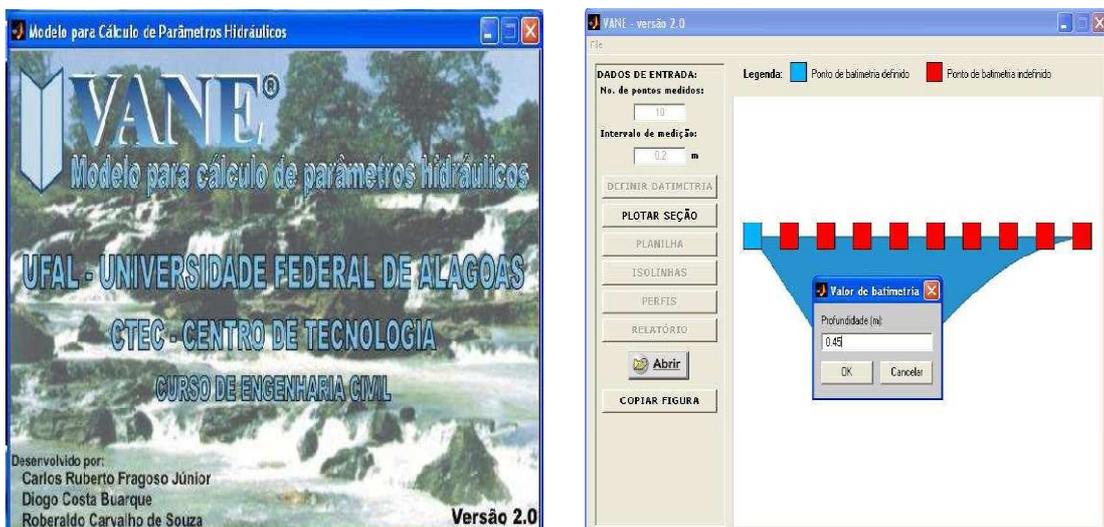
- a) a batimetria da secção e
- b) o número de rotações da hélice do molinete para um intervalo de tempo considerado.

A batimetria da secção foi efetuada com o auxílio de uma corda graduada em 20 cm, régua metálica e piquetes de madeira. Para tal, posicionou-se um piquete em cada margem do riacho, na seção transversal considerada, esticando-se a corda e, em seguida, efetuou-se a leitura da altura da lâmina de água em cada ponto da corda com o auxílio da régua.

Para cada vertical considerada, fez-se uma ou duas leituras do número de rotações para um intervalo de tempo de 30 segundos, tendo sido feita apenas uma leitura quando o comprimento da vertical apresentava-se menor ou igual a 15,0cm e duas quando esse comprimento apresentava-se maior que 15,0cm. No primeiro caso, a leitura foi efetuada na superfície do curso d'água e no segundo caso, uma leitura a 20% e a outra a 80% da profundidade.

Para obtenção dos dados de vazão a partir dos dados obtidos em campo, utilizou-se o *software* VANE versão 2.0/2004 (Figura 15), desenvolvido por Fragozo Jr. et al (2002), que fornece, através de processos de integração numérica, a estimativa da vazão e dos perfis de velocidade na seção do canal.

Figura 15 - Interface gráfica do software VANE 2.0/2004



Fonte: Fragozo Jr. et al, 2002.

5.1.5 Levantamento de indicadores socioeconômicos e ambientais da população das APP

Foi aplicado um questionário de sondagem, contendo questões referentes à escolaridade, renda, saúde e meio ambiente, na população que habita as APP da Bacia Riacho do Silva (Figura 16). Para tal, foram visitadas 100 residências, sendo 50 localizadas na APP das margens do riacho e 50 na APP de encosta. O questionário encontra-se no Apêndice B.

Figura 16 - Aplicação de questionário com moradores das APP



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

5.1.6 Diagnóstico das ações antrópicas

5.1.6.1 Extração de areia

Foram efetuadas duas visitas ao Riacho do Silva durante os meses de março e abril de 2011, percorrendo-se toda a sua margem, para identificação dos pontos deste onde ocorre a prática de extração de areia.

Através de observações *in loco* e entrevistas com trabalhadores envolvidos na operação de extração do material mineral, foram levantadas informações referentes a:

a - método de extração

- b - estocagem
- c - drenagem
- d - volume extraído/tempo
- e - carregamento e transporte
- f - comercialização
- g - aspectos sanitários e legais da operação.

5.1.6.2 Disposição inadequada de resíduos sólidos ao longo da bacia

Foram identificados pontos da bacia em que a população deposita resíduos sólidos no solo denominados de pontos D (disposição) e que com as chuvas são facilmente carregados para o leito do Riacho do Silva, provocando alterações na qualidade da água. Foi realizada em cada ponto, uma análise qualitativa dos constituintes do material depositado. Tal operação foi realizada nos meses de abril e maio de 2011.

A Figura 17 mostra a identificação de um destes pontos e a análise dos resíduos sólidos.

**Figura 17 - Pontos de disposição inadequada e análise de resíduos sólidos.
(a) Identificação de ponto de disposição; (b) Análise qualitativa dos resíduos**



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

5.1.6.3 Lançamento de esgotos

Foram identificados os principais pontos de lançamento de esgoto no Riacho do Silva, denominados de pontos L (lançamento), localizadas as suas fontes e caracterizado o tipo de efluente lançado.

Para os estabelecimentos comerciais que lançam efluentes diretamente no Riacho do Silva, foi efetuada uma visita juntamente com fiscais da SEMPMA nos dias 12 e 14 de maio de 2011, onde foram levantados dados referentes a:

- a - Tipo de estabelecimento (açougue, avícola...);
- b - Produtos comercializados/beneficiados;
- c - Autorização ambiental;
- d - N^o de unidades produzidas/dia

No caso dos lançamentos provenientes de residências, foi verificada a existência ou não de rede pública coletora de esgotos.

A Figura 18 mostra uma visita a estabelecimentos que lançam seus efluentes no Riacho do Silva, em 14/05/2011.

**Figura 18 - Visita a estabelecimentos que lançam esgoto no Riacho do Silva
(a) Avícola varejão do Frango; (b) Pocilga SUINEL**



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

5.1.6.4 Desmatamento em APP

Foram identificados pontos das APP da bacia do Riacho do Silva onde a vegetação original foi recentemente retirada, denominados pontos R (retirada) e que

apresentam potencial para alterar a qualidade da água deste manancial devido ao carreamento de material destes pelas águas das chuvas (Figura 19). Em seguida foi pesquisado o motivo da retirada da vegetação original através de observação *in loco* e/ou informações levantadas com moradores locais.

Figura 19 - Identificação de desmatamento em APP



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

5.2 Determinações analíticas em laboratório

Para os sete pontos de coleta de água selecionados foram efetuadas análises da qualidade da água através de variáveis físico-químicas e biológicas cuja discriminação e metodologia aplicada estão apresentados na Tabela 9.

As análises quantitativas das variáveis, com exceção da variável temperatura (determinada em campo), foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental – LSA, situado no prédio do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas – NPT do Centro de Tecnologia – CTEC da Universidade Federal de Alagoas - UFAL. Tais análises foram efetuadas em duplicata, segundo APHA (1998), com frequência mensal. A Figura 20 mostra as determinações analíticas das variáveis de qualidade da água do Riacho do Silva.

Tabela 9 - Variáveis de qualidade da água selecionadas

Parâmetro	Método analítico e equipamento
Cor	Colorímetro Aquacolor Marca Policontrol
Turbidez	Método Nefelométrico – Turbidímetro PoliControl AP 2000
Cond. elétrica	Condutivímetro marca Analion modelo C708
Sólidos totais	Gravimétrico – Filtração em membrana de fibra de vidro com diâmetro de poro igual a 1,2 µm
Sólidos sedimentáveis	Cone de INnhoff
Sólidos dissolvidos totais	Gravimétrico – Filtração em membrana de fibra de vidro com diâmetro de poro igual a 1,2 µm
Temperatura	Determinação direta com termômetro de mercúrio e com sonda LUTRON – DO - 5510
pH	Método potenciométrico - MV-TEMP-METER marca LT-Lutron, pH-206
Cloreto	Método Argentométrico (Método de Mohr)
Fósforo total	Metodologia descrita em VALDERRAMA (1981)
Oxigênio dissolvido	Winkler (Winckler, modificado), segundo Golterman et al (1978)
Demanda Bioquímica de oxigênio	Método (Winckler, modificado), segundo Golterman et al (1978)
Nitrogênio amoniacal	Método KJELDHAL - NTK-(Standard Methods) - Destilador de Nitrogênio
Nitrito	Método de Bendschneider & Robinson (1952) segundo Golterman <i>et al.</i> (1978). Espectrofotômetro QUIMIS Q-108U2M
Nitrato	Determinação segundo Mackereth <i>et al.</i> (1978). Espectrofotômetro QUIMIS Q-108U2M
Coliformes fecais	Tubos múltiplos

Fonte: Autor desta dissertação, 2011

Figura 20 - Determinações analíticas em laboratório



(a) Cor e Turbidez; (b) Titulação – Cloreto, OD e DBO; (c) Espectrofotometria NO_2^- , NO_3^- e P_{total} ; (d) Destilação – N amoniacal; (e) Incubação - DBO; (f) Gravimetria - ST e SDT; (g) Cone de Inhoff – S.S; (h) pH e C.E; (i) coliformes.

Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

5.3 Análise dos resultados obtidos

Os valores observados nas análises de qualidade da água foram apresentados em gráficos do tipo *boxplots* para análise da variabilidade no espaço e no tempo das variáveis de qualidade da água. Em relação à variabilidade no espaço, os *boxplots* foram posicionados no gráfico de acordo com a sua localização na rede de drenagem (perfil longitudinal). No tempo, os *boxplots* foram posicionados de acordo com os meses de coleta.

O *boxplot* é um elemento gráfico que possibilita representar a distribuição de um conjunto de dados com base em alguns de seus parâmetros descritivos, quais sejam: a mediana, o quartil inferior, o quartil superior e o intervalo interquartil.

Também foi realizada a Análise de Componentes Principais (PCA), utilizando-se o PC-ORD programa de versão 4.0 (McCune e Mefford, 1999) para determinar as mudanças espaciais e temporais nas condições físicas-químicas e biológicas da água superficial da bacia do Riacho do Silva.

Os dados obtidos para as variáveis de qualidade da água foram analisados à luz da legislação vigente (Resoluções CONAMA 357/05, 430/11 e 274/00 para os pontos de coleta da água superficial e Portaria 518/05 do Ministério da Saúde para o ponto de coleta CN - Água subterrânea).

Com relação ao levantamento das ações antrópicas, as análises foram efetuadas baseando-se na legislação ambiental vigente (Leis federais 4.771/65 e 9.605/98, lei municipal 4.548/96, e resoluções CONAMA).

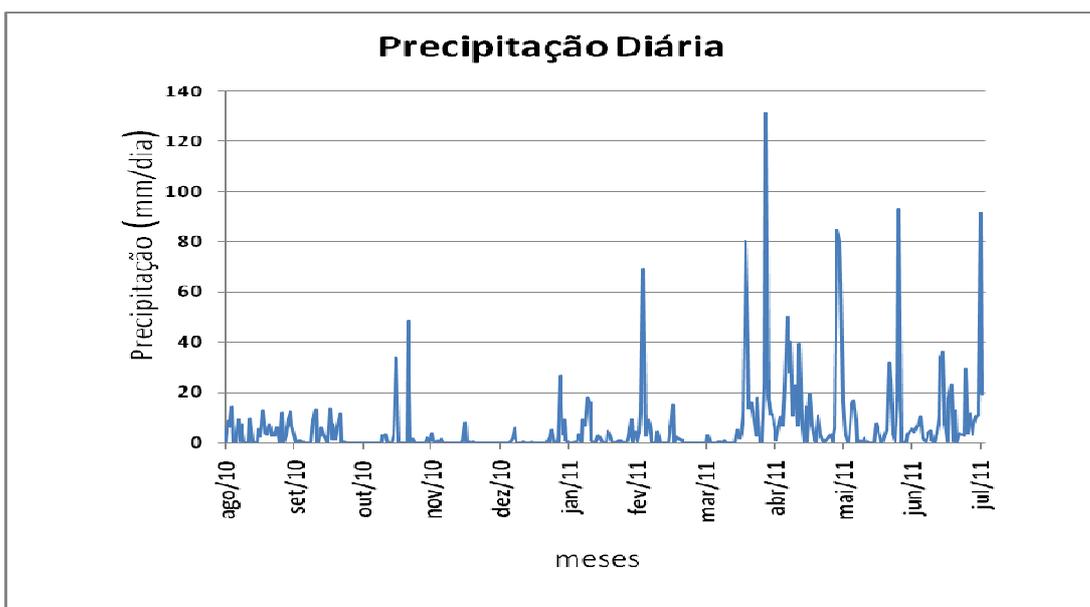
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Monitoramento pluviométrico

A seguir são apresentadas as análises dos dados pluviométricos referentes ao período compreendido entre 01 de agosto de 2010 e 30 de julho de 2011 obtidos através de um pluviômetro instalado na área de estudo.

A Figura 21 apresenta a precipitação diária registrada neste posto para o período mencionado.

Figura 21 - Precipitação diária registrada pelo pluviômetro instalado na área de estudo entre os dias 01/08/2010 e 30/07/2011

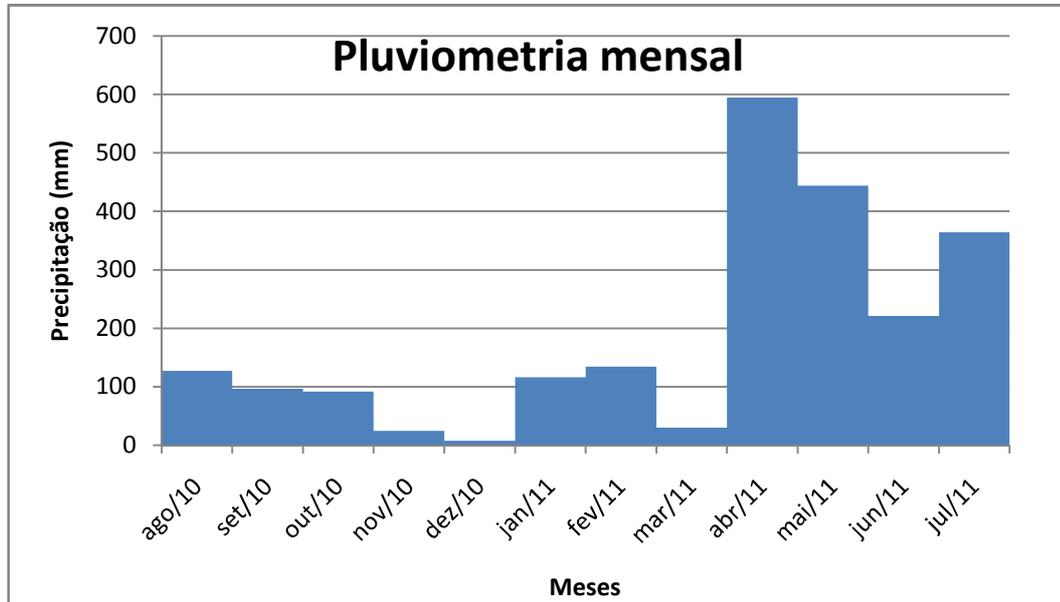


Fonte : Autor desta dissertação, 2011.

A precipitação total anual registrada no pluviômetro instalado na área de estudo foi de 2.252,1mm. Ao longo do ano foram verificados 01 (um) evento chuvoso com precipitação $P > 100\text{mm/dia}$, ocorrido no dia 18 de abril de 2010, com valor de 131,2 mm ($f = 0,27\%$), 06 (seis) eventos com $60\text{mm/dia} < P \leq 100\text{mm/dia}$ ($f = 1,64\%$), 12 (doze) eventos com $30\text{mm/dia} < P \leq 60\text{mm/dia}$ ($f = 3,3\%$), 197 (cento e noventa e sete) eventos com $0 < P \leq 30\text{mm/dia}$ ($f = 53,97\%$) e 149 eventos onde não ocorreu precipitação, ou seja, $P = 0$ ($f = 40,82\%$).

A Figura 22 apresenta a pluviometria mensal observada durante o período do monitoramento (agosto/10 – julho/11).

Figura 22 - Histograma de precipitações mensais – Bacia do Riacho do Silva



Fonte : Autor r desta dissertação, 2011.

O mês de dezembro apresentou o menor índice pluviométrico (7,5 mm) representando 0,33% do total anual precipitado e o mês de abril o maior índice (594,4 mm), representando 26,39% do total anual precipitado.

O quadrimestre setembro-dezembro foi o mais seco (220,7 mm), representando 9,8% do total anual precipitado e o quadrimestre abril-julho o mais chuvoso (1623,5 mm), representando 72,09% do total anual precipitado, ficando bastante evidente, no período de realização do estudo de qualidade da água do Riacho do Silva (outubro/10 – julho/11), que existe uma sazonalidade da precipitação com duas estações bem definidas: (a) a estação seca (outubro - março) com precipitação média mensal de 67,45 mm e; (b) a estação chuvosa (abril - julho), com precipitação média mensal de 405,88 mm.

6.2 Vazão

A Tabela 10 apresenta os valores da vazão instantânea medidos em nove campanhas efetuadas na bacia do Riacho do Silva, no ponto de coleta de água C₂, no período compreendido entre outubro de 2010 e maio de 2011.

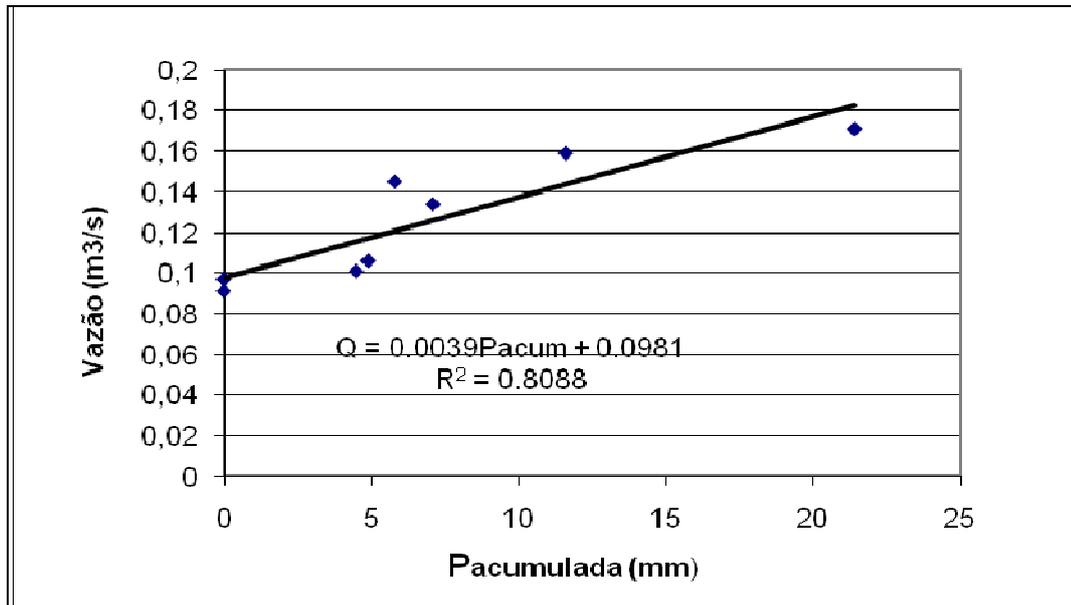
Tabela 10 – Dados referentes às medições de vazão no Riacho do Silva ponto C₂

Data	Vazão instantânea (m ³ /s)
19/10/10	0,134
10/11/10	0,101
08/12/10	0,097
16/01/11	0,091
14/02/11	0,159
18/03/11	0,097
05/04/11	0,106
16/04/11	0,171
21/05/11	0,145

Fonte : Autor desta dissertação, 2011.

Foi verificada uma correlação significativa ($R^2 = 0,8088$) entre os valores da vazão instantânea (m³/s) e da precipitação acumulada (mm) referente a três dias de antecedência ao dia da medição da vazão, conforme pode ser observado na Figura 23 .

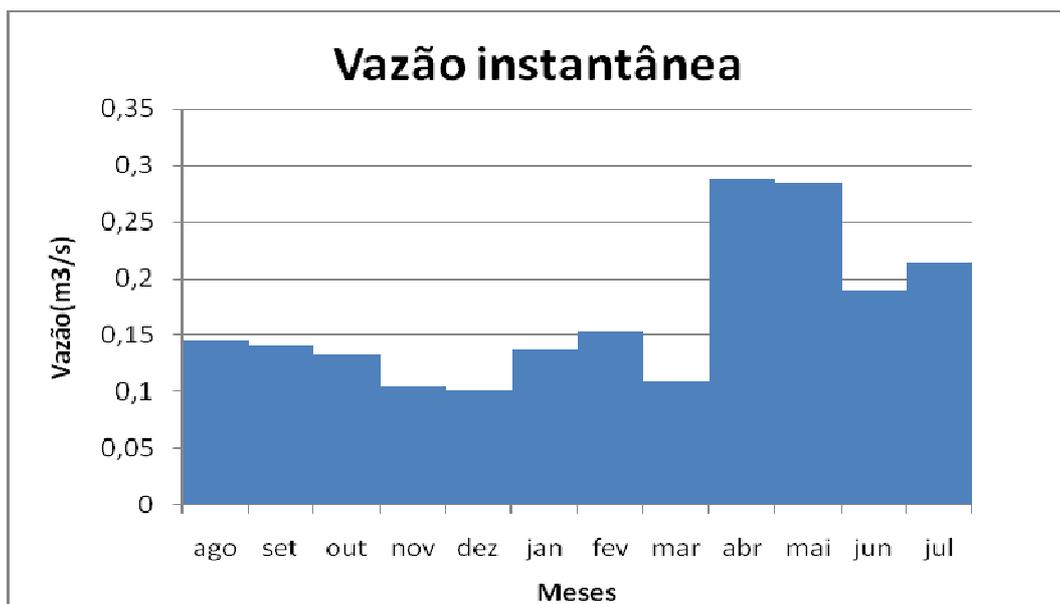
Figura 23 - Correlação entre chuva acumulada de 3 dias antecedentes (mm) e vazão (m³/s) na Bacia do Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

O gráfico a seguir mostra o comportamento sazonal da vazão instantânea média no ponto C₂ durante os meses do monitoramento pluviométrico (agosto/2010 – julho/2011).

Figura 24 - Comportamento sazonal da vazão instantânea – Ponto C₂



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

O mês de fevereiro apresentou a maior média da vazão instantânea do período seco. Os meses de dezembro e março apresentaram os menores valores de vazão instantânea média, enquanto que abril e maio apresentaram os maiores valores para o período de estudo. O regime sazonal da vazão segue o comportamento do regime de precipitações.

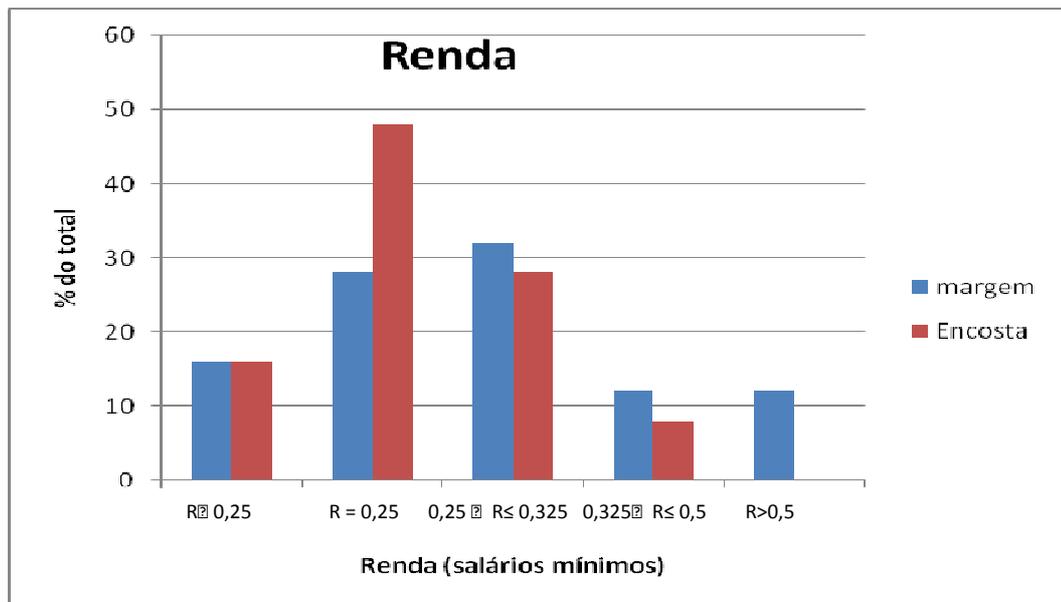
Os valores estimados das vazões (m^3/s) para cada um dos pontos de coleta de água da bacia do Riacho do Silva referente ao período do estudo, calculados com base na precipitação e na área da bacia a montante de cada ponto, encontram-se no Apêndice D.

6.3 Indicadores socioeconômicos e ambientais da população das APP

6.3.1 Renda

A Figura 25 mostra a renda per capita mensal do universo pesquisado, cujo índice utilizado foi o salário mínimo vigente no país: R\$ 540,00.

Figura 25 - Renda per capita mensal da população das APP da Bacia do Riacho do Silva



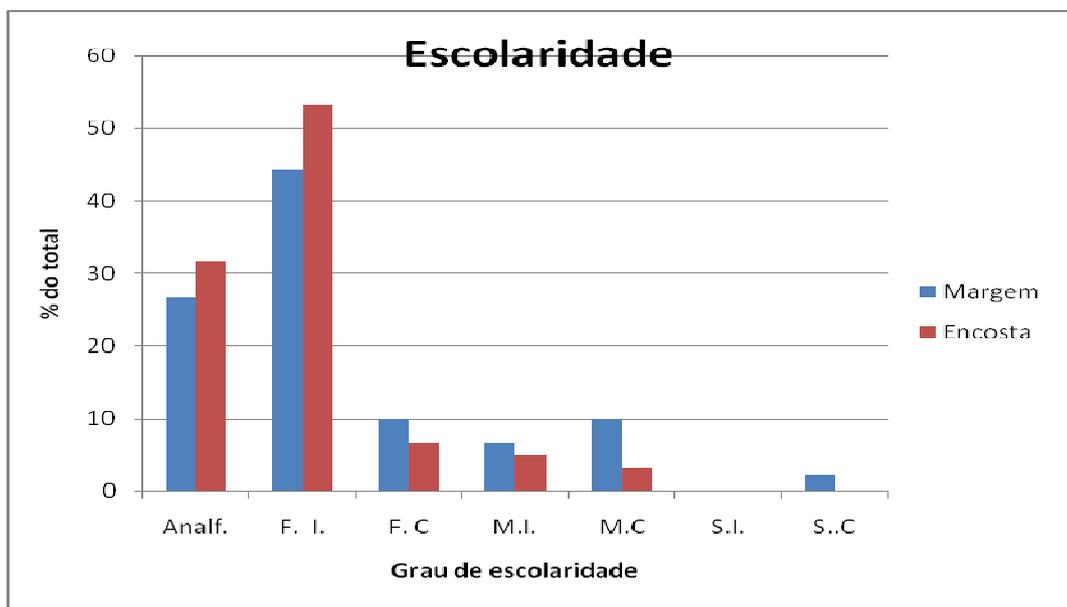
Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

Nas APP da bacia do Riacho do Silva, a maior parte da renda per capita não ultrapassa 0,325 salário mínimo/mês (R\$:173,5). Vale ressaltar que em ambos os casos (margem e encosta) há um número considerável de pessoas (16% do total) que sobrevive com menos de 0,25 salário mínimo/mês (menos de R\$: 135,00). É possível que, com o aumento da renda, a qualidade da água do Riacho do Silva venha a melhorar, pela possível melhoria que os moradores irão promover nos aspectos sanitários em suas próprias residências, como por exemplo, a construção de sistema de tratamento e disposição final dos esgotos.

6.3.2 Nível de escolaridade

A Figura 26 mostra o nível de escolaridade da população do universo pesquisado.

Figura 26 - Nível de escolaridade da população das APP da Bacia do Riacho do Riacho do Silva



Legenda: A – analfabeto¹; FI - fundamental incompleto; FC - fundamental completo; MI - Médio incompleto; MC - médio completo; SI - superior completo; SC - superior completo

Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

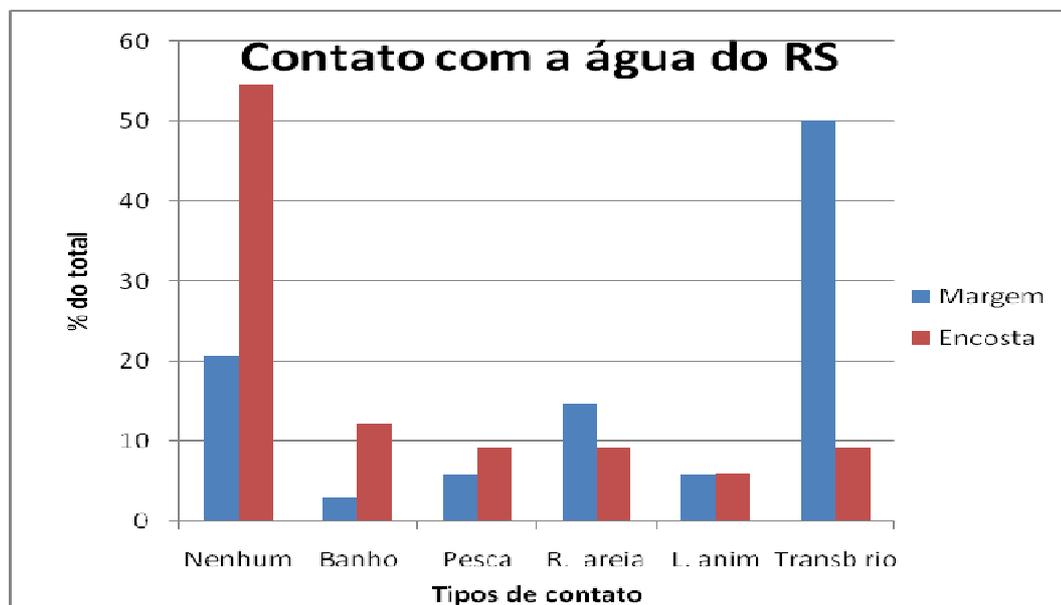
¹ Neste trabalho, Considerou-se analfabeto o indivíduo que não consegue ler e escrever.

Pelo gráfico, é possível observar que predomina na população das APP desta bacia, pessoas analfabetas ou com nível fundamental incompleto. Entre os analfabetos, a maioria é composta por adultos. O elevado percentual de pessoas com nível fundamental incompleto é devido às crianças em idade escolar. É muito pequena a percentagem de pessoas de nível médio e superior nas APP da bacia. Nos níveis FC, MI, MC e SC, a população da APP das margens apresenta um maior percentual que a população da encosta, enquanto que nos níveis A e FI, a percentagem é maior na APP da encosta. Com a Educação Ambiental sendo ministrada obrigatoriamente em todos os níveis de ensino, é possível que, com o aumento do nível de escolaridade da população, passe a acontecer menos poluição deste curso d'água.

6.3.3 Tipos de contato com a água do Riacho do Silva

A Figura 27 mostra os tipos de contato que a população das APP tem com a água do Riacho do Silva.

Figura 27 - Tipos de contato da população com a água do Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

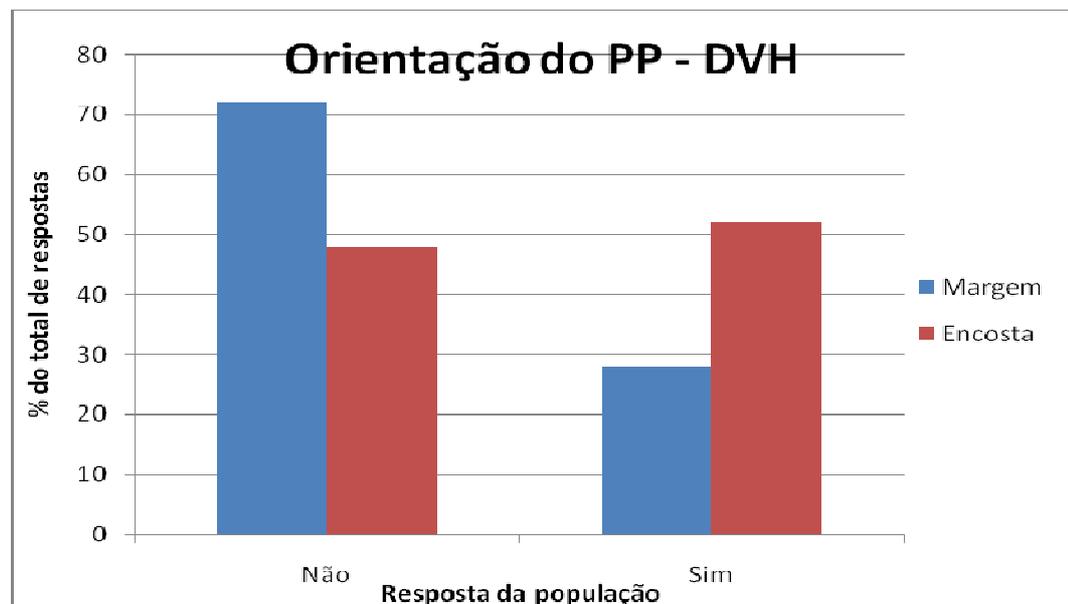
Metade das pessoas que habitam as APP das margens são obrigadas a ter contato com a água do riacho no período de chuvas intensas, quando essas invadem inevitavelmente suas casas no período de cheia. Alguns moradores da

encosta neste período, ao visitar parentes ou amigos das margens, entram também em contato com a água do riacho. A maior parte dos moradores da encosta afirma que não tem contato algum com essa água. Uma pequena parcela desta população tem contato com a água deste manancial através de banho (maior parte crianças), pesca, retirada de areia e lavagem de animais (cavalos). Verifica-se, portanto, contato primário da população das APP da bacia com a água do Riacho do Silva. A quantidade limitada de usos bem como de contatos da população com a água do riacho é um indicativo da qualidade da água. Portanto, havendo melhoria na qualidade da água deste manancial, tais contatos deixarão de ser perigosos e aumentarão os usos da água.

6.3.4 Orientação do Poder Público sobre doenças de veiculação hídrica

A Figura 28 mostra as respostas da população sobre a orientação que recebe do Poder Público sobre as doenças veiculadas pela água.

Figura 28 - Orientação do Poder Público à população das APP sobre DVH



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

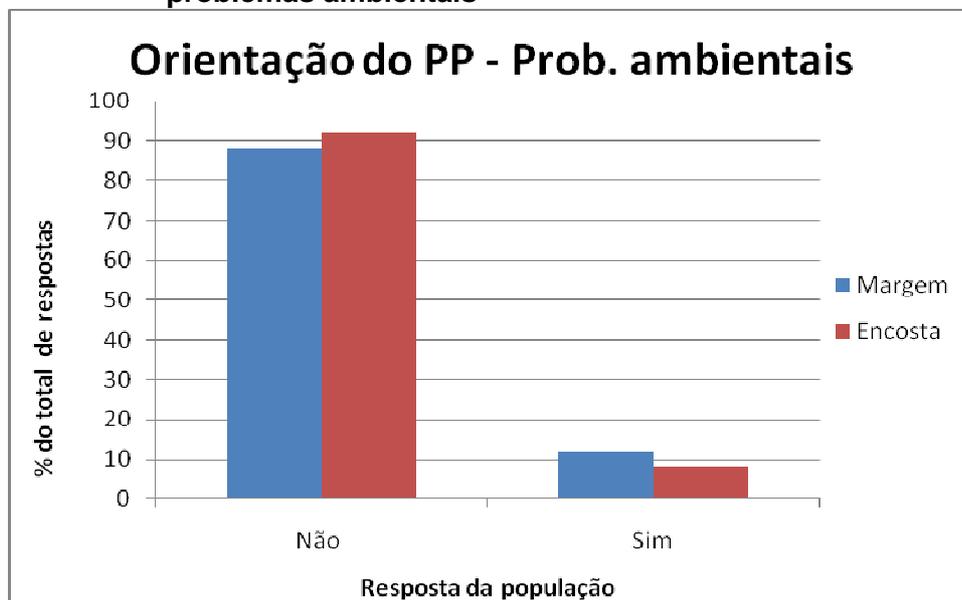
Do total dos entrevistados, 72% dos moradores da margem do riacho e cerca de 50% dos moradores da encosta, afirmaram que os órgãos governamentais

nunca efetuaram visita ou campanha no sentido de esclarecer as doenças que podem ser veiculadas pela água. Para o restante dos entrevistados (28% da margem e 52% da encosta), o governo, através de seus órgãos ligados à saúde, faz visitas esporádicas para prestar esclarecimentos sobre a dengue. Com relação às demais doenças, notadamente as de veiculação hídrica, nunca foi dada orientação por parte do Poder Público a esta população. Havendo uma participação mais efetiva do governo, melhorando este indicador, a população, mais consciente de como tais doenças podem ser contraídas, passará a poluir menos o riacho e, por consequência, haverá uma melhora na qualidade da água deste riacho.

6.3.5 Orientações do Poder Público sobre Questões ambientais

A Figura 29 mostra as respostas da população acerca das orientações que recebe do Poder Público no que tange as questões referentes à conservação e preservação dos recursos ambientais.

Figura 29 - Orientação do Poder Público à população das APP sobre problemas ambientais



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

Segundo a maioria dos entrevistados, o Poder Público nunca prestou serviço no que tange à orientação sobre questões ambientais, tais como o uso racional da

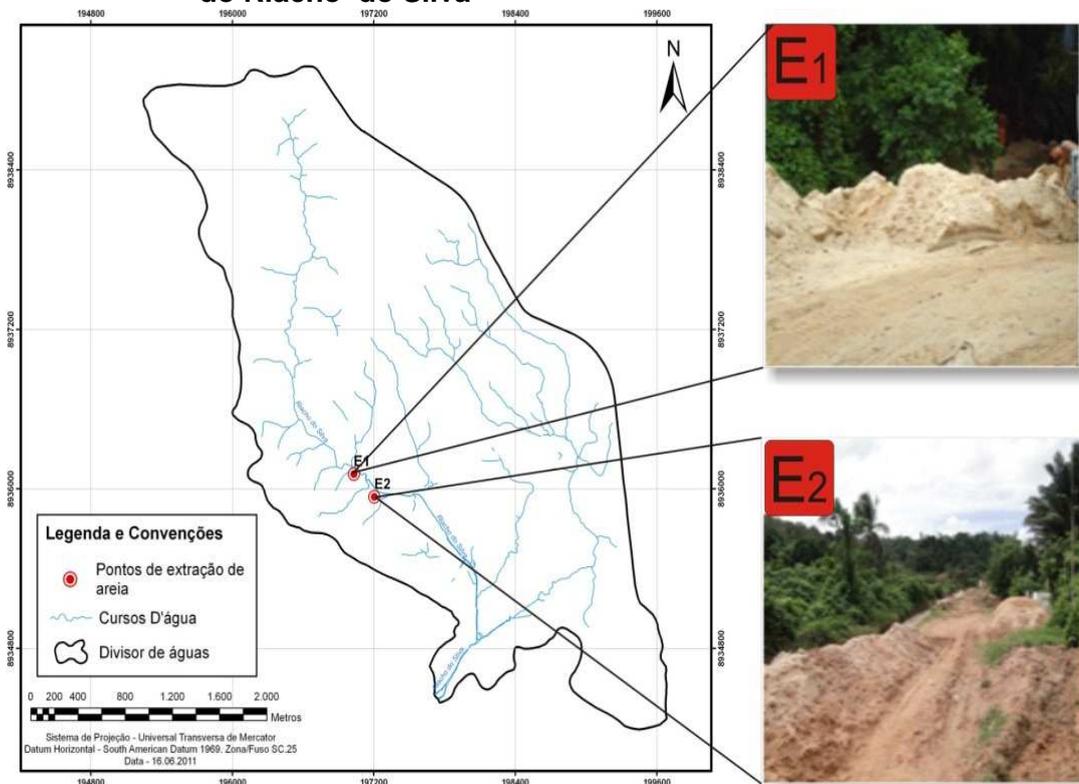
água, a disposição correta dos resíduos sólidos, os efeitos do desmatamento e o lançamento de esgoto nos corpos d'água e suas consequências. Havendo uma melhor orientação do Poder Público sobre como lidar com os recursos ambientais, a população passará a ver com outros olhos o ambiente em que vive. Com isto, é possível que haja uma melhora na qualidade da água do Riacho do Silva.

6.4 Diagnóstico das ações antrópicas

6.4.1 Extração de areia

Foram detectados dois pontos de extração de areia ao longo do Riacho do Silva, denominados E₁ e E₂. O ponto E₁, de coordenadas geográficas 197031mE e 8936112mN, está localizado próximo à entrada principal do Parque Municipal de Maceió. O ponto E₂, de coordenadas geográficas 197205mE e 8935940mN, localiza-se a jusante de E₁, distando aproximadamente 500 m em relação a E₁ (Figura 30).

Figura 30 – Localização dos pontos de extração de areia na Bacia do Riacho do Silva



Fonte : Autor desta dissertação, 2011.

Nas duas áreas, o material mineral é extraído manualmente com o auxílio de pás (Figura 31a), sendo em seguida disposto temporariamente em montes na própria APP. A Tabela 11 mostra uma aproximação do volume de areia extraído do Riacho do Silva nestas duas áreas de extração para os períodos: seco e chuvoso.

Tabela 11 - Volume de areia extraído (caçambas de 6m³/semana)

<u>Área de extração</u>	<u>P. seco</u>	<u>P. chuvoso</u>
E ₁	7-12	18-25
E ₂	5-8	10-15

Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

Há um aumento do volume extraído na época chuvosa devido à maior deposição do material no leito fluvial, favorecida em grande parte pelo desmatamento em pontos da bacia a montante destas áreas.

O transporte do material até o local de venda ao consumidor final é feito através de caminhões-caçamba com capacidade de 6m³. O carregamento desses caminhões é feito manualmente pelos próprios trabalhadores que extraem a areia (figura 31b).

Figura 31 - Processo de extração, carregamento e transporte de areia na bacia do Riacho do Silva. (a) Extração; (b) Carregamento e transporte



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A comercialização do produto se dá diretamente entre os trabalhadores envolvidos com a extração e os caçambeiros, no próprio local de extração. O preço de venda do produto neste ponto é de R\$ 85,00/caçamba, o que corresponde a R\$ 14,17/m³.

Na área E₁ foi verificada erosão em forma de sulco na APP decorrente deste processo de drenagem, conforme pode ser observado na Figura 32.

Figura 32 - Erosão na APP devido à drenagem do líquido do material depositado



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

Com relação aos aspectos sanitários, verificou-se que os trabalhadores envolvidos com a extração de areia nessas áreas não usam nenhum tipo de equipamento de proteção, ficando sujeitos a acidentes de trabalho bem como à exposição a agentes patogênicos veiculados pela água.

Com relação aos aspectos legais, a extração de areia no leito do Riacho do Silva é praticada sem autorização do órgão municipal de meio ambiente (SEMPMA), sem registro no DNPM e sem licença do órgão estadual do meio ambiente (IMA-AL).

O tráfego de veículo pesado como caminhão-caçamba dentro da APP poderá provocar também alterações como a compactação do solo e a produção de ruídos, que poderá causar estresse a elementos da fauna local.

A erosão verificada na APP pode aumentar a carga de materiais sólidos na água, podendo alterar a sua qualidade.

6.4.2 Disposição inadequada de resíduos sólidos

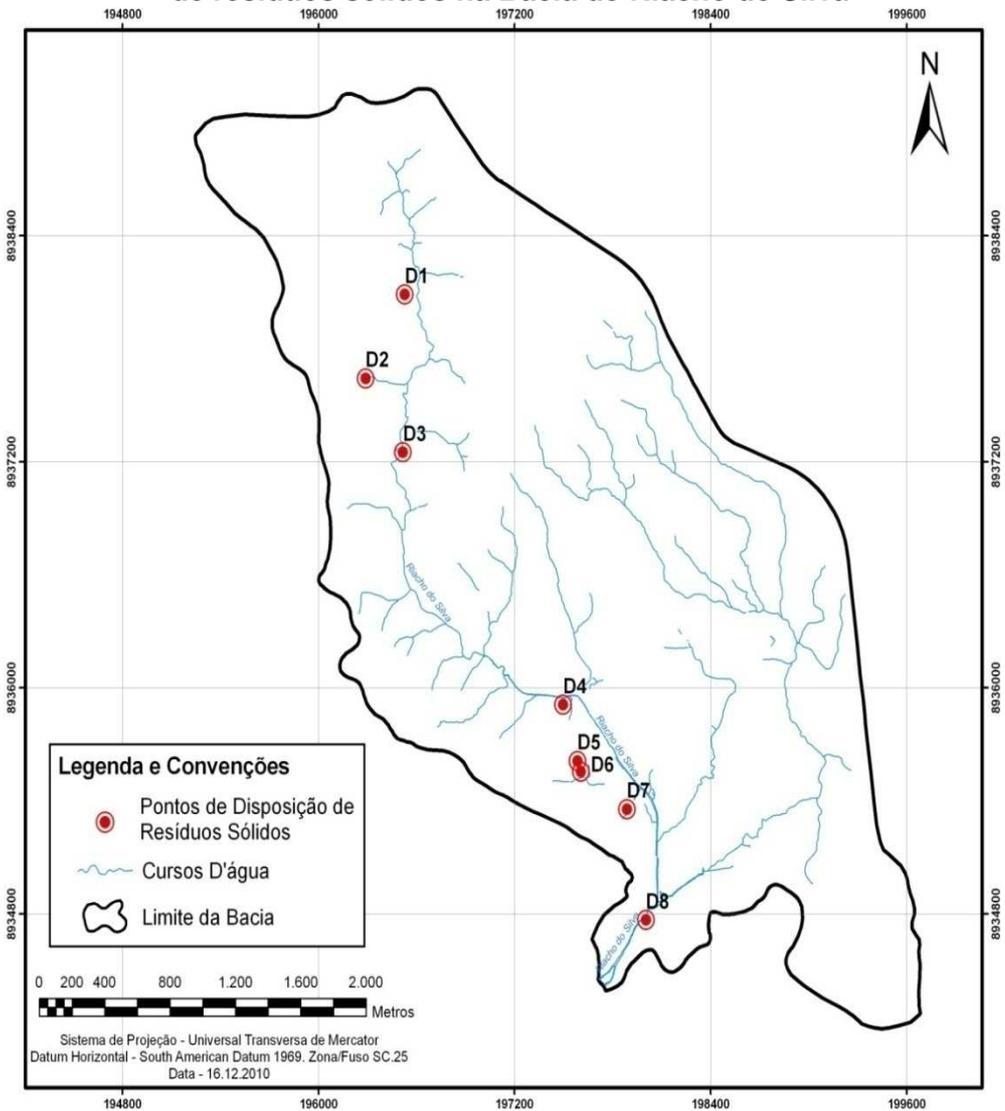
A Tabela 12 mostra os pontos de disposição inadequada de resíduos sólidos observados e a Figura 33 mostra a distribuição espacial destes pontos na bacia.

Tabela 12 - Pontos de disposição inadequada de resíduos sólidos na Bacia do Riacho do Silva

Ponto	Referência	Coord. Geográficas (UTM)		Materiais observados
		E	N	
D ₁	Encosta, Favela Nascimento Tabuleiro do Martins	196519	8938078	Restos alimentares, sacolas plásticas, pneus, papel, papelão, restos vegetais, garrafas PET.
D ₂	Encosta, Favela Denilma Bulhões Tabuleiro do Martins	196288	8937642	Restos alimentares*, garrafas PET, sacolas plásticas, espumas, papel, latas, restos vegetais*, recipientes plásticos em geral
D ₃	Interior do PqMM, "ponto do mofumbo" a aproximadamente 30 m do leito do RS	196517	8937250	Restos vegetais* e cascas de sururu
D ₄	Planície lagunar, em frente à ponte de acesso a Juvenópolis, a 5 m do leito do RS Bebedouro	197497	8935910	Restos alimentares, sacolas plásticas, vidro, papel, papelão, garrafas PET, latas de refrigerante
D ₅	Encosta, no final da Rua Manoel Parente Bebedouro	197585	8935612	Restos alimentares*, sacolas plásticas, papelão, restos vegetais*, latas, vidro, papel, restos animais, lâmpadas, sofás velhos, recipientes plásticos em geral.
D ₆	Encosta, por trás das casas da Travessa dos Prazeres, Bebedouro	197606	8935554	Restos alimentares*, garrafas PET, sacolas plásticas, espumas, papel, latas, restos vegetais*, recipientes plásticos em geral
D ₇	Planície lagunar, na borda da várzea, na curva p/ a Chã da Jaqueira a uns 80 m do eito do RS.	197887	8935356	Restos alimentares*, sacolas plásticas, penas de galinha, vidros, sofás velhos
D ₈	Planície lagunar, próximo à linha do trem, à margem do RS, Bebedouro.	198004	8934768	Restos animais (animais mortos), pena de galinha, restos vegetais*, sacolas plásticas, vidro, isopor, restos alimentares*

Fonte : Autor desta dissertação, 2011.

Figura 33 - Distribuição espacial dos pontos de disposição inadequada de resíduos sólidos na Bacia do Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

Os pontos D₁, D₄, D₇ e D₈, por estarem localizados muito próximos ao leito do Riacho do Silva, têm seus resíduos arrastados facilmente pela água das chuvas para o curso d'água e como são pontos cujos resíduos apresentam alto percentual de matéria orgânica facilmente decomponível, contribuem significativamente para a modificação da qualidade da água. Além disso, existem pontos do leito do riacho, a jusante de alguns desses pontos de disposição no solo, onde ocorre retenção de resíduos sólidos, como é o caso do ponto de coleta de água C₅ mostrado na Figura 34.

Figura 34 - Ponto de retenção de resíduos sólidos no Riacho do Silva (a) no período seco; (b) no período chuvoso



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

No ponto D₄ existe um container colocado pela Superintendência de Limpeza Urbana de Maceió (SLUM). Este dispositivo encontra-se frequentemente cheio e, em consequência, a população passa a depositar resíduos sólidos ao redor do mesmo. Conclui-se portanto, que a frequência de coleta não está adequada à produção de resíduos pela comunidade e que esta mostra-se mal informada no que toca à disposição desses resíduos.

No ponto D₃ a Prefeitura Municipal de Maceió, através da SEMPMA, deposita restos vegetais provenientes da poda das árvores da cidade, após passarem por um processo de trituração. Passa a acontecer neste local, a decomposição desses resíduos. Neste processo, ocorrem diversas transformações bioquímicas, havendo formação de vários compostos orgânicos, muitos deles solúveis em água. O

chorume produzido, por lixiviação ou arrastamento pelas águas das chuvas, atinge o curso d'água, o que pode estar contribuindo significativamente para a modificação da qualidade da água.

Os pontos de disposição D₂, D₅ e D₆ estão localizados em encostas íngremes, no final de ruas, onde os moradores alegam que os containers colocados pela prefeitura ficam distantes de suas residências e por tal, o lixo é colocado na encosta mais próxima. Tais resíduos sólidos acumulados na encosta além de prejudicar a estética local, servem de abrigo para baratas, ratos e outros animais que podem ser vetores de importantes doenças. Estes resíduos também podem ser carreados pela água da chuva para as partes mais baixas da bacia, podendo chegar ao curso d'água.

Convém salientar que todos os pontos de disposição de resíduos sólidos levantados neste trabalho, com exceção do ponto D₂, estão localizados em áreas de preservação permanente (APP) da bacia do Riacho do Silva. A disposição inadequada bem como a coleta ineficiente dos resíduos sólidos, verificadas nas APP da bacia do Riacho do Silva, são práticas rotineiras desta população e que vão de encontro a todo o aparato legal vigente, além de promover a poluição ambiental nos três compartimentos (ar, água e solo), comprometendo bastante a qualidade de vida de homens e animais que aí habitam.

6.4.3. Lançamento de esgoto

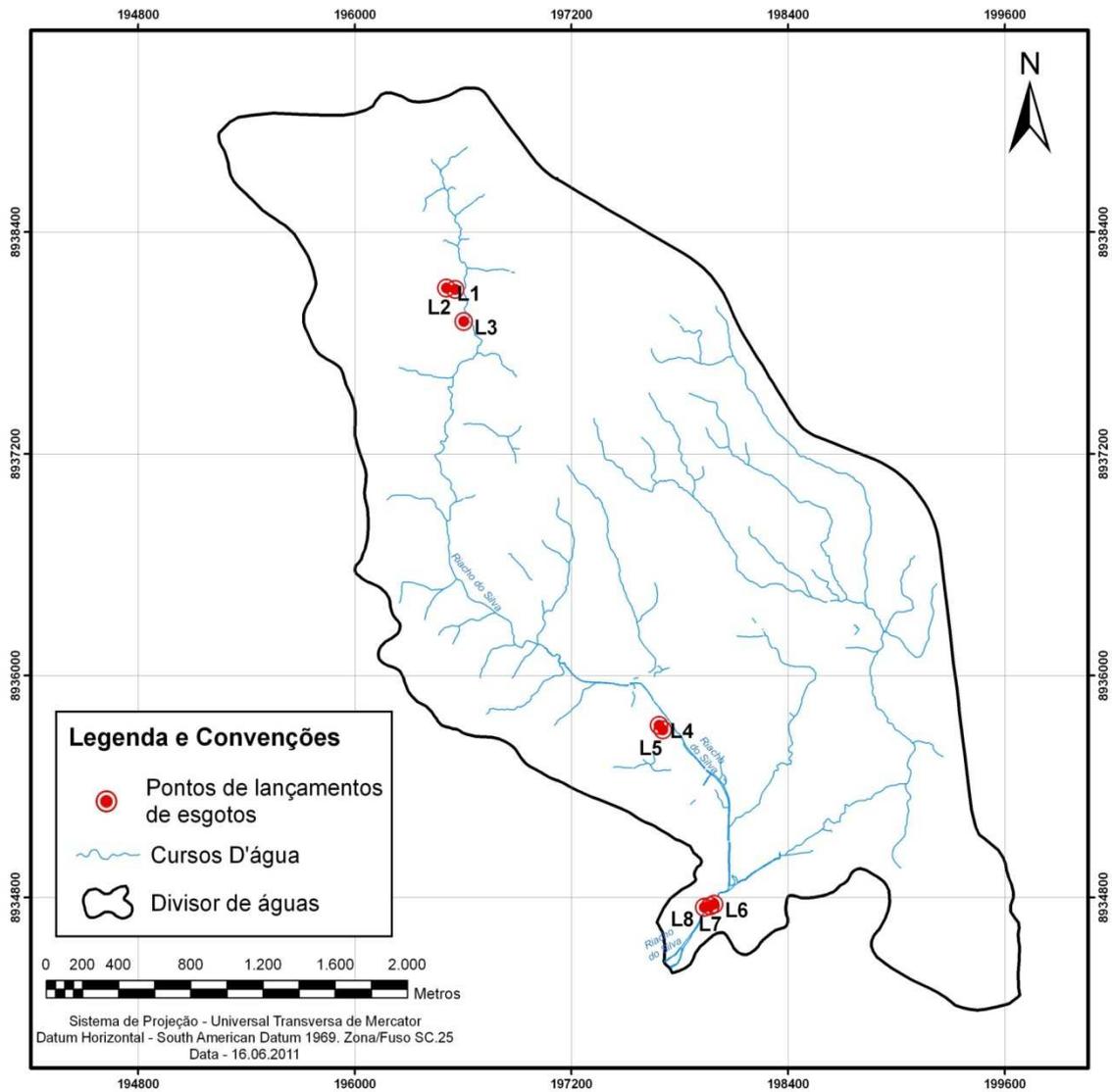
A Tabela 13 mostra o levantamento dos principais pontos de lançamento de esgoto no Riacho do Silva e a Figura 35 mostra a distribuição espacial destes pontos na bacia.

Tabela 13 - Principais pontos de lançamento de esgoto na bacia do Riacho do Silva

Ponto	Referência	Coord. Geog. (UTM)		Lic. ambiental		Unidades	Efluente lançado
		E	N	sim	não		
L ₁	Cond. Idelfonso Uchoa Santa Amélia	196508	8938098	-	-	288	Esgoto doméstico não tratado proveniente de toda atividade residencial
L ₂	Criação de suínos Santa Amélia	196558	8938090		X	50	Efluente de suinocultura sem tratamento
L ₃	Suinocultura Estrela Santa Amélia	196604	8937916		X	300	Efluente de suinocultura tratado
L ₄	Residências às margens do R.S. Bebedouro	197687	8935732	-	-	30	Esgoto doméstico não tratado proveniente de toda atividade residencial
L ₅	Residências Trav. Marquês de Abrantes Bebedouro	197708	8935708	-	-	80	Esgoto doméstico não tratado proveniente de banho, lavagem de roupas e utensílios
L ₆	Esgoto proveniente da rua J. Moreira Bebedouro	197992	8934764	-	-	150	Esgoto doméstico não tratado proveniente de banho, lavagem de roupas e utensílios
L ₇	Avícola Varejão dos frangos Bebedouro	197970	8934756		X	50	Efluente não tratado proveniente do abate de aves
L ₈	Casa do frango Avícola bebedouro	197936	8934748		X	50	Efluente não tratado proveniente do abate de aves

Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

Figura 35 - Distribuição espacial dos principais pontos de lançamento de esgoto na Bacia do Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

Os pontos L₁, L₄, L₅ e L₆ são lançamentos provenientes de atividades residenciais. Em L₁ o efluente provém do condomínio residencial Idelfonso Uchoa (apartamentos) cuja estação de tratamento de esgoto (ETE) ainda não se encontra em funcionamento. O esgoto produzido é então lançado, *in natura*, diretamente no Riacho do Silva. Em L₄, as residências localizadas às margens do Riacho do Silva não apresentam fossa absorvente e o esgoto é também lançado diretamente no curso d'água. Não há neste ponto rede pública coletora de esgoto. Em ambos casos, o efluente advém de toda atividade residencial, contendo apreciável quantidade de fezes, apresentando, portanto, alto teor de coliformes fecais. Em L₅ e L₆ o efluente advém de atividades residenciais como lavagem de roupas e utensílios domésticos, devendo portanto, conter apreciável teor de polifosfatos, devido ao intenso uso de detergentes sintéticos. Nestes pontos também não há rede pública coletora de esgotos. Os pontos L₂ e L₃ são provenientes do lançamento de duas pocilgas. A Pocilga SUINEL responsável pelo lançamento em L₃, apresenta estação de tratamento de esgoto, composta de grade, peneiras, decantador e lagoas de estabilização. O volume de efluente bruto produzido é de 10.500 litros por dia. A criação de porcos responsável pelo lançamento em L₂ não apresenta estação de tratamento, produzindo cerca de 1.500 litros de efluente bruto por dia. Os pontos L₇ e L₈ são lançamentos provenientes de duas avícolas localizadas próximas ao ponto de coleta de água C₆. Em ambos os casos o efluente advém do processo de abate das aves. A água superficial do riacho neste ponto mostra-se bastante oleosa.

Os pontos L₁, L₂ e L₃ localizam-se a montante do ponto de coleta C₁. Os pontos L₄ e L₅ a montante de C₄ e os pontos L₆, L₇ e L₈ a montante de C₆.

Tais lançamentos de esgotos contribuem significativamente para o aumento da degradação da qualidade da água do Riacho do Silva, tornando ainda mais restritos os usos desta água.

É oportuno lembrar que a fiscalização por parte dos órgãos ambientais competentes é precária, havendo estabelecimentos comerciais que não apresentam licença ambiental. A falta de saneamento básico é notória, principalmente nas áreas próximas às margens do Riacho do Silva.

6.4.4 Desmatamento em APP

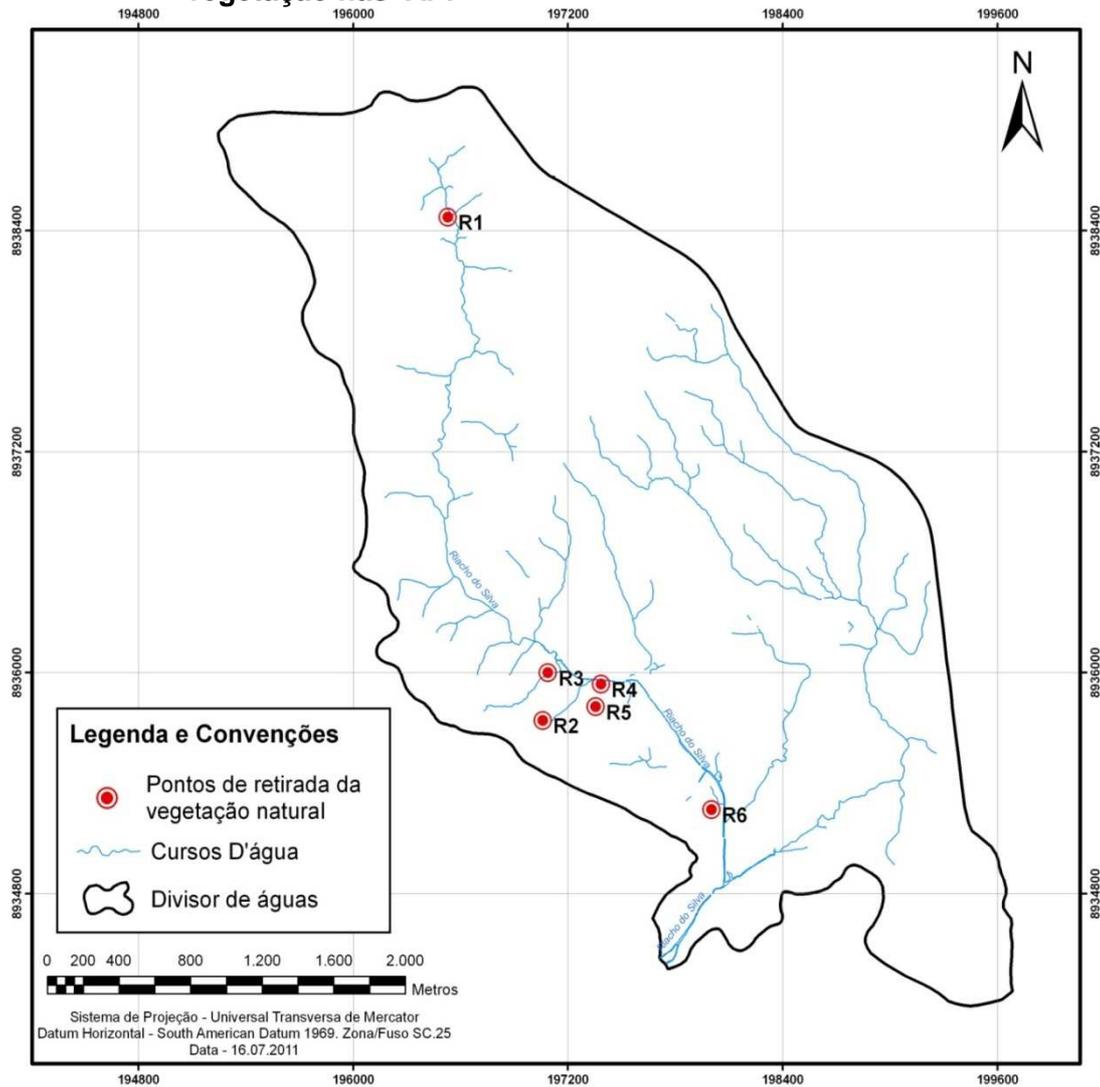
A Tabela 14 mostra o levantamento dos principais pontos de retirada da vegetação natural nas APP da bacia do riacho do silva. A Figura 36 mostra a distribuição espacial destes pontos na bacia.

Tabela 14 – Principais pontos de retirada da vegetação nas APP da Bacia do Riacho do Silva

Ponto	Referência	Coordenadas geográficas (UTM)		Motivo da devastação
		E	N	
R ₁	Encosta p/ trás do Residencial Allegro Tabuleiro do Martins	196529	8938474	Construção do condomínio
R ₂	Encosta no Conj. N. S ^a . do Amparo Chã de bebedouro	197060	3935742	Aumento da área do lote
R ₃	Área do traço às margens do riacho do silva Bebedouro	197089	8936000	Manobra de caminhões e retirada de material para construção civil
R ₄	Margem do riacho do silva, em frente à Fundação Juvenópolis Bebedouro	197385	8935938	Dragagem do riacho do silva
R ₅	Área de encosta próxima à retirada de areia A ₂ Bebedouro	197355	8935816	Introdução de espécies vegetais frutíferas e culturas de ciclo anual para subsistência
R ₆	Área de várzea próxima à SEMPMA Bebedouro	198002	8935258	Dragagem do riacho do silva Especulação imobiliária

Fonte : Autor desta dissertação, 2011.

Figura 36 - Distribuição espacial dos principais pontos de retirada da vegetação nas APP



Fonte : Autor desta dissertação, 2011.

Dos seis pontos de desmatamento de APP levantados na bacia do Riacho do Silva, quatro deles (R₂, R₃, R₄ e R₅) estão concentrados na região compreendida entre o Parque Municipal e a Fundação Juvenópolis, no bairro de Bebedouro.

Os pontos R₃, R₄ e R₆ estão localizados nas APP das margens do Riacho do Silva, portanto, muito próximos do leito deste curso d'água. Em R₃ a vegetação foi retirada para facilitar manobras de caminhões-caçamba utilizados para o transporte de areia e também para retirada de traço para construção civil. Nos pontos R₄ e R₆ o desmatamento foi decorrente de uma operação de dragagem do riacho. A operação foi efetuada sem critérios técnicos e com máquinas inadequadas, deixando o solo das margens totalmente exposto e desestruturado. Após a operação de dragagem no ponto R₆, o ponto de coleta de água C₅ passou a apresentar uma grande quantidade de resíduos sólidos que antes ficava emaranhada na vegetação.

Os pontos R₁, R₂ e R₅ estão localizados em encostas com declividade acentuada (acima de 45°). O ponto R₁ localiza-se numa área adjacente à área destinada à construção do condomínio residencial Allegro. No ponto R₂ a vegetação original foi retirada com o objetivo de aumentar o tamanho do lote, ampliando o quintal da propriedade. No ponto R₅ a vegetação foi retirada para a implantação de culturas como coqueiro e mandioca.

No caso da retirada da vegetação em R₁ houve liberação do órgão ambiental, tendo sido assinado um TCV (termo de compensação vegetal) mas não houve cobrança no cumprimento do mesmo.

A retirada de vegetação em R₄ e R₆ através da dragagem do riacho pode até ser tida como obra de utilidade pública ou de interesse social (resolução CONAMA 369/06), mas não houve liberação formal do órgão ambiental competente e a mesma poderia ter sido efetuada sem a destruição da vegetação ripária.

6.5 Varáveis de qualidade da água

A seguir é feita a análise do comportamento de cada uma das variáveis de qualidade da água estudadas, nas escalas espacial e temporal. Os resultados obtidos nas análises encontram-se no apêndice C. As contribuições mássicas de DBO_5 , cloreto, Amoniacal, Nitrito, Nitrato e Coliformes Fecais aos pontos C_1 , C_2 e C_6 encontram-se no Apêndice D.

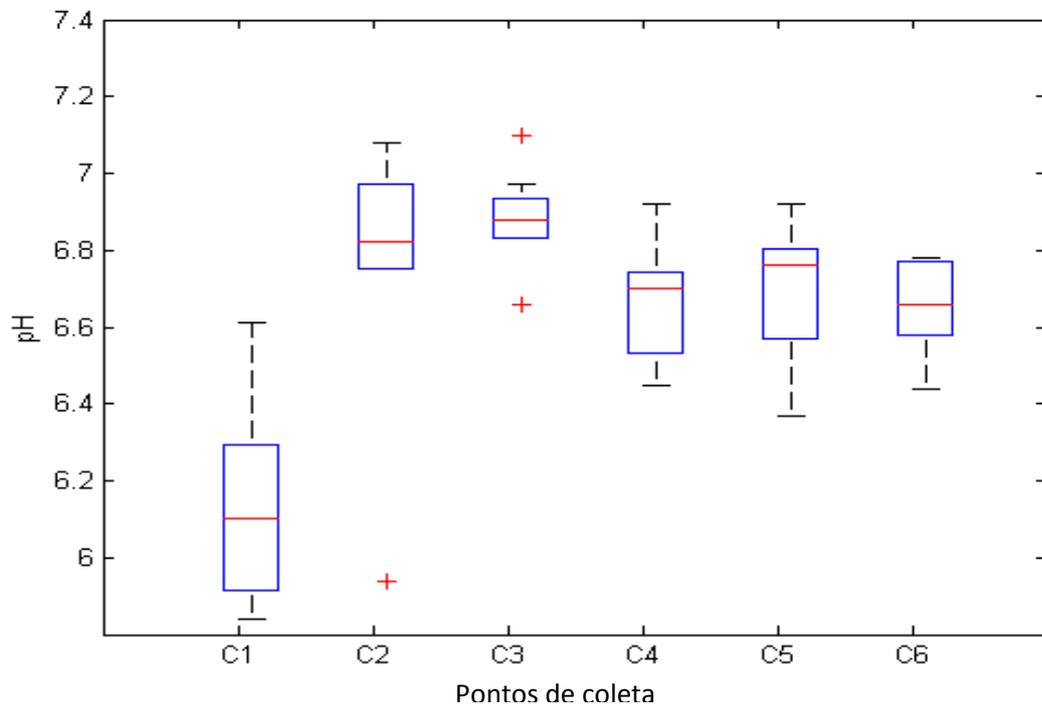
6.5.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Do total amostrado, 92,6% dos valores de pH encontram-se na faixa recomendada pela Resolução CONAMA 357/05 para água doce (classes I, II, III e IV).

A Figura 37 apresenta a variação espacial dos valores de pH no Riacho do Silva. O ponto C_1 apresentou a maior parte dos valores abaixo daqueles verificados nos demais pontos da bacia. Este ponto localiza-se imediatamente a jusante da nascente “Buraco da velha” que apresenta água com baixo pH - característica do Aquífero Barreiras (Gama, 2007) e recebe esgoto sanitário e resíduos sólidos de pontos a montante. Verifica-se aumento dos valores de pH nos pontos C_2 e C_3 . O trecho compreendido entre C_1 e C_3 tem aproximadamente 2,0km de extensão e nele não ocorrem lançamentos de efluentes. A partir de C_3 , onde ocorrem lançamentos de esgoto sanitário e disposição inadequada de resíduos sólidos, o pH volta a assumir valores mais baixos.

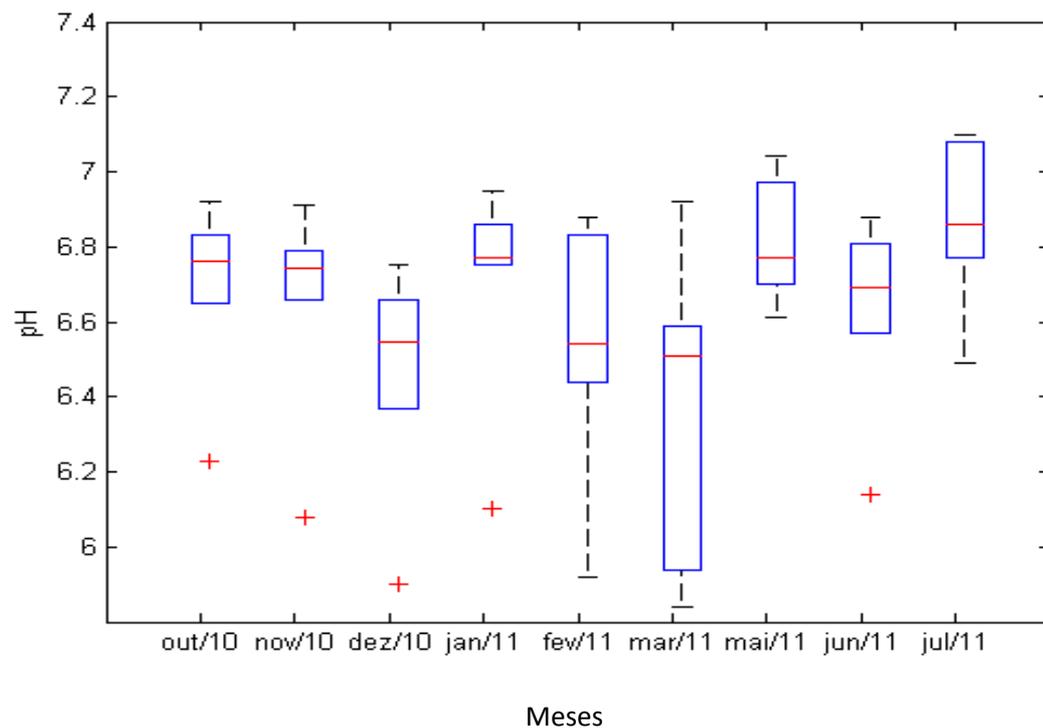
A Figura 38 mostra a variação temporal dos valores de pH ao longo do Riacho do Silva. Os valores mais elevados de pH foram alcançados nos meses de maio e julho (período chuvoso) e os mais baixos nos meses de dezembro, fevereiro e março (período seco). A variável apresentou comportamento semelhante nos meses de outubro e novembro. Houve maior incidência de *outliers* no período seco, com valores bem abaixo do primeiro quartil.

Figura 37 - Variação espacial do pH no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011

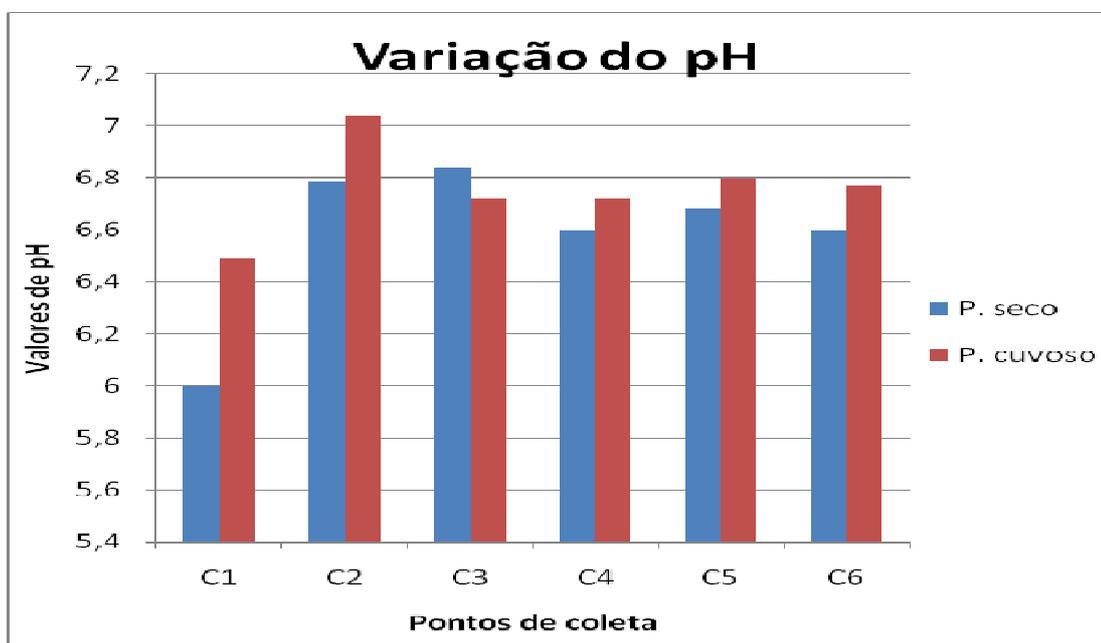
Figura 38 - Variação temporal do pH no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 39 mostra as medianas dos valores do pH referentes aos períodos seco e chuvoso ao longo da bacia. Na maioria dos pontos de coleta, a mediana do pH no período chuvoso foi maior que no período seco, evidenciando assim, o efeito da sazonalidade na variável. Isto se deve provavelmente à contribuição mais expressiva de água proveniente das nascentes e do escoamento subterrâneo (i.e. água com pH mais baixo) durante o período seco. A diferença mais acentuada no ponto C₁, deve-se provavelmente à maior proximidade deste de uma das nascentes.

Figura 39 - Variação sazonal no pH no Riacho do Silva



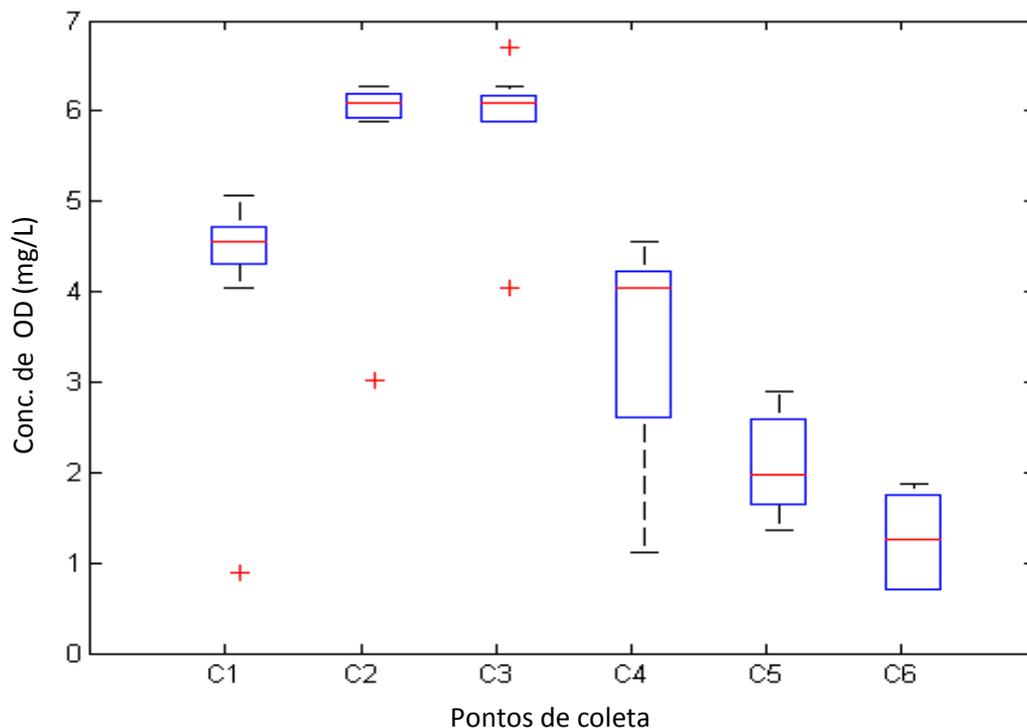
Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

6.5.2 Oxigênio Dissolvido (OD)

Dos valores de concentração de OD encontrados ao longo do estudo para o Riacho do Silva, 20% podem ser enquadrados em águas doces de classe I, 33,3% em águas doces de classe II, 55,6% em águas doces de classe III, 70% em águas doces de classe IV e 30% não atingiram o limite estabelecido para as águas doces da classe IV, de acordo com a Resolução CONAMA 357/05.

A Figura 40 apresenta a variação espacial dos valores da concentração de OD no Riacho do Silva. Esta mostrou os valores mais elevados bem como as menores variações destes valores no trecho da bacia compreendido entre os pontos C₁ e C₃. O ponto C₁ apresentou valores mais baixos e maior variação que os pontos C₂ e C₃ provavelmente devido a influência da nascente imediatamente a montante do ponto (i.e. água com baixa concentração de OD) e aos lançamentos de efluentes em pontos também a montante de C₁. No trecho compreendido entre C₁ e C₃, além de não ocorrer lançamento de efluentes, ocorre reaeração da água, provavelmente devido a uma maior declividade deste trecho e à presença de pequenas quedas d'água, as quais auxiliam o processo de reaeração. Do ponto C₃ à foz, a concentração de OD volta a decrescer devido à intensificação dos processos de decomposição da matéria orgânica decorrentes de fontes de poluição neste trecho, como lançamento de esgotos e deposição inadequada de resíduos sólidos com predominância de restos orgânicos. No ponto C₆, além do aumento de fontes de poluição (avícolas, açougues, supermercados...), pode está acontecendo também a influência da Laguna Mundaú, através do aumento da concentração de sais, notadamente cloretos.

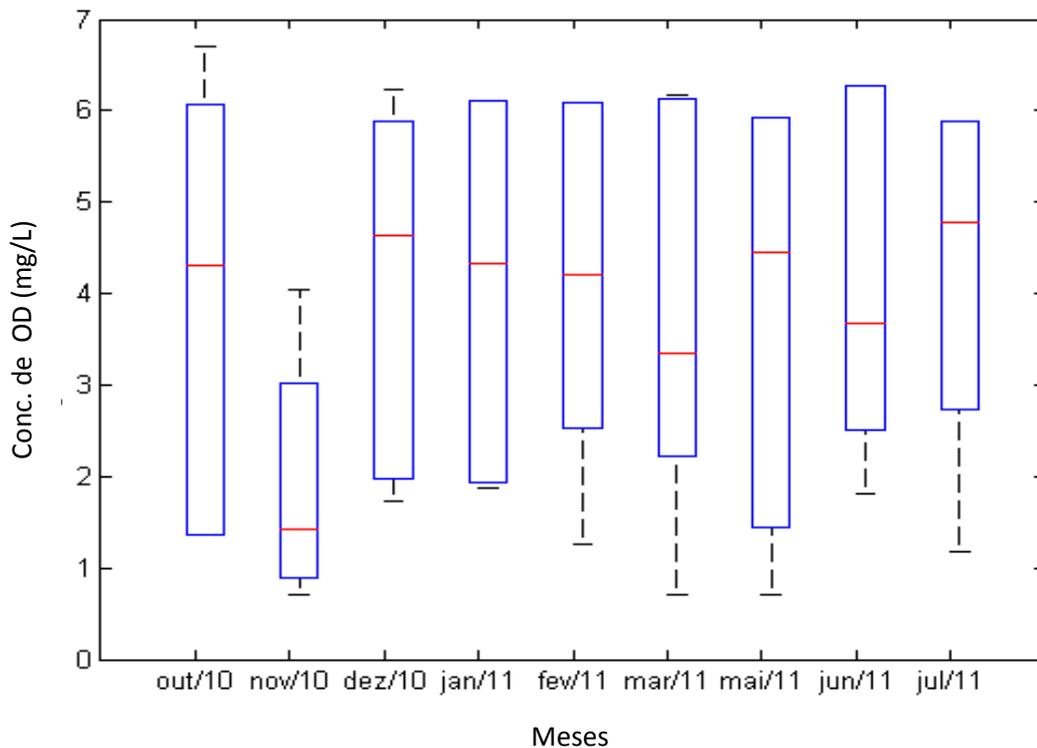
Figura 40 – Variação espacial da concentração de OD no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 41 mostra a variação temporal dos valores de OD no Riacho do Silva. Esta apresentou variação significativa em todos os meses do período de estudo. As maiores variações aconteceram nos meses de outubro, fevereiro, março e maio. Houve lançamento de efluente da Pocilga Suinel no momento da coleta no mês de novembro, influenciando nas mais baixas concentrações de OD encontradas. Cerca de 75% dos valores da variável neste mês não atingiram 3,0 mg/L. Em março e junho, mais de 50% dos valores não atingiram 4,0 mg/L. No restante dos meses, mais de 50% dos valores ultrapassaram 4,0 mg/L.

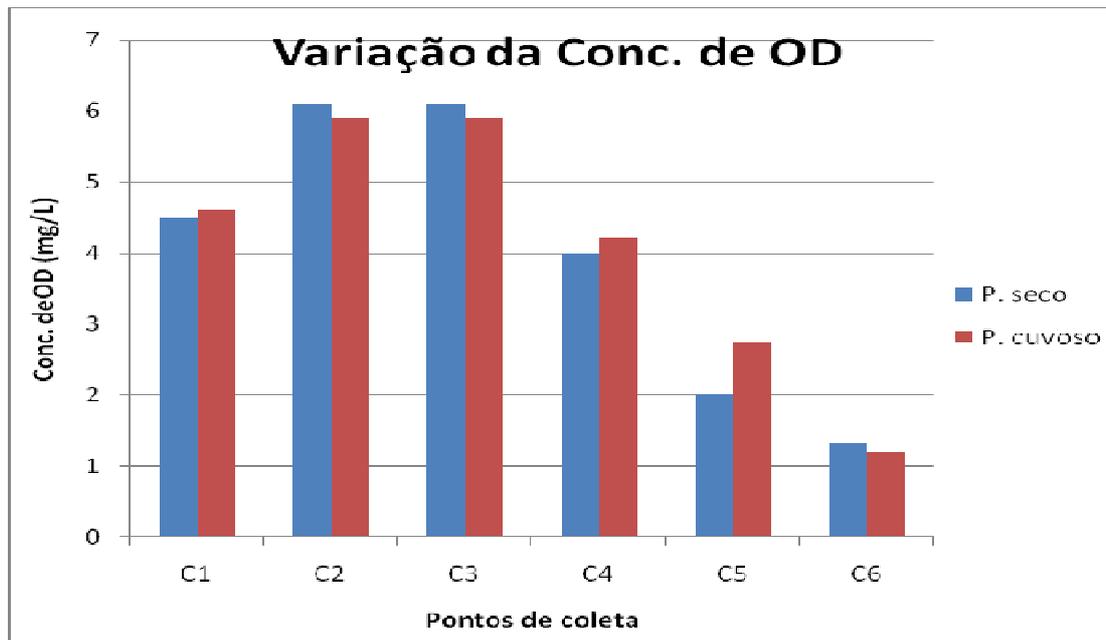
Figura 41 – Variação temporal da concentração de OD no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 42 apresenta as medianas dos valores da concentração de OD ao longo da bacia para as épocas seca e chuvosa.

Figura 42 - Variação sazonal na concentração de OD no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

Não houve variação significativa na concentração de OD entre os períodos seco e chuvoso. Foi verificado, na época chuvosa, ligeiro aumento da concentração de OD em C₁, C₄ e C₅ e ligeira queda em C₂, C₃ e C₆. Tal comportamento é provavelmente devido à extensa gama de fatores que afetam a concentração do OD na água, tais como a temperatura (do ar e da água), a concentração de sais, a turbulência da água, a lavagem da área de drenagem da bacia, o transbordamento de valas, a contribuição da água das nascentes e do lençol subterrâneo e aos lançamentos pontuais de efluentes.

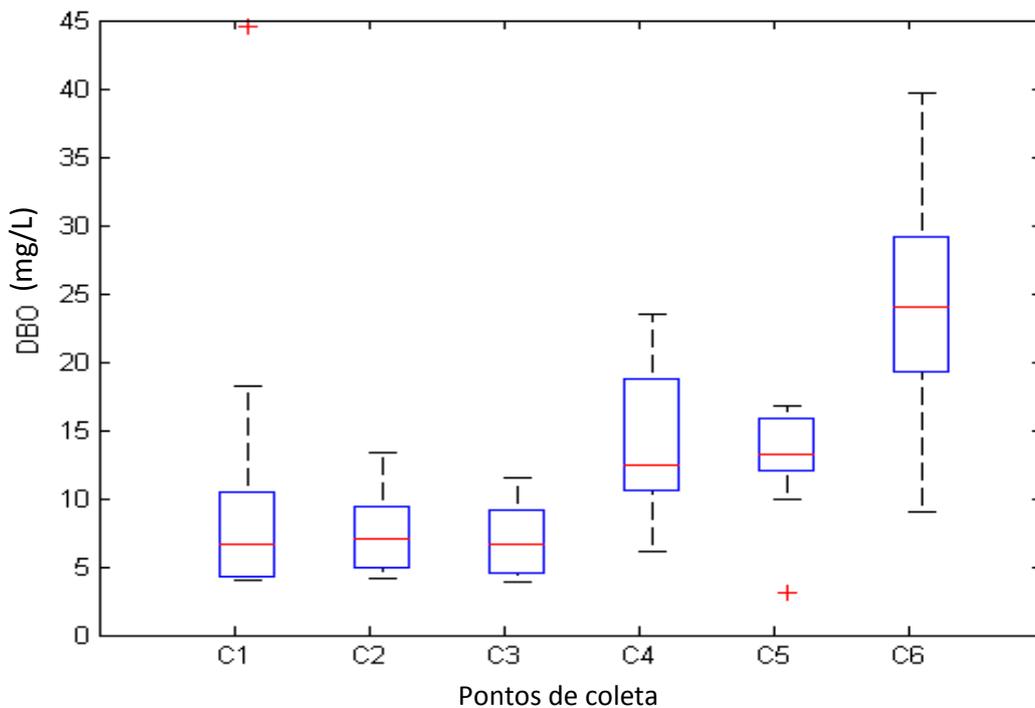
6.5.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅)

Dos valores observados no Riacho do Silva ao longo do período da pesquisa (outubro/10 a julho/11), nenhum dos valores de DBO₅ se enquadra nas águas doces da classe I, 20,37% dos valores se encaixam na faixa das águas doces de classe II, 48,15% nas águas doces de classe III e 51,85% ultrapassaram os valores da faixa das águas doces de classe III, de acordo com a Resolução CONAMA 357/05.

A Figura 43 apresenta a variação espacial dos valores de DBO₅ no Riacho do Silva. O trecho da bacia compreendido entre os pontos C₁ e C₃ apresentou valores

de DBO_5 menores que o trecho compreendido entre os pontos C_3 e C_6 , provavelmente devido à maior contribuição de água das nascentes e da água subterrânea (i.e. águas com baixas concentrações de OD), bem como a intermitência de algumas fontes de poluição, como as pocilgas localizadas a montante de C_1 . Não há diferença significativa em mais de 70% dos valores observados entre os pontos C_1 e C_3 . Verifica-se um suave decréscimo da variação dos valores bem como do valor máximo entre C_1 e C_3 , indicando uma certa eficiência da decomposição da matéria orgânica dentro do Parque Municipal.

Figura 43 - Variação espacial da DBO_5 no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

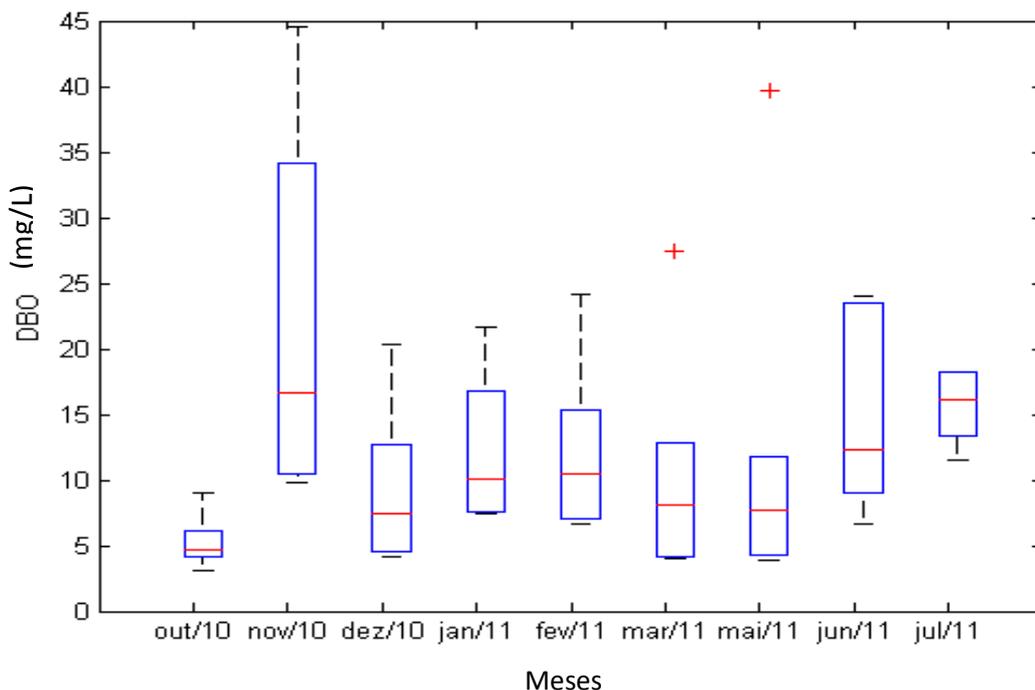
Os valores de DBO_5 , mais elevados no trecho compreendido entre C_3 e C_6 (ver Figura 43), deve-se provavelmente à intensificação de fontes de poluição como lançamento de esgotos e deposição inadequada de resíduos sólidos com predominância de restos orgânicos. Peres (2002) encontrou valores de até 197,9 mg/L de DBO_5 em trecho característico de receber grande aporte de esgoto no Rio Monjolinho, São Carlos – SP. Os valores encontrados no presente trabalho foram

menores que os encontrados por Peres (2002) provavelmente devido aos tipos de esgotos lançados (com predominância de esgoto residencial), à diluição pelas águas das nascentes e à intermitência de algumas fontes de poluição.

A menor variação dos valores de DBO_5 no ponto C_5 pode ser atribuída à presença *constante* de resíduos sólidos encalhados neste ponto. No ponto C_6 , além da ação antrópica, há também a provável influência da salinidade da Laguna Mundaú.

A Figura 44 mostra a variação temporal dos valores de DBO_5 no Riacho do Silva. A menor variação dos valores bem como os mais baixos valores de DBO_5 foram registrados no mês de outubro/2010. Mais de 50% dos valores observados neste mês são inferiores a 5,0mg/L. A maior variação bem como os mais altos valores desta variável foram registrados no mês de novembro, provavelmente devido a um lançamento de efluente líquido no momento da coleta de amostras de água. Verificou-se uma leve subida do valor da mediana e do valor máximo no intervalo de dezembro a fevereiro. A variável mostrou comportamento semelhante nos meses de março e maio. No intervalo compreendido entre maio e julho acontece um nítido aumento no valor da mediana e do valor mínimo.

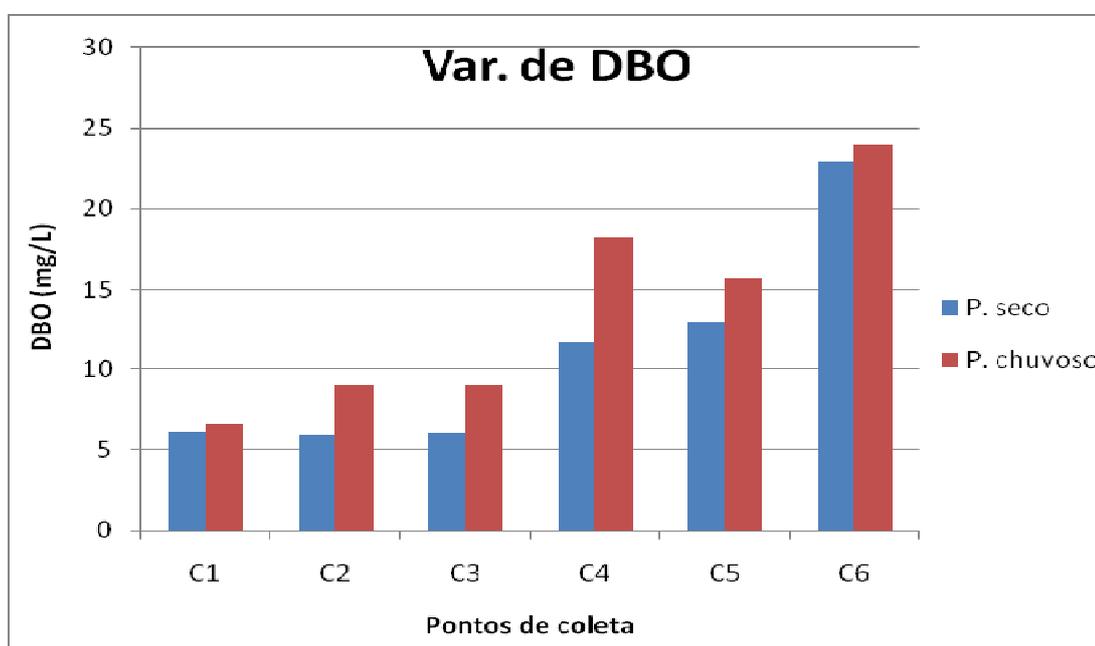
Figura 44 - Variação temporal da DBO_5 no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 45 mostra as medianas dos valores da DBO₅ ao longo da bacia para as épocas seca e chuvosa. Foi verificado um aumento no valor da DBO₅ em toda a bacia no período chuvoso em relação ao período seco, provavelmente devido ao aporte de material orgânico trazido pela lavagem da área de drenagem da bacia pela água das chuvas. A diferença sazonal mais expressiva aparece no ponto C₄, possivelmente devido aos transbordamentos da vala de esgoto da Travessa Marquês de Abrantes. No ponto C₆ a diferença sazonal foi pouco significativa.

Figura 45 - Variação sazonal da DBO₅ no Riacho do Silva



Fonte : Autor desta dissertação, 2011.

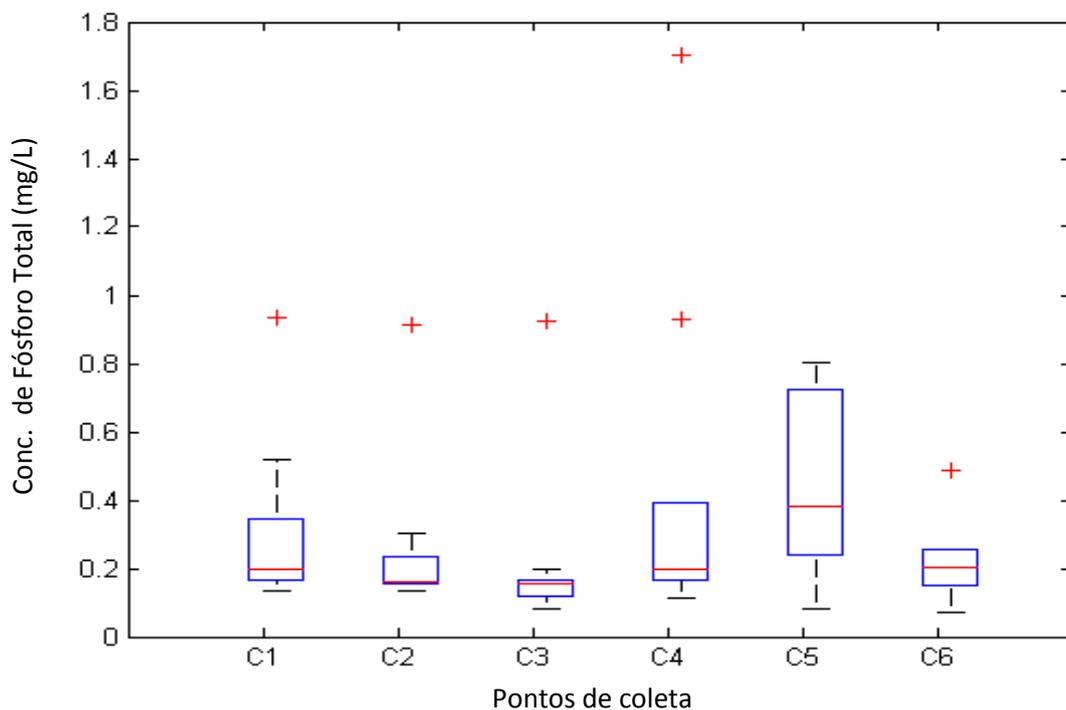
6.5.4 Fósforo Total

Dos valores observados no Riacho do Silva ao longo do período da pesquisa (outubro/10- julho/11) para a variável Fósforo Total, 5,6% se enquadram na faixa de valores para as classes de água doce I e II, 22,2% na classe III e 77,8% na classe ultrapassam o limite estabelecido para as águas doces da classe III, segundo a Resolução CONAMA 357/05.

A Figura 46 apresenta a variação espacial dos valores de Fósforo Total no Riacho do Silva. Águas residuárias enriquecidas em fósforo, devido à lavagem de

roupas e outros utensílios domésticos, são frequentemente lançadas a montante do ponto C1. Observa-se um decréscimo tanto dos valores quanto da variação da concentração de fósforo total no trecho entre os pontos C₁ e C₃. Tal decréscimo pode ser atribuído provavelmente ao não lançamento de efluentes neste trecho e à diluição pelas águas das nascentes e do escoamento subterrâneo. No trecho compreendido entre C₃ e C₅, a concentração de fósforo volta a aumentar. Esta constatação pode ser atribuída à maior ocupação humana nas margens do riacho, lançando efluentes ricos em nutrientes, oriundo de uso de sabões e detergentes. O comportamento da variável no ponto C₆ difere do comportamento nos pontos a montante, o que pode estar relacionado às concentrações de Fósforo Total da Lagoa Mundaú.

Figura 46 – Variação espacial da concentração de Fósforo Total no Riacho do Silva

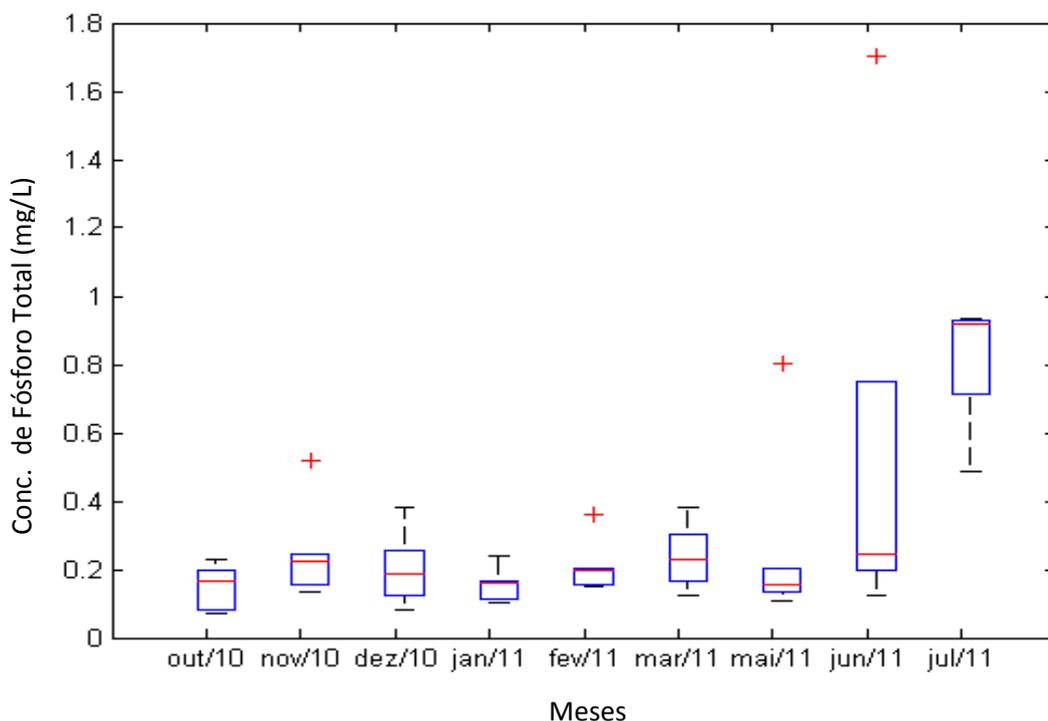


Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 47 mostra a variação temporal dos valores de Fósforo Total no Riacho do Silva. No período de outubro/10 a maio/11, as variações na concentração de Fósforo Total não foram tão significativas quanto as variações observadas em

junho e julho/11 (período chuvoso). A menor variação dos valores foi observada no mês de fevereiro/11. Nos meses de dezembro e março, a concentração do nutriente apresentou comportamento semelhante. É possível observar que, apesar das concentrações em junho terem apresentado variação mais significativa do que em julho, a mediana e os valores máximo e mínimo em julho apresentam valores bem maiores do que em junho. Este padrão pode estar associado a uma maior precipitação antecedente que ocorreu na coleta de julho (foram 2,4 mm em junho e 23 mm em julho). Tal aspecto corrobora com o trabalho de Pimentel (2009) que verificou um aumento da concentração de Fósforo Total no pico das chuvas para os riachos Gulandim e Sapo, afluentes do riacho Reginaldo, em Maceió-AL.

Figura 47 – Variação temporal da concentração de Fósforo Total no Riacho do Silva

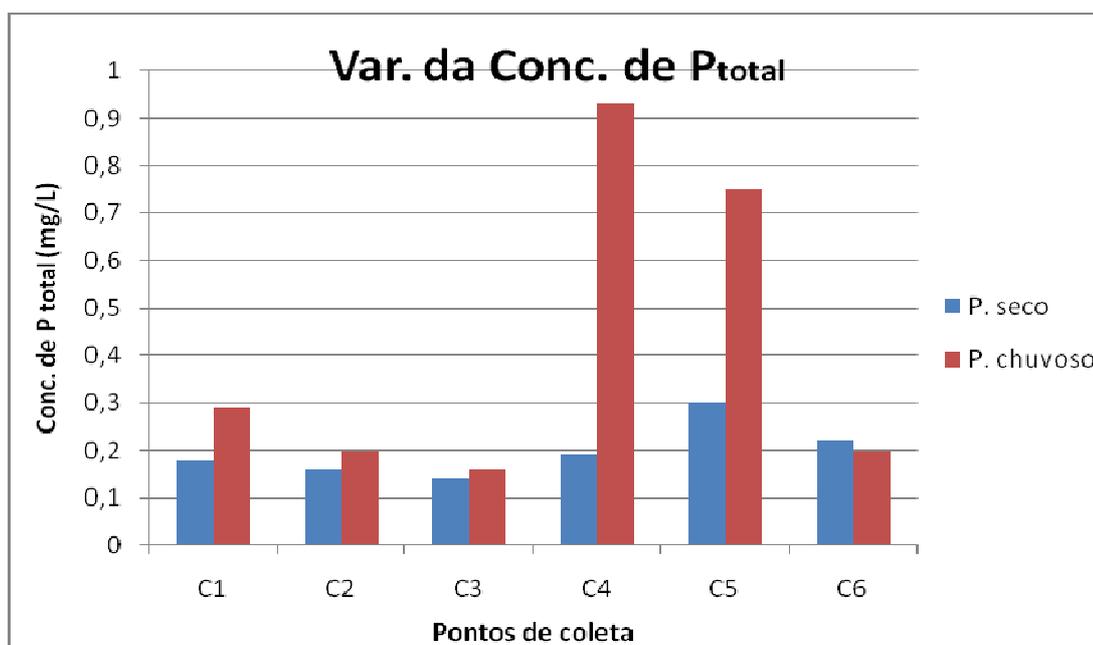


Fonte: Autor desta dissertação, 2011

A Figura 48 mostra as medianas das concentrações de Fósforo Total ao longo da bacia para as épocas seca e chuvosa. Verifica-se uma tendência de elevação da concentração de Fósforo Total no período chuvoso, bastante evidente

nos pontos C₁, C₄ e C₅, devido provavelmente à lavagem da área de drenagem da bacia, carreando o nutriente para o curso d'água. Em C₃ e C₆, a diferença não se mostrou significativa.

Figura 48 - Variação sazonal da concentração de Fósforo Total no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

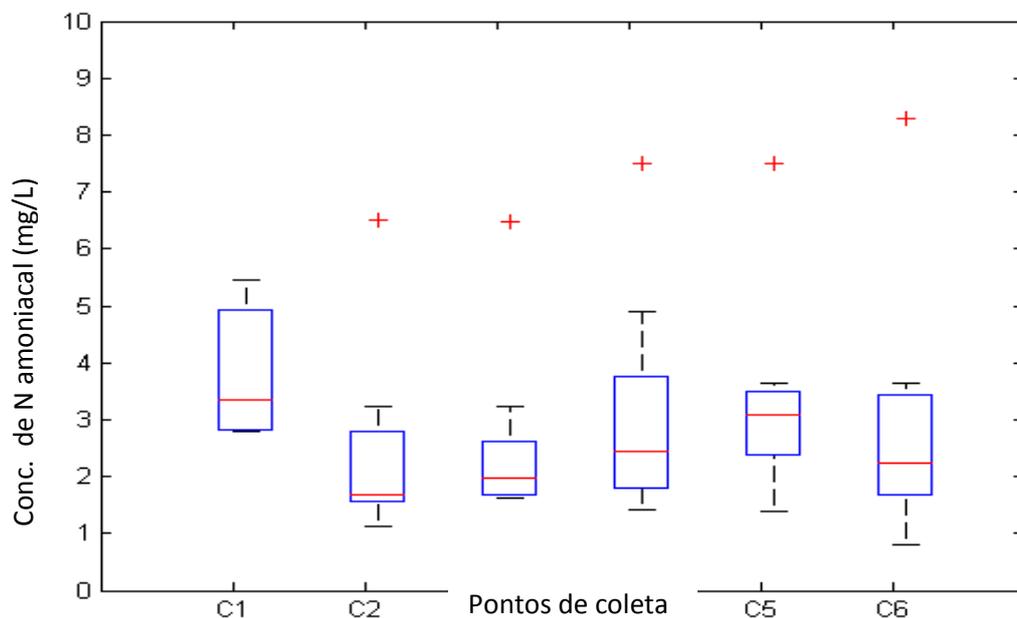
6.5.5 Nitrogênio amoniacal

Dos valores observados no Riacho do Silva ao longo do período da pesquisa para a variável Nitrogênio amoniacal, 81,48% enquadram-se nas classes de água doce I e II, 98,15% na classe III e 1,85% ultrapassam o limite da classe III, de acordo com a Resolução CONAMA 357/05.

A Figura 49 apresenta a variação espacial dos valores de Nitrogênio amoniacal no Riacho do Silva. No ponto C₁ a variável apresentou valores mais elevados e maior variação que nos pontos C₂ e C₃, assim como observado para o Fósforo Total. As concentrações mais elevadas em C₁ podem estar associadas aos lançamentos de esgotos novos (ricos em nitrogênio amoniacal), proveniente das pocilgas e da atividade residencial em pontos a montante. Tal padrão corrobora com o estudo de Mendes (2007) que encontrou altas concentrações de Nitrogênio

Amoniacal no Riacho do Silva num ponto imediatamente a jusante do ponto de lançamento da Pocilga Suinel. A diminuição dos valores e da variação em C₂ e C₃, pode estar associada ao processo de decomposição bacteriana e à diluição pelas águas das nascentes e subterrânea. No trecho compreendido entre os pontos C₁ e C₃ também não existe lançamento de efluentes, o que favorece a redução da concentração de variáveis como o Nitrogênio amoniacal. A partir de C₃, a concentração de Nitrogênio amoniacal volta a aumentar, provavelmente devido à intensificação das ações antrópicas com lançamentos de esgoto doméstico e disposição inadequada de resíduos sólidos. Assim como para Fósforo Total, no ponto C₆ houve um decréscimo da mediana e do valor mínimo da concentração de Nitrogênio Amoniacal em relação ao ponto C₅, provavelmente devido à influência da água proveniente da Laguna Mundaú, menos concentrada em Nitrogênio Amoniacal e, portanto, promovendo a diluição do mesmo quando em contato com a água do riacho no ponto C₆.

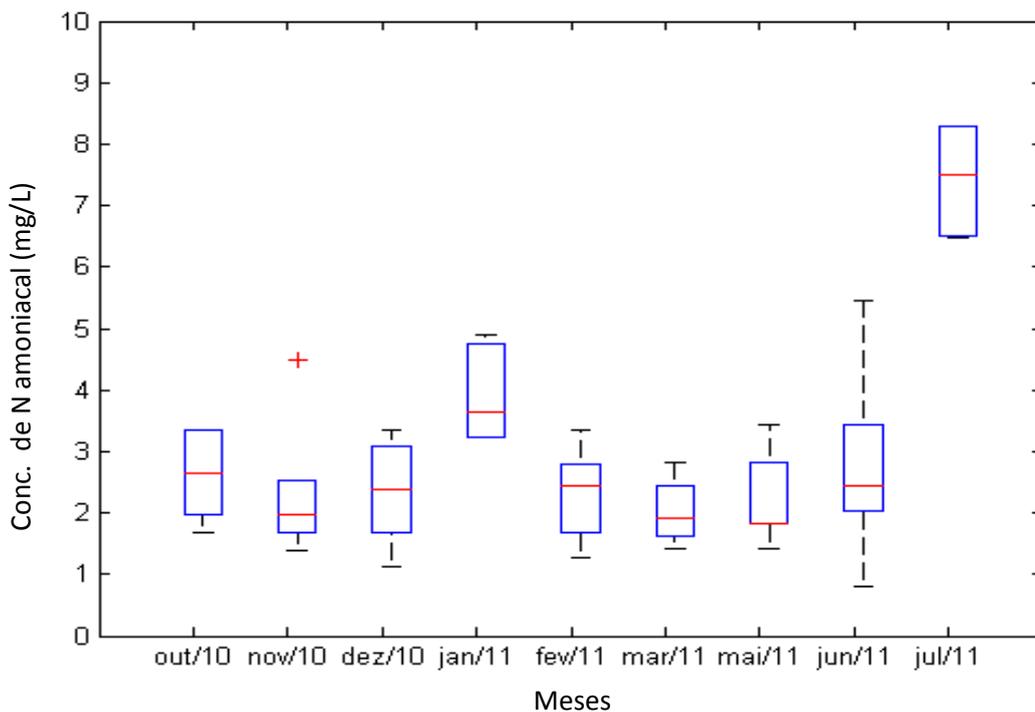
Figura 49 – Variação espacial da concentração de Namoniacal no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 50 mostra a variação temporal dos valores da concentração de Nitrogênio amoniacal no Riacho do Silva. Em janeiro houve um aumento bastante evidente nesta concentração, provavelmente devido à lavagem da área de drenagem da bacia, promovida pela precipitação ocorrida neste mês (116,2mm), tendo sucedido um mês bastante seco (dezembro, $p = 7,5$ mm). No mês de julho, a chuva antecedente ao dia da coleta foi bastante significativa ($p = 23$ mm), o que mostra que a concentração de nitrogênio amoniacal tem correlação positiva com a precipitação antecedente, devido ao fenômeno da lavagem da área de drenagem da bacia, com conseqüente arrasto de sedimento, matéria orgânica e nutrientes para o curso d'água, principalmente esgoto novo, rico em nitrogênio amoniacal.

Figura 50 – Variação temporal da concentração de N amoniacal no Riacho do Silva

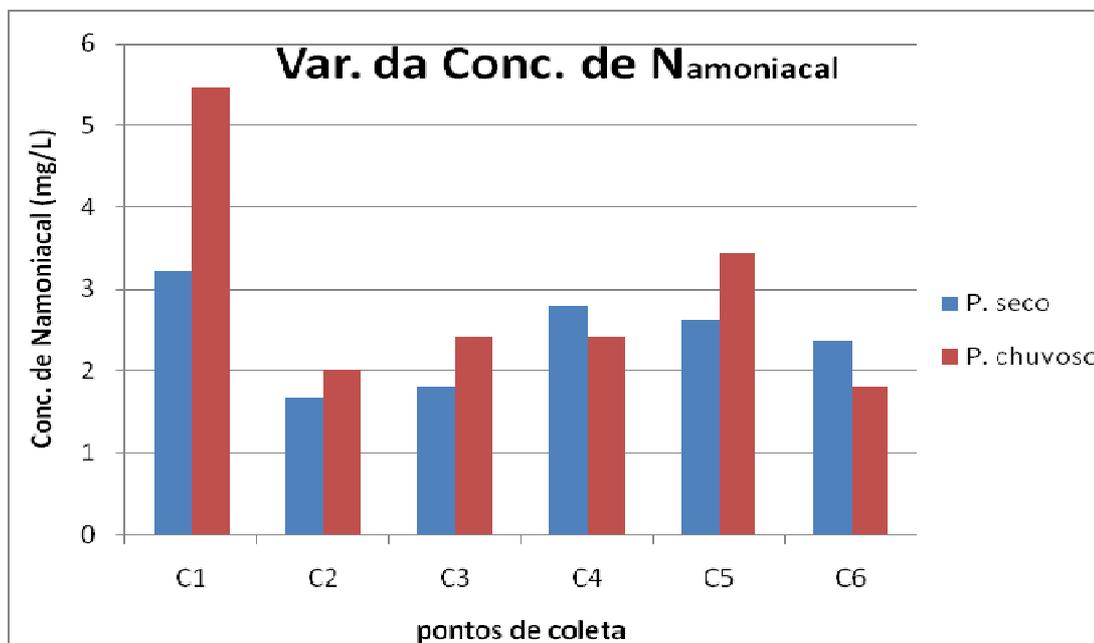


Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 51 mostra as medianas das concentrações de nitrogênio amoniacal ao longo da bacia para as épocas seca e chuvosa. Observou-se aumento na concentração de nitrogênio amoniacal na época chuvosa, em comparação com os valores observados no período seco, para a maioria dos pontos da bacia. Tal padrão corrobora com o estudo de Fuller (2008) na sub-bacia do

Ribeirão do Ouro, em Araraquara – SP, que observou uma tendência para maiores concentrações de Nitrogênio Amoniacal no período chuvoso, em consequência, provavelmente, do carreamento das águas superficiais.

Figura 51 - Variação sazonal da concentração de Namonical no Riacho do Silva



Fonte: Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

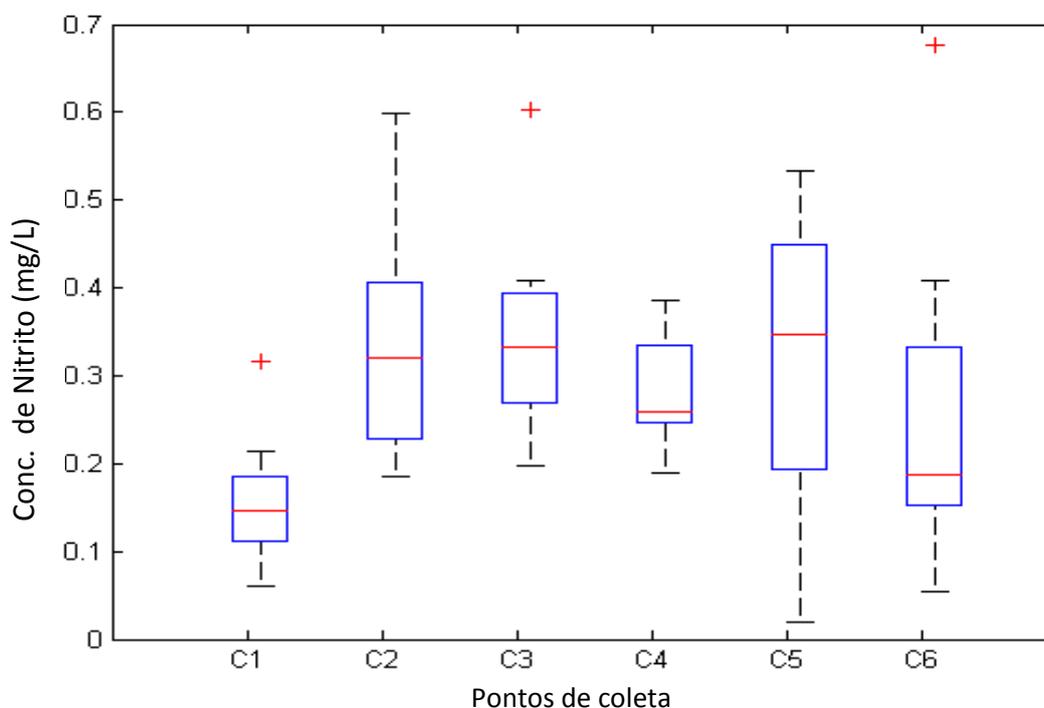
6.5.6 Nitrito (NO_2)

Todos os valores encontrados para concentração de Nitrito encontram-se abaixo do limite estabelecido para águas doces de classe I, estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 (1,0 mg/L).

A Figura 52 apresenta a variação espacial dos valores da concentração de Nitrito no Riacho do Silva. A maior parte dos valores registrados no ponto C₁ encontram-se abaixo de 0,2 mg/L. Os pontos C₂, C₃ e C₅ apresentaram valores semelhantes para a mediana, um pouco acima de 0,3 mg/L. Os pontos C₂, C₃ e C₄ apresentaram seus valores mínimos bastante semelhantes, porém em C₄ houve um decréscimo do valor da mediana. O ponto C₆ apesar de expressiva variação, tem mediana abaixo de 0,2 mg/L.

Nos pontos da bacia onde acontecem lançamentos de esgotos imediatamente a montante (C₁, C₄ e C₆), as medianas mostraram os valores mais baixos, indicando que nestes pontos pode estar predominando a forma de nitrogênio característica do esgoto novo - o Nitrogênio Amoniacal. Por outro lado, pode estar acontecendo o processo de nitrificação (i.e. transformação de nitrogênio amoniacal em nitrito) que eleva as concentrações de nitrito em pontos mais a jusante, devido ao oxigênio presente no corpo d'água e aos microrganismos aeróbios aí existentes.

Figura 52 - Variação espacial da concentração de Nitrito no Riacho do Silva



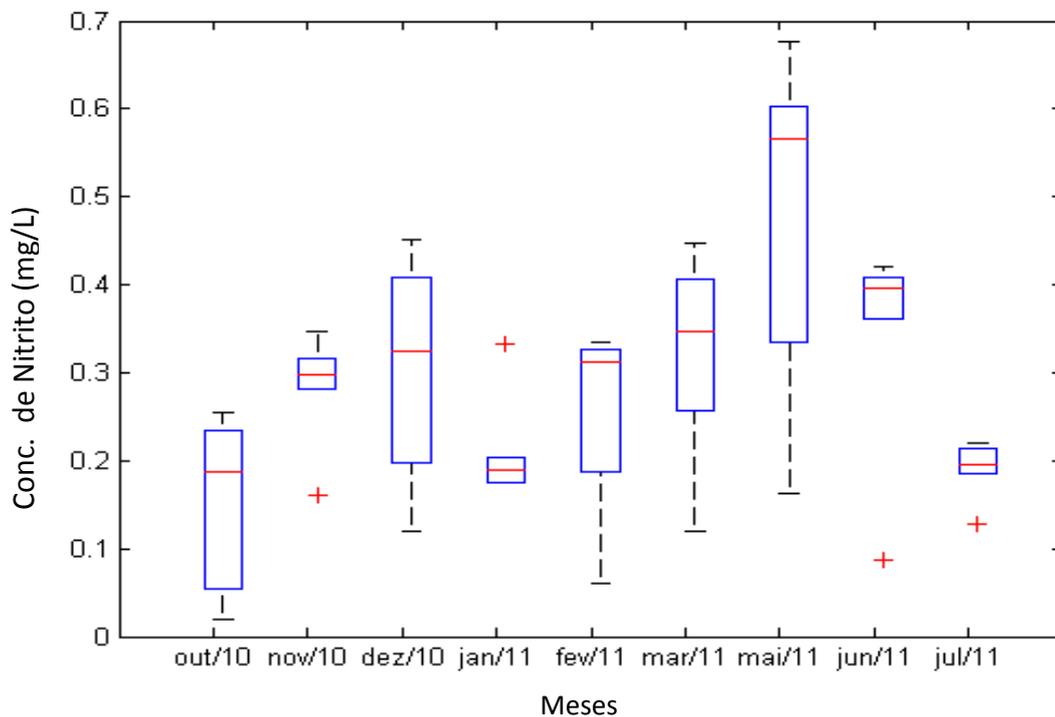
Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 53 mostra a variação temporal dos valores da concentração de Nitrito no Riacho do Silva. Nos mês de janeiro, devido à lavagem da área de drenagem da bacia ($p = 112\text{mm}$) sucedendo um mês seco (dezembro, $p = 7,5\text{mm}$) e no mês de julho (alta precipitação antecedente, $p = 23\text{mm}$), o aporte de material orgânico trazido pela água da chuva, principalmente com o transbordamento de valas de esgotos, provavelmente fez com que predominasse a forma *Namoniaca* na água do Riacho do Silva. Nos demais meses, o comportamento da concentração

de Nitrito pode ter sido mais influenciado pela concentração de OD no meio e pela presença dos microrganismos responsáveis pelo processo de nitrificação.

Nos meses de maio e junho houve lavagem da área drenagem da bacia, mas em ambos, a precipitação do mês antecedente foi bastante significativa.

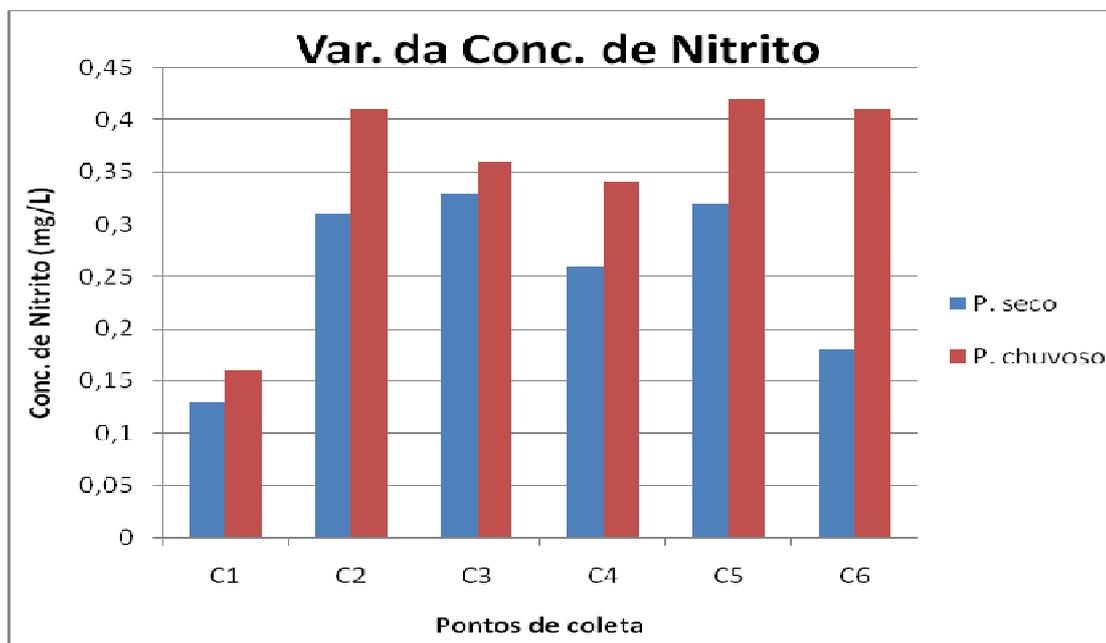
Figura 53 – Variação temporal da concentração de Nitrito no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 54 mostra as medianas dos valores da concentração de Nitrito da água ao longo da bacia para as épocas seca e chuvosa. A mediana do período chuvoso é maior que a do período seco em todos os pontos de coleta de água, evidenciando o efeito sazonal nesta variável.

Figura 54 - Variação sazonal da concentração de Nitrito no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

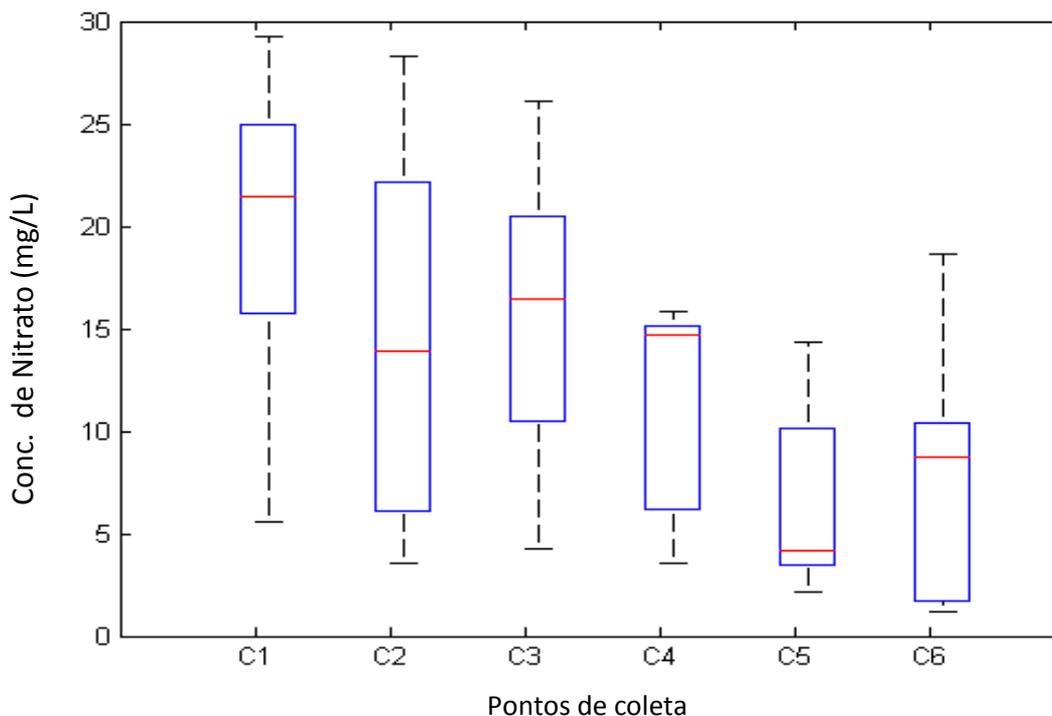
6.5.7 Nitrato (NO_3)

Dos valores observados no Riacho do Silva ao longo do período da pesquisa (outubro/10- julho/11), 42,6% se enquadram na faixa de valores para as classes de água doce I, II e III e 57,4% ultrapassam esta faixa de valores, de acordo com a Resolução CONAMA 357/05.

A Figura 55 apresenta a variação espacial dos valores de Nitrato no Riacho do Silva. Verificou-se variação significativa na concentração de Nitrato em toda a bacia, sendo mais expressiva no trecho compreendido entre os pontos C₁ e C₃. A maior parte dos valores observados dos pontos C₁, C₂, C₃ e C₄ ultrapassaram o limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 para as águas doces das classes I, II e III (10mg/L). Como o Nitrato retrata poluição mais antiga (Braga *et al*, 2005), tudo indica que as principais fontes deste na bacia são pocilgas, como a SUINEL e conjuntos habitacionais, como o Brisa do Farol, a montante do ponto C₁, que lançam seus efluentes há mais de vinte anos. Cerca de 75% dos valores assumidos pela variável no ponto C₅ e 66,7% dos valores no ponto C₆ enquadram-se no limite estabelecido para as classes de água doce I, II ou III, estabelecidos pela

Resolução CONAMA 357/05. Percebe-se que houve um decréscimo gradativo dos valores máximos de C₁ a C₅ bem como dos valores mínimos de C₃ a C₆.

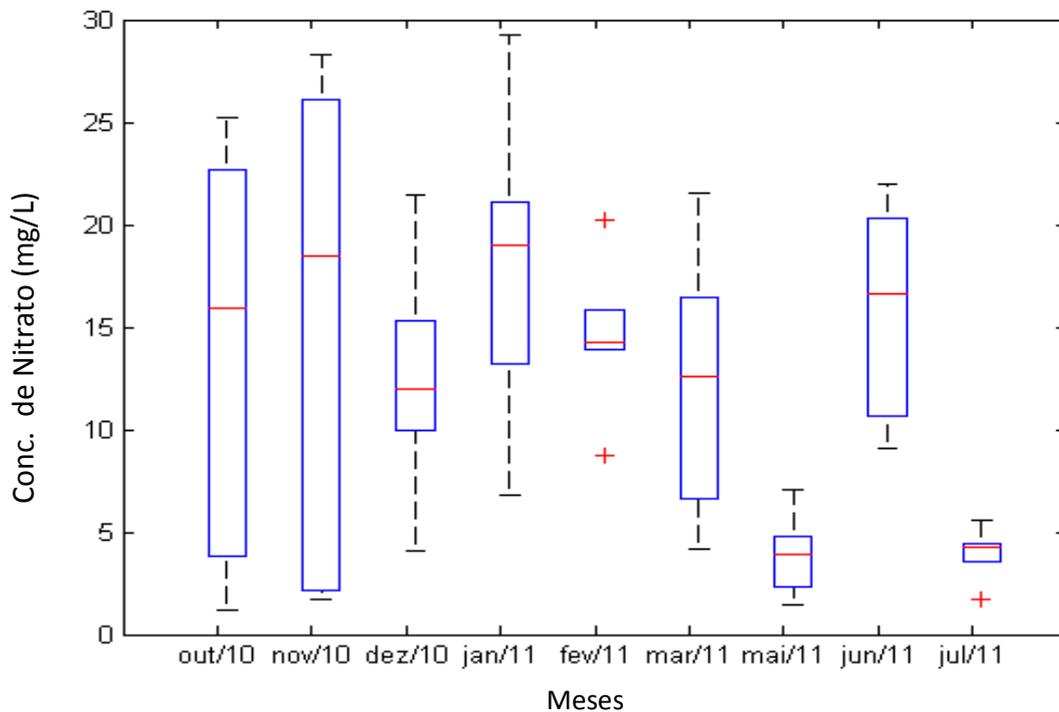
Figura 55 – Variação espacial da concentração de Nitrato no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 56 mostra a variação temporal dos valores da concentração de Nitrato no Riacho do Silva. Esta mostrou-se mais elevada nos meses de outubro, novembro e janeiro, com mediana acima de 15,0mg/L. Em maio e junho, verificou-se uma queda acentuada na concentração de Nitrato, com mediana menor que 5,0mg/L. Todos os valores assumidos pela variável nos meses de maio e julho estão abaixo do valor estabelecido pela Resolução CONAMA/05 para as águas doces das classes I, II ou III (10mg/L). Tal comportamento da variável na escala temporal pode estar relacionado à precipitação, à concentração de OD no meio (bastante variável) bem como à presença dos microrganismos nitrificantes.

Figura 26 – Variação temporal da concentração de Nitrato no Riacho do Silva



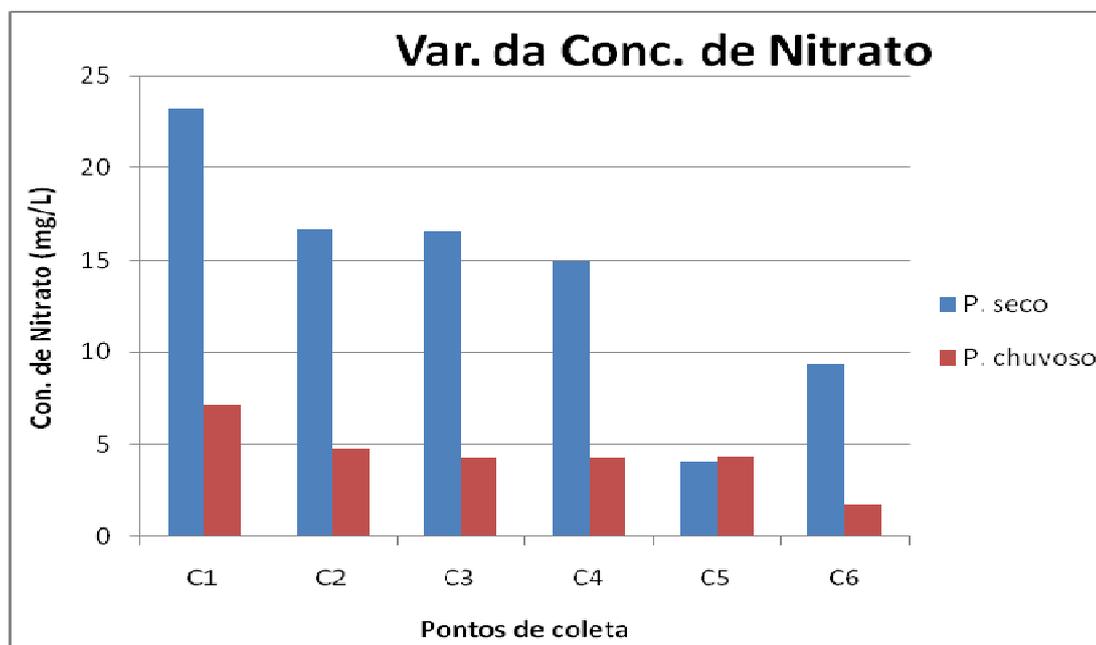
Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 57 mostra as medianas dos valores da concentração de nitrato ao longo da bacia para as épocas seca e chuvosa. É possível observar um efeito sazonal bastante evidente na concentração de Nitrato na bacia do Riacho do Silva, com as medianas do período chuvoso menores que as do período seco na maioria dos pontos de coleta. Provavelmente, para a variável, o processo de diluição foi mais intenso que o processo biológico de nitrificação durante a época chuvosa (Pimentel, 2009, p. 100).

No caso do nitrogênio, pode ter ocorrido durante o período chuvoso, uma inibição do processo de nitrificação, notadamente na fase da nitratação, provavelmente devido ao aumento da concentração de matéria orgânica carbonácea, trazida pela água das chuvas, provocando um aumento da relação C/N e por consequência, maior atividade das bactérias heterotróficas na decomposição deste material em detrimento do processo de nitrificação (Callado, 2001). A

sazonalidade das concentrações de nitrato tem comportamento inverso da sazonalidade das concentrações de nitrito.

Figura 57 - Variação sazonal da concentração de Nitrato no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

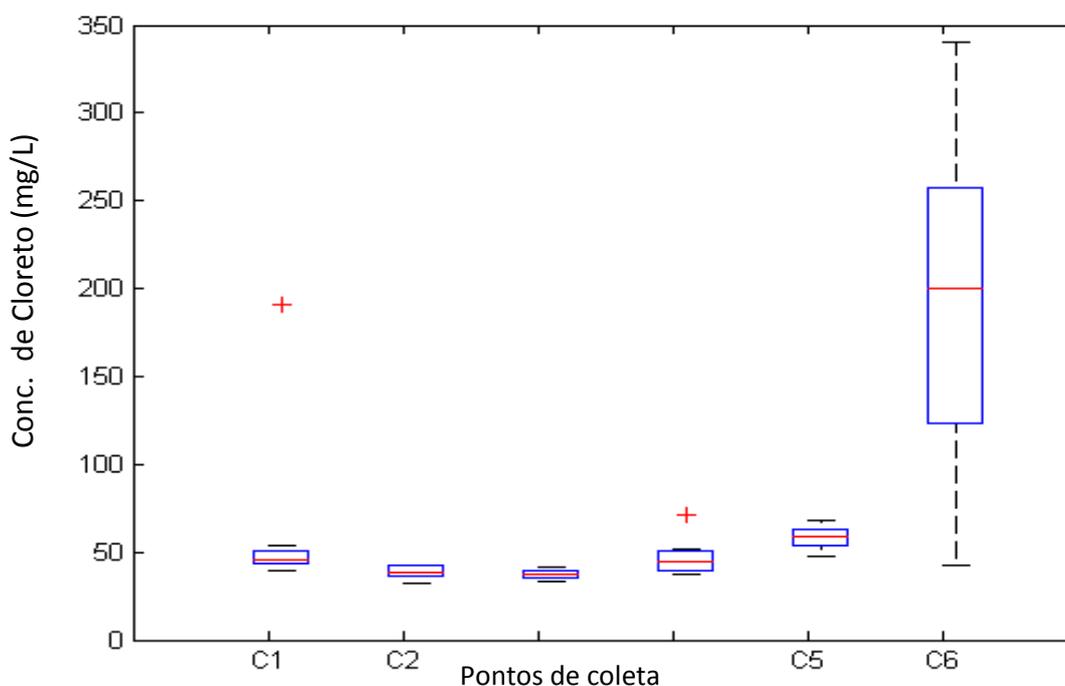
6.5.8 Cloreto

Dos valores de concentração de Cloreto encontrados ao longo do estudo para o Riacho do Silva, 94,4% enquadram-se no limite estabelecido para águas doces das classes I, II ou III, estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 (250 mg/L).

A Figura 58 apresenta a variação espacial dos valores de concentração de Cloreto no Riacho do Silva. Verifica-se que no trecho da bacia compreendido entre os pontos C₁ e C₅, não houve variação significativa da concentração de Cloreto, não tendo sido observado nenhum resultado que tenha ultrapassado o limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 para águas doces das classes I, II ou III (250mg/L). Os incrementos verificados em C₁, C₄ e C₅ em relação a C₂ e C₃ são devidos provavelmente à ação antrópica, principalmente através do lançamento de esgoto sanitário. No ponto C₆ a concentração deste íon alcançou os maiores valores bem como a maior amplitude de variação destes, diferindo fortemente dos demais

pontos. Neste ponto, além da ação antrópica com o lançamento de esgotos, há a influência da salinidade da Laguna Mundaú, evidenciada por Gama (2007) em poços próximos à foz do Riacho do Silva.

Figura 58 – Variação espacial da concentração de Cloreto no Riacho do Silva



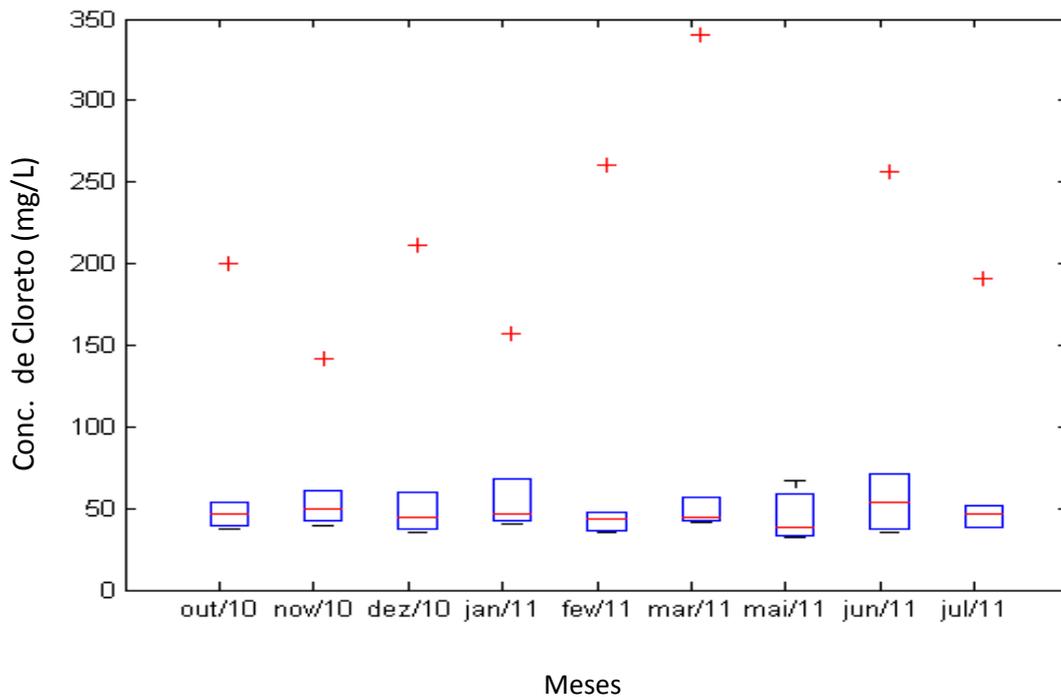
Fonte: (Autor desta dissertação, 2011).

A Figura 59 mostra a variação temporal dos valores das concentrações de Cloreto no riacho do Silva. Não foram verificadas variações significativas na concentração do íon cloreto entre os meses nem dentro dos meses. Ressalte-se a presença de um outlier em cada mês, com exceção do mês de maio, podendo ser atribuído a variações pontuais devido ao lançamento de efluentes e pelo efeito da salinidade da Laguna Mundaú em C₆, citado anteriormente.

A Figura 60 mostra as medianas dos valores da da concentração de cloreto ao longo da bacia para as épocas seca e chuvosa. Não houve variação significativa entre as concentrações de cloreto referentes aos períodos seco e chuvoso no trecho da bacia compreendido entre os pontos C₁ e C₅, observando-se para a maioria dos pontos, ligeiro decréscimo na concentração, provavelmente devido ao processo de

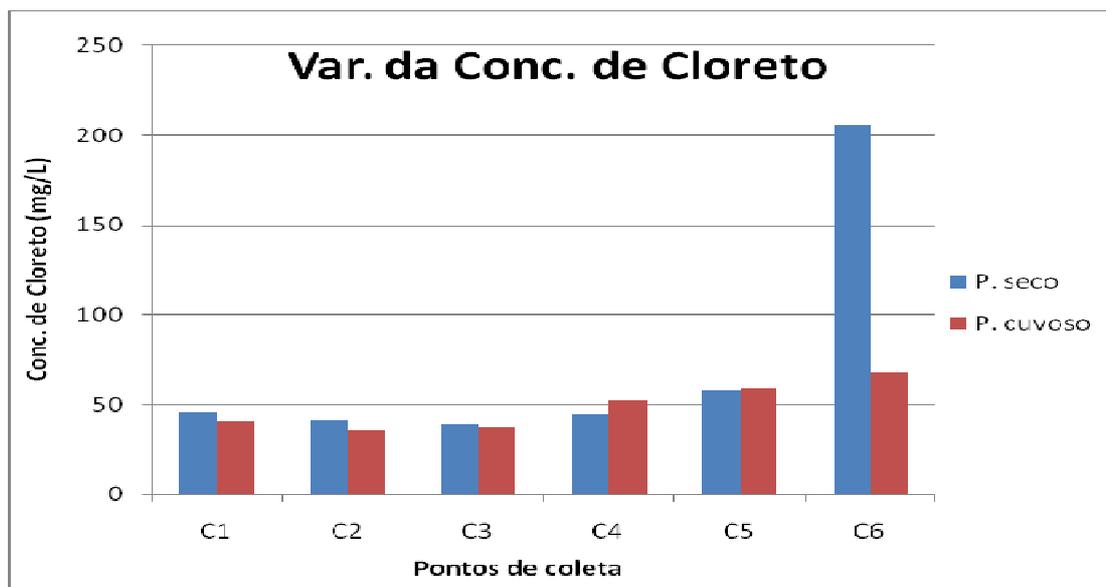
diluição pela água das chuvas. O efeito sazonal mostrou-se bastante evidente no ponto C₆, devido principalmente ao grande aporte de água com baixo teor de cloreto (água de chuva), na época chuvosa, diminuindo sua concentração neste período.

Figura 59 – Variação temporal da concentração de Cloreto no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

Figura 60 - Variação sazonal da concentração de Cloreto no Riacho do Silva



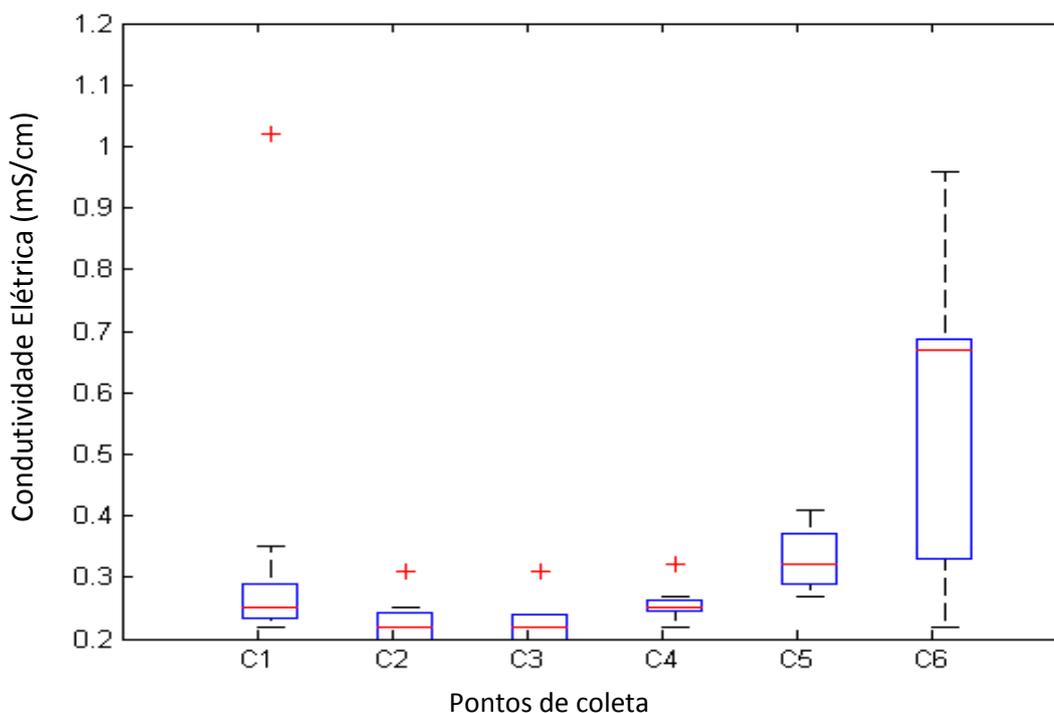
Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

6.5.9 Condutividade Elétrica

No presente estudo, a variável Condutividade Elétrica mostrou comportamento semelhante ao comportamento da concentração de Cloreto, tanto na escala espacial quanto na temporal.

No trecho da bacia compreendido entre os pontos C₁ e C₅, não foram significativos os valores observados bem como as variações destes (Figura 61). Neste trecho, nenhum valor do parâmetro ultrapassou 0,4 mS/cm e a maior variação foi de 0,13 mS/cm. Os incrementos verificados em C₁, C₄ e C₅ em relação a C₂ e C₃ são provavelmente devido à ação antrópica, através do lançamento de esgoto sanitário e da disposição inadequada de lixo. No ponto C₆, a concentração deste íon alcançou os maiores valores bem como variação significativa destes, diferindo fortemente dos demais pontos. Os principais fatores que podem estar ligados a esse comportamento são: o lançamento de esgoto sanitário e a salinidade da Laguna Mundaú.

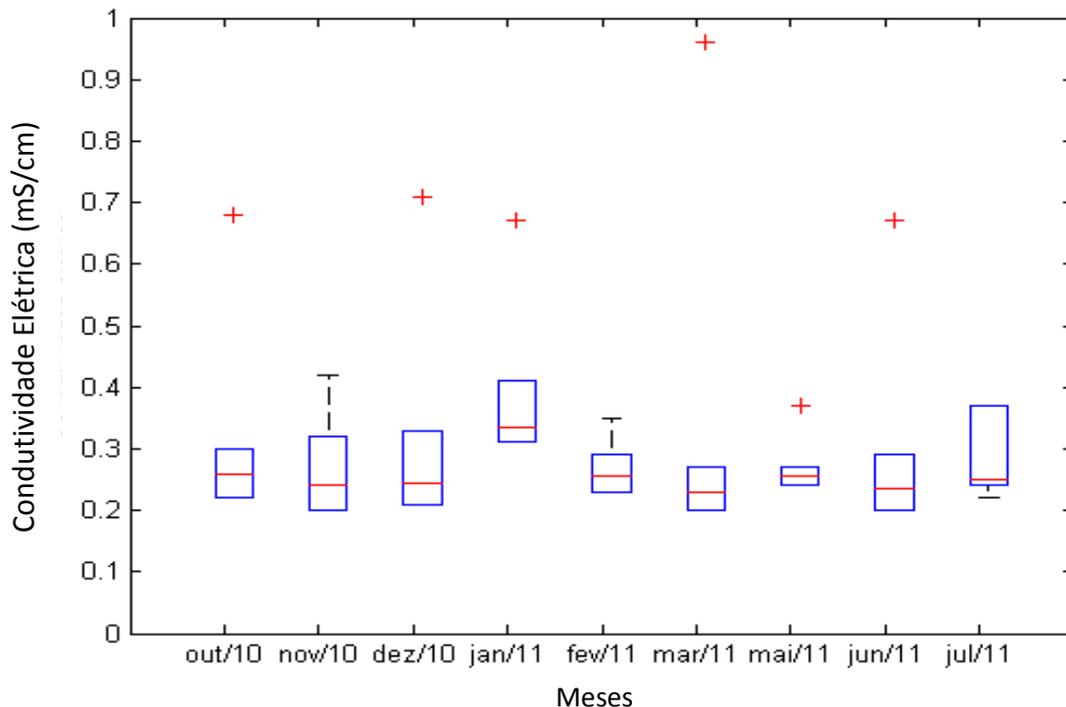
Figura 61 – Variação espacial da condutividade elétrica no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 62 mostra a variação temporal dos valores de Condutividade elétrica no Riacho do Silva. Não foram verificadas variações significativas nos valores da condutividade elétrica entre os meses nem dentro dos meses. Os outliers, observados na Figura 62, com exceção de maio, podem estar associados possivelmente ao efeito da salinidade da Laguna Mundaú, citado anteriormente.

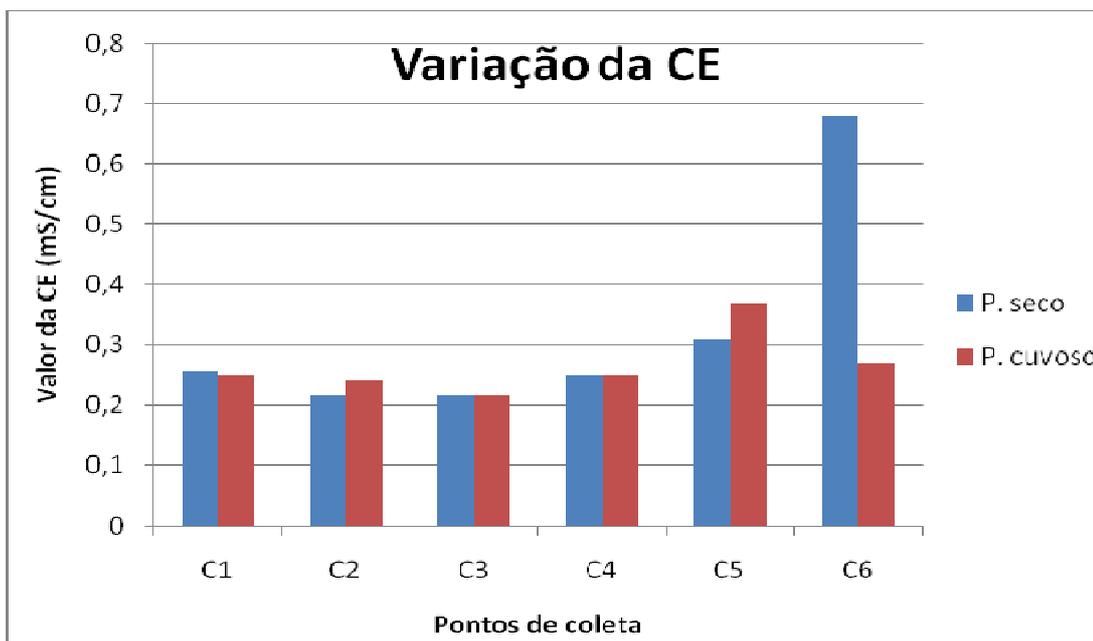
Figura 62 – Variação temporal da Condutividade Elétrica no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 63 mostra as medianas dos valores da condutividade elétrica ao longo da bacia para as épocas seca e chuvosa. Não houve variação significativa nos valores da condutividade elétrica referente aos períodos seco e chuvoso nos pontos da bacia pertencentes ao trecho C₁C₅. No ponto C₆ a diferença mostrou-se bastante significativa, devido ao efeito da salinidade da Laguna Mundaú.

Figura 63 - Variação sazonal da Condutividade Elétrica no Riacho do Silva



Fonte: Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

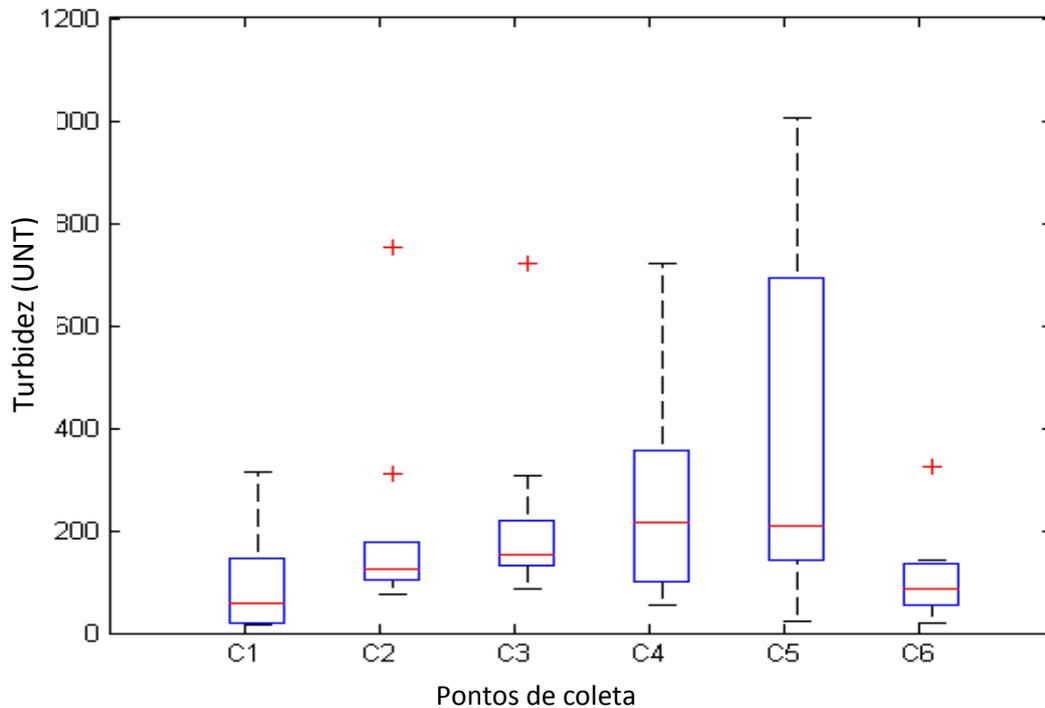
6.5.10 Turbidez

Do total, 9,26% dos valores encontrados se enquadram em águas doces da classe I, 35,18% se enquadram nas de classes II ou III e 64,82% ultrapassam o limite estabelecido para a classe III, de acordo com a Resolução CONAMA 357/05.

A Figura 64 apresenta a variação espacial dos valores de Turbidez no Riacho do Silva. Observa-se um aumento no valor da mediana bem como do valor limite do 3º quartil de C₁ a C₅. O incremento verificado de C₂ para C₃, deve-se provavelmente ao processo de extração de areia em C₃. No trecho compreendido entre C₃ e C₅ está concentrada a maior quantidade de pontos com retirada de vegetação nas APP, notadamente das margens riacho do silva, além dos lançamentos de resíduos sólidos e líquidos. Este padrão corrobora com o estudo de Espíndola e Brigante (2003) que observaram um aumento da turbidez da água do rio Mogi-Guaçu em trechos dos territórios mineiro e paulista, nos quais houve expansão da retirada da cobertura vegetal e substituição por culturas. O ponto C₆ apesar de receber esgotos, não recebe quantidade significativa de material oriundo de desagregação de solos, como em C₄ e C₅, que elevariam bastante os valores de turbidez da água. Outro

fator é o aspecto físico em C₆, como declividade do riacho na foz da bacia é menor, o escoamento é mais lento, favorecendo o fluxo de sedimentação e reduzindo o fluxo de resuspensão.

Figura 64 - Variação espacial da Turbidez no Riacho do Silva

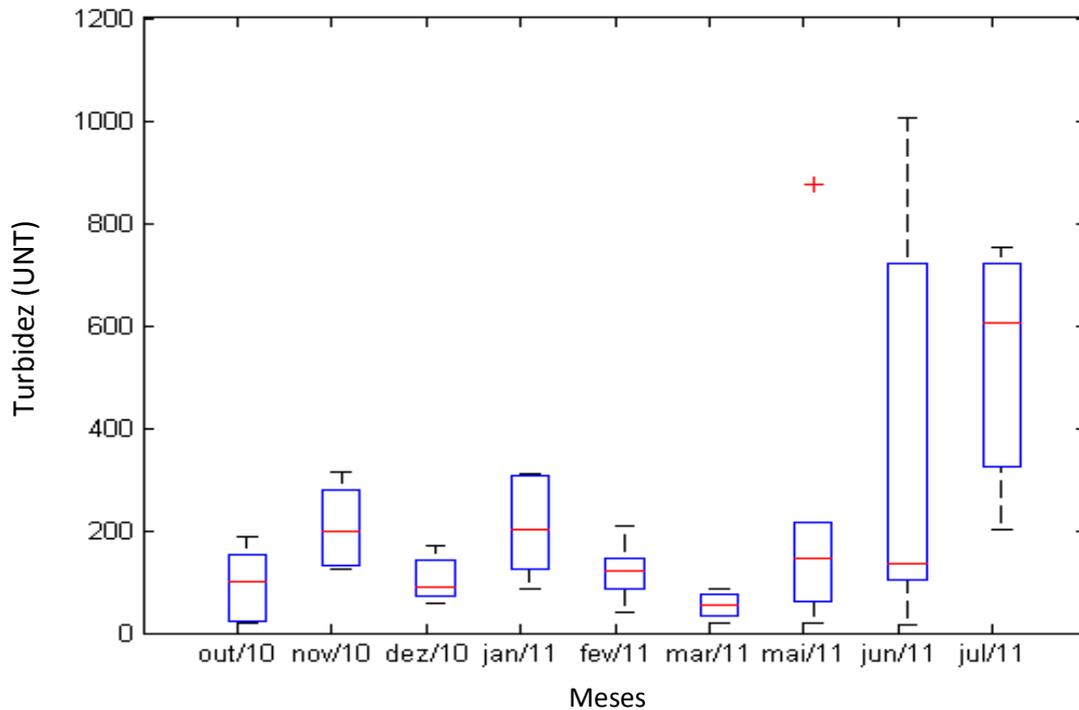


Fonte: Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 65 mostra a variação temporal dos valores de Turbidez no Riacho do Silva. No período seco foram observadas as menores variações nos valores desta variável, notadamente nos meses de dezembro e março. Em março todos os valores do parâmetro são menores que 100 UNT e 50% deles são menores que 55 UNT. Novembro e janeiro apresentaram valores e variação de turbidez muito semelhantes e acima dos meses do período seco, sendo novembro provavelmente devido a lançamento de efluentes no momento da coleta e janeiro a uma provável lavagem da área de drenagem da bacia ($P_{dez} = 7,5 \text{ mm}$ e $P_{jan} = 116,2 \text{ mm}$). O mês de junho apresentou a maior variação dos valores, atingindo valores acima de 1000 UNT, mas apresentando 50% deles menores que 120 UNT, enquanto que o mês de julho apresentou menor variação nos valores do que junho mas com o valor da

mediana bem mais elevado, acima dos 600 UNT. Ressalte-se que no mês de julho, a precipitação do dia anterior à coleta foi de 23 mm e no mês de junho, 2,4 mm, indicando um possível efeito da chuva antecedente nos valores de turbidez.

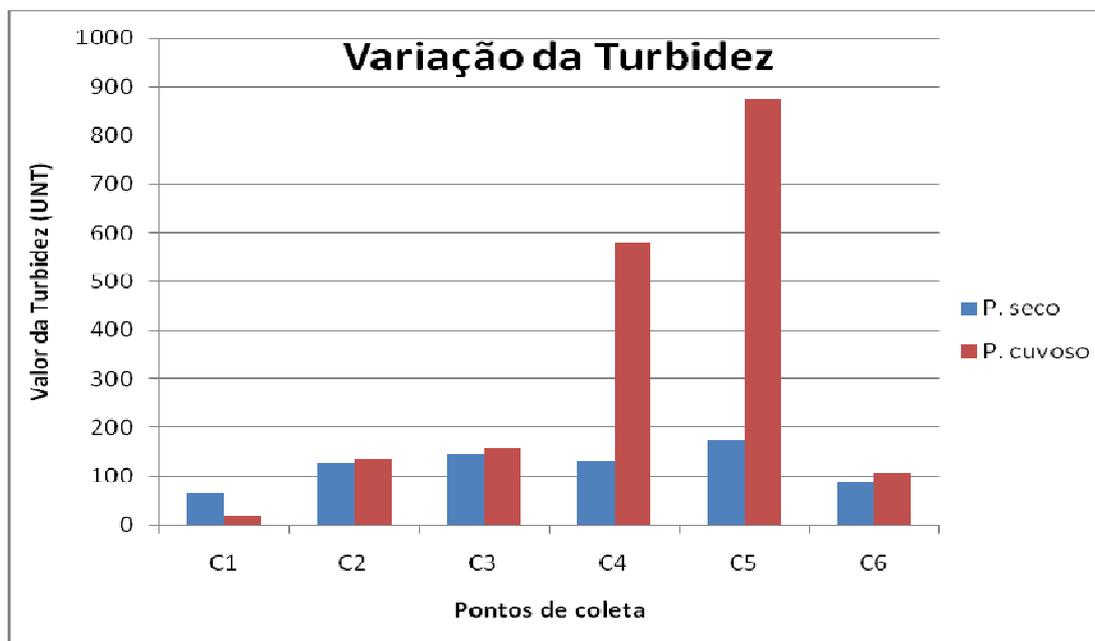
Figura 65 - Variação temporal da Turbidez no Riacho do Silva



Fonte: Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 66 mostra as medianas dos valores de Turbidez ao longo da bacia para as épocas seca e chuvosa. Verifica-se uma tendência de elevação dos valores de turbidez da água na bacia do Riacho do Silva no período chuvoso. Tal efeito mostrou-se bastante evidente nos pontos C₄ e C₅, por estarem situados num trecho da bacia onde ocorre retirada da vegetação da margem do curso d'água e das encostas próximas e se pratica a retirada de areia do leito do riacho. No trecho compreendido entre os pontos C₁ e C₃ (bastante vegetado) e no ponto C₆ (com o solo impermeabilizado), a diferença não se mostrou significativa.

Figura 66 - Variação sazonal da Turbidez no Riacho do Silva



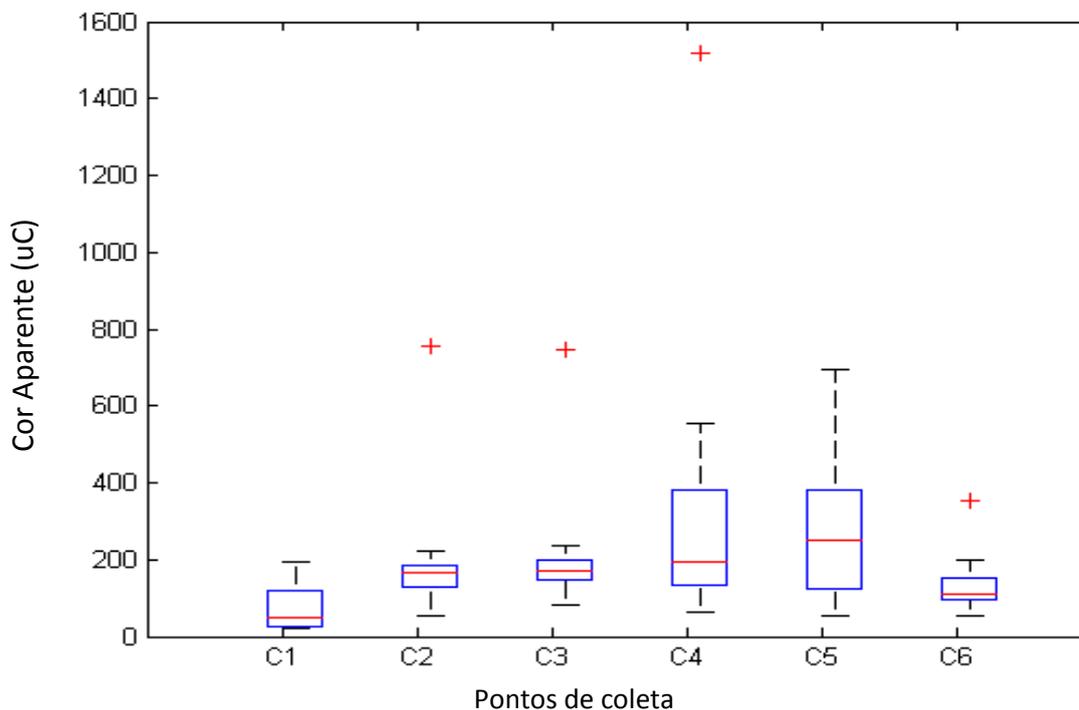
Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

6.5.11 Cor Aparente

A variável Cor Aparente apresentou comportamento bastante semelhante à variável Turbidez, tanto espacial quanto temporalmente.

Com relação a variabilidade espacial (Figura 67), observa-se um aumento do valor da mediana no trecho da bacia compreendido entre os pontos C₁ e C₅. O incremento no valor da Cor Aparente verificado em C₂ e C₃ em relação a C₁, pode estar relacionado à matéria orgânica de origem vegetal (galhos e folhas de árvores), provenientes da unidade de conservação (parque municipal) bem como por produtos oriundos do ponto de deposição D₄ (ponto do mofumbo), localizado a montante de C₂. No trecho compreendido entre os pontos C₃ e C₅, os valores e as variações mostraram-se mais significativos, possivelmente em função da ação antrópica mais acentuada neste trecho com lançamento de esgoto e disposição inadequada de resíduos sólidos. Estas atividades antrópicas podem gerar um conteúdo de matéria orgânica considerável influenciando na cor aparente. O ponto C₆ apresentou valores mais baixos bem como menor amplitude de variação em relação aos pontos C₄ e C₅, provavelmente devido à desaceleração do escoamento na foz.

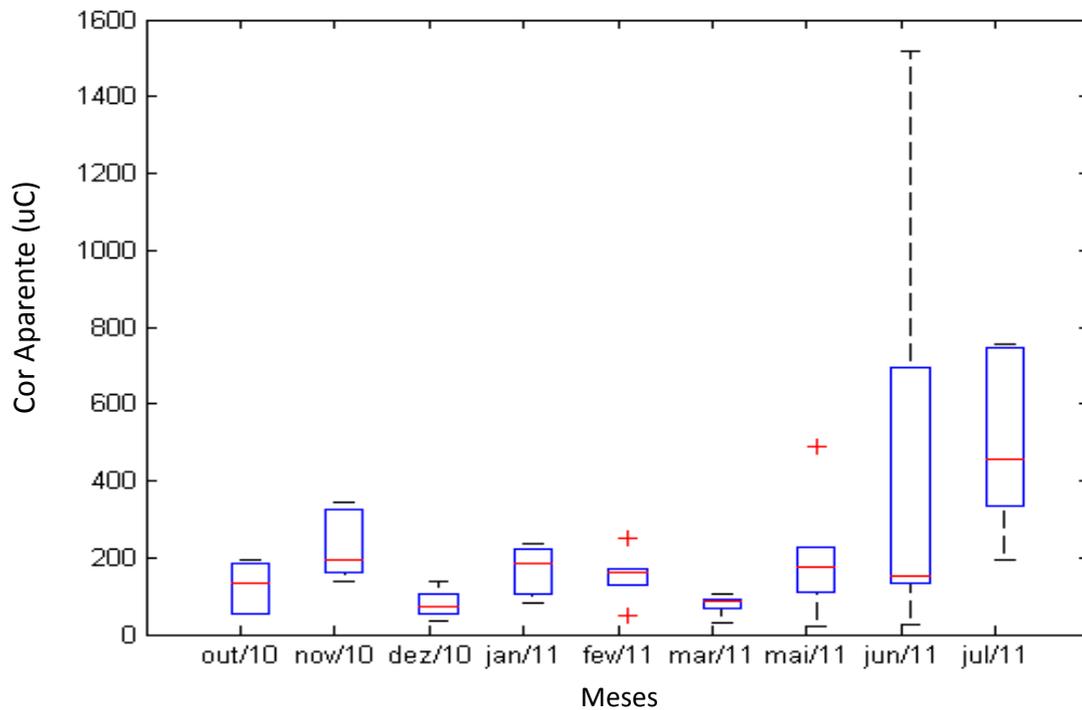
Figura 67 - Variação espacial da Cor Aparente no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

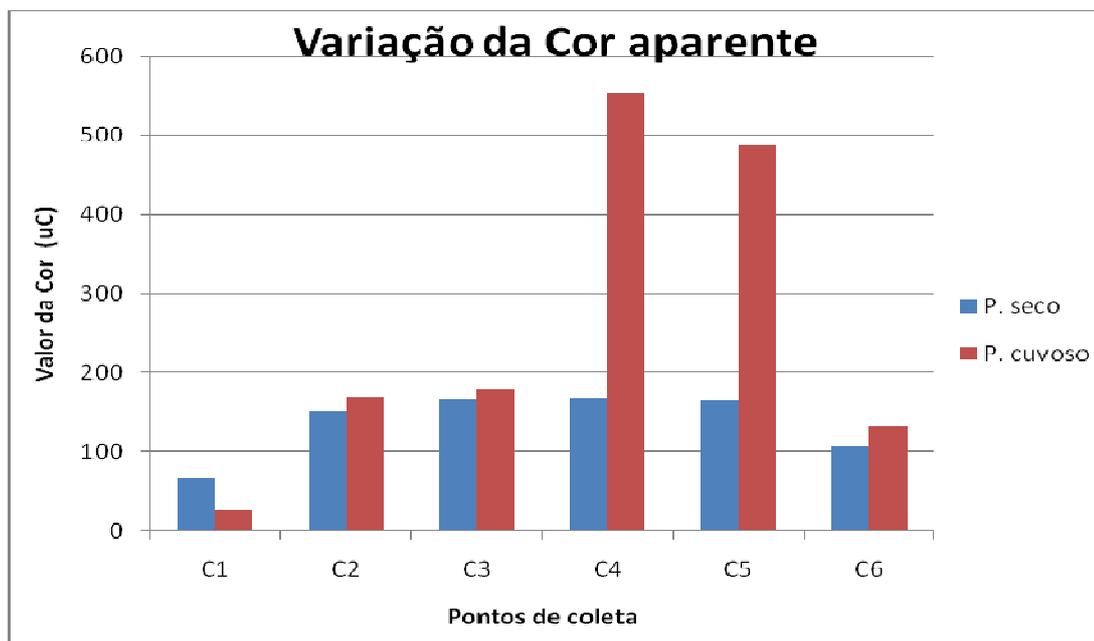
A Figura 68 mostra a variação temporal dos valores da Cor Aparente no Riacho do Silva. No período seco foram observadas as menores variações nos valores desta variável, notadamente nos meses de dezembro, fevereiro e março. Do total, 66,7% dos valores do mês de dezembro e 83,3% dos valores do mês de março são menores que 100uC. Os meses de novembro, janeiro e maio apresentaram medianas muito próximas, mas este último apresentou variação mais significativa dos valores e um valor mínimo bem abaixo do valor mínimo dos primeiros. O mês de junho apresentou a maior variação dos valores, atingindo valores acima de 1500uC, mas apresentando 50% deles menores que 170uC, enquanto que o mês de Julho apresentou menor variação nos valores que junho mas com o valor da mediana bem mais elevado, acima de 400uC, devido provavelmente à precipitação antecedente. Tal comportamento pode estar associado à precipitação antecedente à coleta, cujos valores foram 2,4 mm e 23 mm para os meses de junho e julho respectivamente.

Figura 68 - Variação temporal da Cor Aparente no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 69 mostra as medianas dos valores da Cor Aparente ao longo da bacia para as épocas seca e chuvosa. A mediana do período chuvoso mostra-se maior que a do período seco para a maioria dos pontos de coleta, sendo bastante evidente nos pontos C₄ e C₅. Isto se deve provavelmente à lavagem da área de drenagem da bacia no período chuvoso, carreando para o curso d'água, materiais como lixo doméstico, restos vegetais e esgoto sanitário, capazes de promover alteração na cor da água.

Figura 69 - Variação sazonal da cor aparente no Riacho do Silva

Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

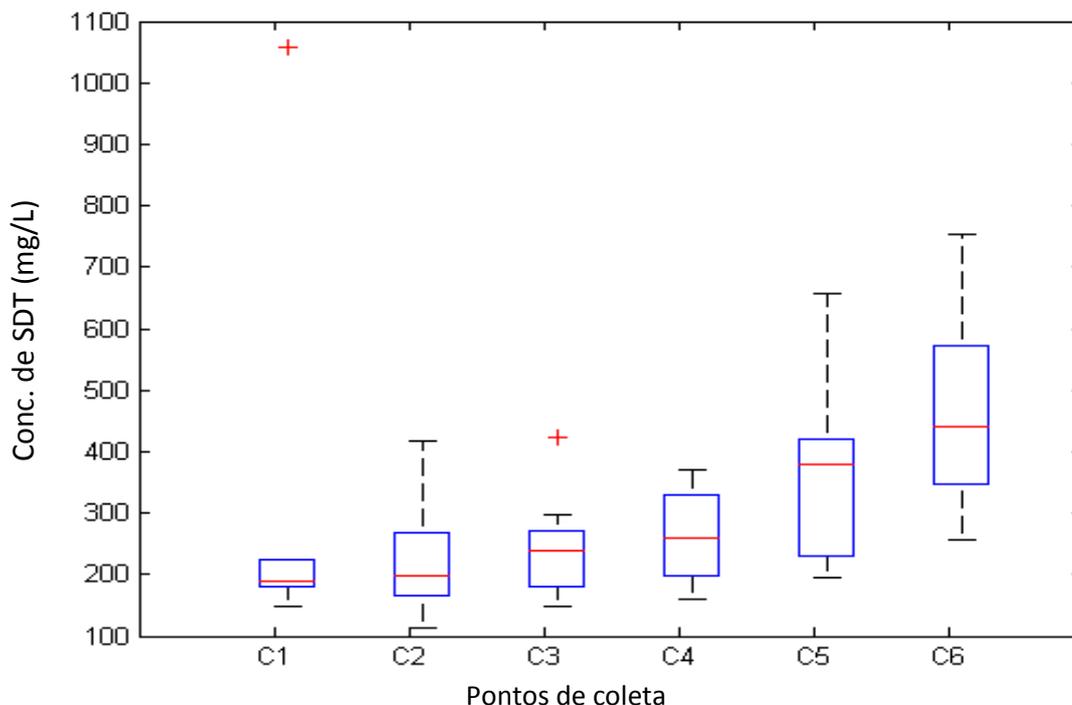
6.5.12 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

Dos valores encontrados no Riacho do Silva ao longo do período de estudo (outubro/10 – julho/11), 88,9% dos valores encontram-se na faixa recomendada para as águas doces das classes I, II e III e 11,1% ultrapassam o limite dessa faixa, de acordo com a Resolução CONAMA 357/05.

Acontece uma elevação progressiva dos valores da concentração dos Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) da nascente à foz (Figura 70), indicando que a variabilidade espacial da concentração de SDT pode estar correlacionada com a área de drenagem. No trecho compreendido entre os pontos C₁ e C₃, a quase totalidade dos valores não ultrapassa 300 mg/L. Isto se deve provavelmente à influência da água das nascentes e do escoamento subterrâneo (i.e. águas com baixa concentração de SDT) e ao não lançamento de efluentes no trecho que vai de C₁ a C₃. Os valores mais elevados em C₃ em relação a C₂ pode ser devido ao processo de extração de areia em C₃. A partir de C₃ a ação antrópica é mais intensa, principalmente com lançamento de efluentes líquidos e disposição inadequada de resíduos sólidos. No ponto C₆ os valores podem estar sendo influenciados pela concentração de SDT da

Laguna Mundaú. Os valores que ultrapassaram o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 foram todos registrados nos pontos C₅ e C₆.

Figura 70 – Variação espacial da concentração de SDT no Riacho do Silva

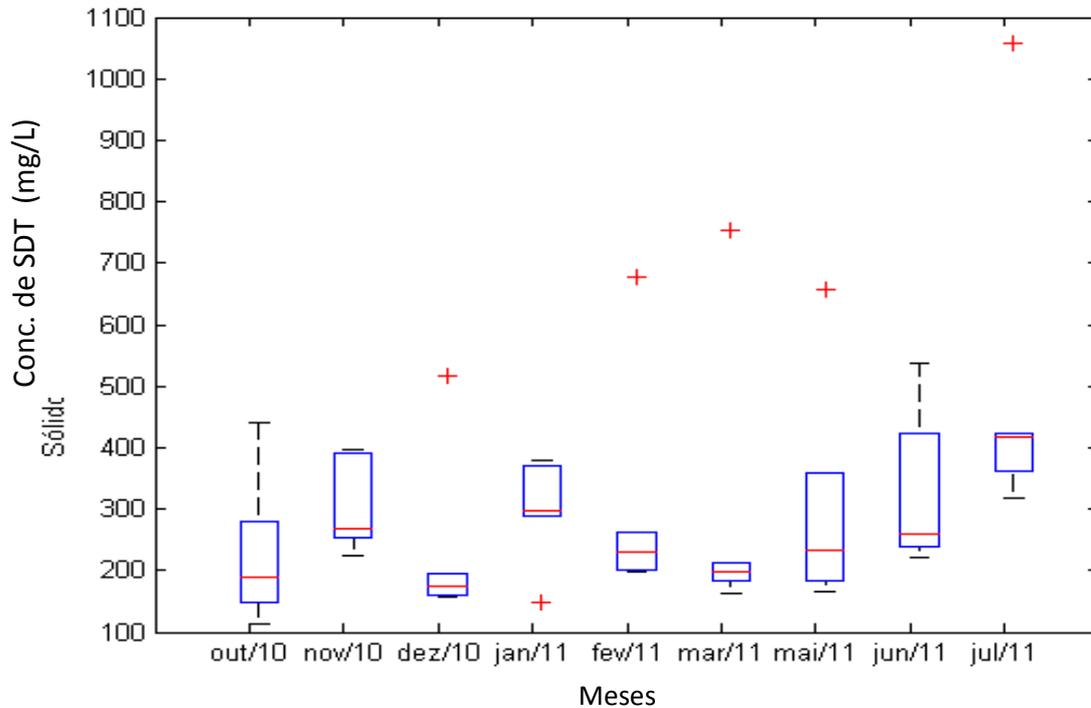


Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 71 mostra a variação temporal dos valores da concentração de SDT no Riacho do Silva. Nos meses de menor precipitação, dezembro ($P = 7,5$ mm) e março ($P = 29,8$ mm), foram registrados baixos valores e as menores variações dos valores de SDT. Nos meses de outubro, janeiro e fevereiro, ocorreram valores e variação mais significativos do que em dezembro e março, as precipitações mensais registradas nestes meses foram 92,0 mm, 116,2 mm e 134,5 mm respectivamente. Em janeiro pode ter acontecido uma lavagem mais expressiva da área de drenagem da bacia, pelo fato de novembro e dezembro terem sido meses de baixa precipitação pluviométrica. O comportamento verificado em novembro deve-se provavelmente a uma ação antrópica de lançamento de efluentes (comentada anteriormente). Os valores da mediana dos meses de maio e junho não foram tão elevados provavelmente devido aos seguintes fatores: (a) a alta precipitação de abril (594,4 mm), promovendo uma lavagem expressiva da bacia e (b) a precipitação do dia

anterior à coleta, 0,2 mm em maio e 2,4 mm em junho. No mês de julho, a chuva antecedente foi de 23 mm.

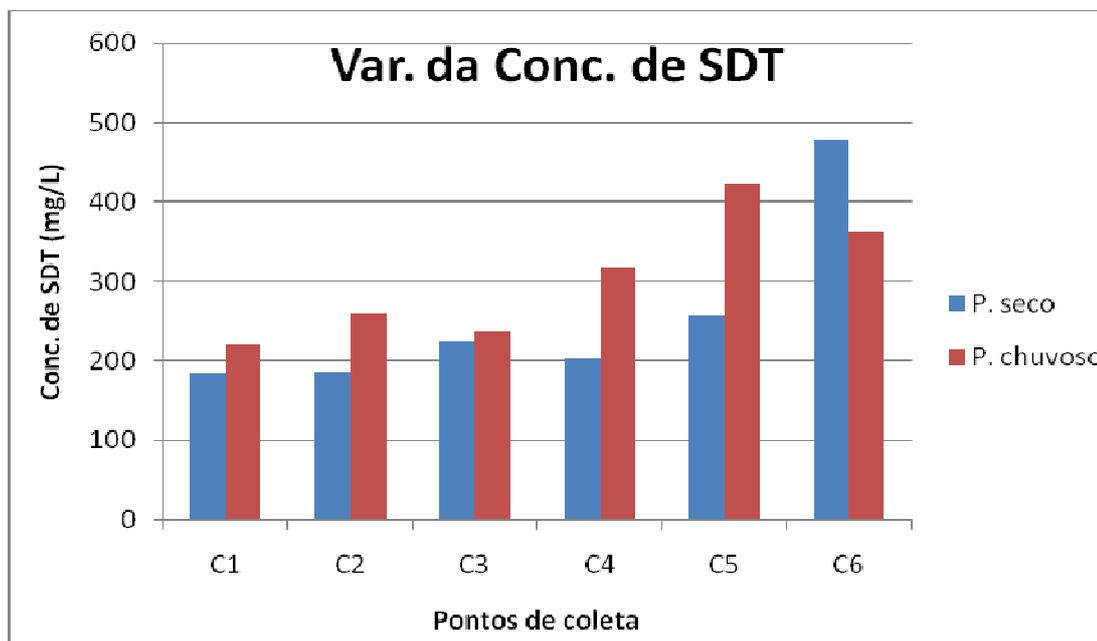
Figura 71 – Variação temporal da concentração de SDT no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 72 mostra as medianas das concentrações de SDT ao longo da bacia para as épocas seca e chuvosa. Verifica-se uma tendência de elevação da concentração destes sólidos no período chuvoso no trecho da bacia da nascente até o ponto C₅, provavelmente devido à lavagem da área de drenagem da bacia na época chuvosa, trazendo materiais ricos em sólidos dissolvidos, como encontrados em esgotos sanitários. O comportamento inverso no ponto C₆, com diminuição da concentração no período chuvoso, deve-se à provável influência da Laguna Mundaú.

Figura 72 - Variação sazonal da concentração de SDT no Riacho do Silva

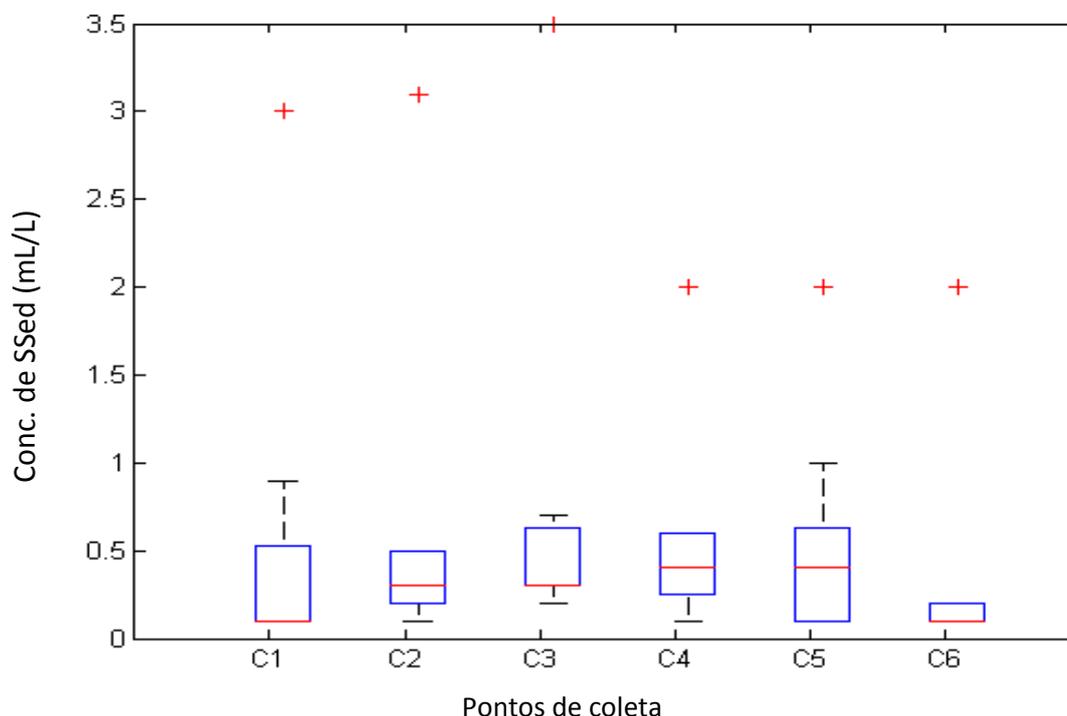


Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

6.5.13 Sólidos Sedimentáveis (SSed)

A produção e arraste de Sólidos Sedimentáveis (SSed) ocorre mais significativamente no trecho entre a nascente principal do Riacho do Silva e o ponto C₅ (Figura 73). A mediana sofre um ligeiro aumento de C₁ a C₅. Áreas de encostas com retirada da vegetação nativa a montante de C₁, como a do ponto R₁, por trás do Residencial Allegro (Figura 36) bem como deslizamentos de encostas dentro da unidade conservação (parque municipal) além dos lançamentos de efluentes a montante de C₁, sejam provavelmente a causa da variação em C₁ e dos valores observados em C₂. O incremento verificado de C₂ para C₃ pode estar relacionado ao processo de retirada de areia em C₃. No trecho compreendido entre C₃ e C₅, o lançamento de resíduos sólidos e líquidos, as operações de dragagem e a retirada de vegetação das APP, contribuem significativamente para os valores observados nos pontos C₄ e C₅. No ponto C₆, predomina o acúmulo de sólidos dissolvidos, proveniente dos esgotos e da água da Lagoa Mundaú.

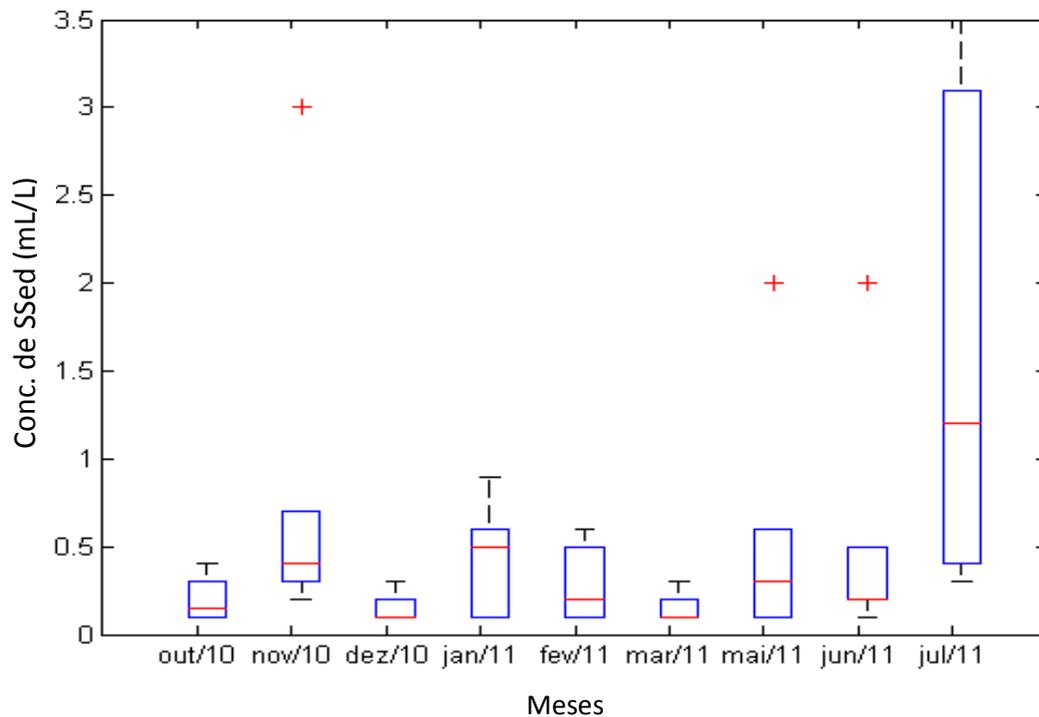
Figura 73 – Variação espacial da concentração de SSed no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 74 mostra a variação temporal da concentração de SSed no Riacho do Silva. Nos meses de outubro, dezembro e março, nenhum valor observado ultrapassou 0,4 mg/L. Em novembro, tanto os valores alcançados como a variação destes foram maiores que os verificados em outubro e dezembro. O valor mínimo atingido em novembro foi maior que o valor mínimo atingido em todos os meses do intervalo outubro/10 – junho/11. Tais constatações referentes a novembro tem como causa provável um lançamento de efluentes líquidos durante a operação de coleta. O mês de janeiro apresentou o maior valor de mediana e também a variação mais significativa destes, devido provavelmente à precipitação mensal registrada (116,2 mm), bem mais significativa que as de novembro (24,7 mm) e dezembro (7,5 mm). Houve uma provável lavagem da área de drenagem da bacia, trazendo sedimentos diversos. No mês de julho, a precipitação do dia anterior à coleta foi bem maior que nos demais meses (23 mm).

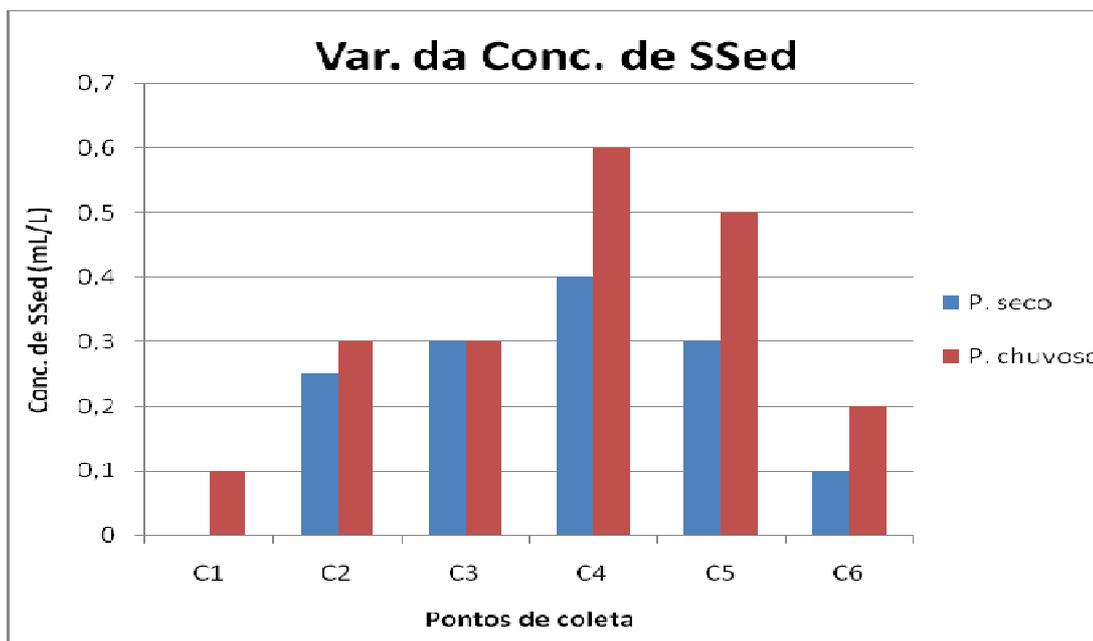
Figura 74 – Variação temporal da concentração de SSed no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 75 mostra as medianas das concentrações de sedimentáveis ao longo da bacia para as épocas seca e chuvosa. Observa-se uma tendência de elevação na concentração dos sólidos sedimentáveis (SSed) no período chuvoso em todos os pontos, sendo bastante evidente no trecho compreendido entre os pontos C₃ e C₅. Isto se deve provavelmente ao arraste de sólidos provenientes das encostas e das margens pela água das chuvas. No ponto C3, o efeito sazonal deve ter sido mascarado pelo processo de extração de areia, registrado no momento da coleta de água, em alguns meses do período seco.

Figura 75 - Variação sazonal da concentração de SSed no Riacho do Silva

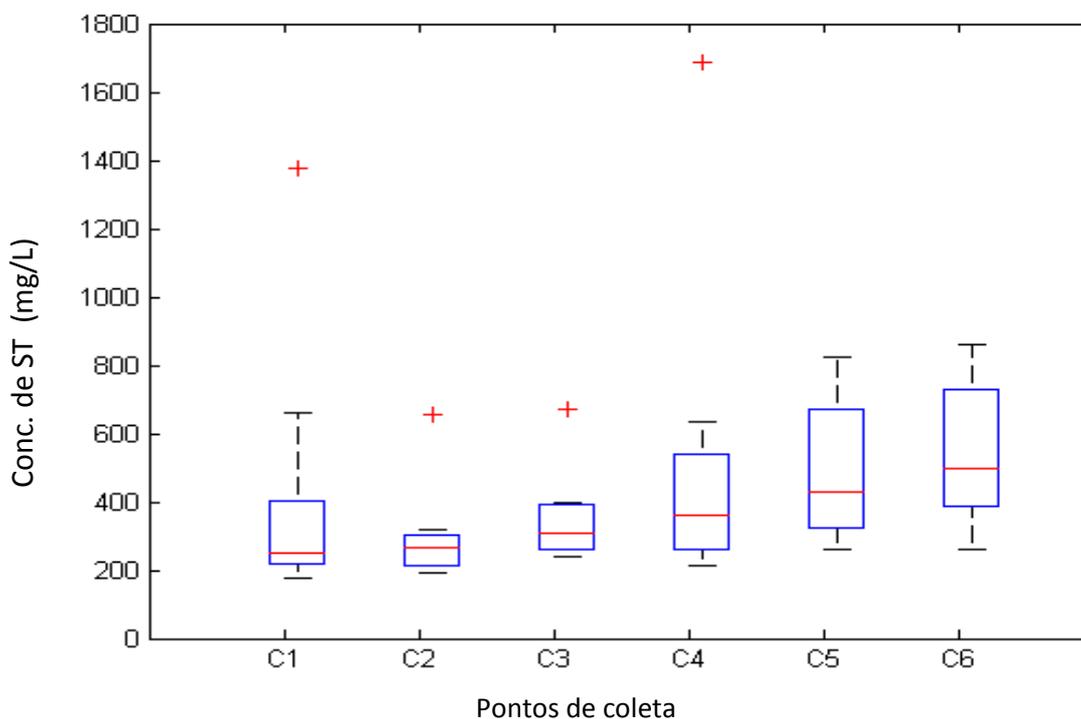


Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

6.5.14 Sólidos Totais (ST)

Em termos de variabilidade espacial, observa-se um aumento gradativo dos valores de Sólidos Totais (ST) da mediana no sentido nascente-foz (Figura 76). O trecho da bacia da nascente principal do riacho até o ponto C₃ apresentou os menores valores de concentração de ST. Neste trecho, a quase totalidade dos valores são menores que 400 mg/L. O incremento verificado em C₃ em relação a C₂ pode estar relacionado ao processo de extração de areia em C₃. A partir de C₃, as ações antrópicas estudadas atuam mais fortemente e em conjunto. Além disso há o carreamento dos sedimentos pela própria água do riacho. No ponto C₆, convém salientar uma possível influência da Laguna Mundaú, contribuindo com a carga de sólidos dissolvidos.

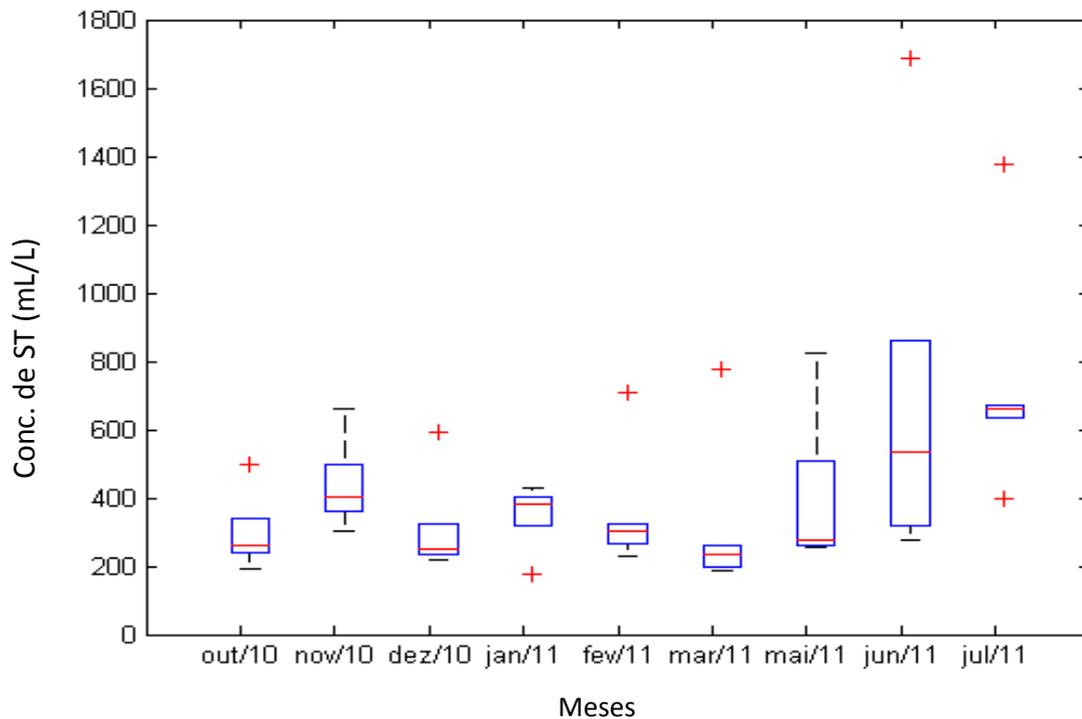
Figura 76 – Variação espacial da concentração de ST no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 77 mostra a variação temporal dos valores de ST no Riacho do Silva. Nos maioria dos meses do período seco, a água do riacho apresentou baixa concentração de ST. Nos meses de outubro, dezembro, fevereiro e março, os valores mostraram-se menores que 400 mg/L. Nos meses de novembro e janeiro foram registrados valores maiores que os registrados nos outros meses do período seco, devido provavelmente a um lançamento de efluente líquido no momento da coleta, em novembro (comentado anteriormente) e à precipitação mensal registrada em janeiro (116,2 mm), sucedendo dois meses bastante secos. Nos meses do período chuvoso (abril a julho) foram registrados valores superiores aos registrados nos meses do período seco (outubro a março). Vale salientar que em julho, a precipitação antecedente à do dia da coleta de água foi maior que a verificada nos demais meses.

Figura 77 – Variação temporal da coocentração de ST no Riacho do Silva

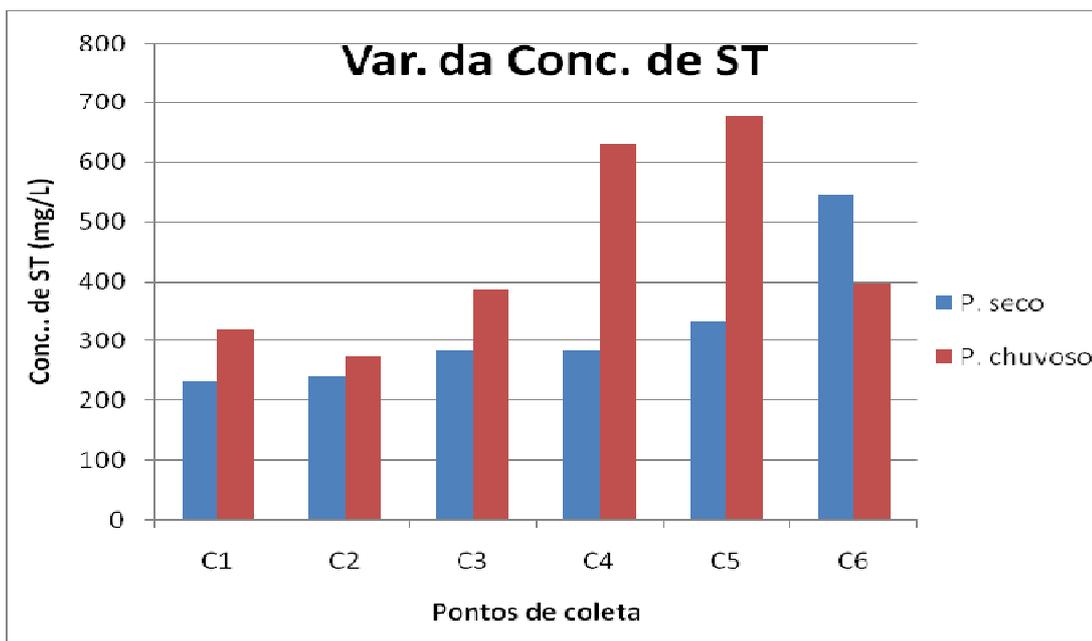


Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 78 mostra as medianas dos valores da Concentração de Sólidos Totais (ST) ao longo da bacia para as épocas seca e chuvosa. Verifica-se uma tendência de aumento da concentração dos sólidos totais (ST) no período chuvoso para o trecho da bacia compreendido entre os pontos C₁ e C₅, devido à lavagem da área de drenagem da bacia neste período, trazendo sedimentos ricos em sólidos. Tal padrão corrobora com o trabalho de Cabral (2011) na Bacia do Rio Jacarecica em Maceió-AL, que observou uma variação sazonal bem significativa da concentração de Sólidos Totais em suspensão, tendo sido os maiores valores observados na época chuvosa.

No ponto C₆, o comportamento desta variável é inverso devido à influência da Laguna Mundaú, pois neste ponto, o principal componente dos ST são os SDT, que diminui de concentração no período chuvoso, devido à diminuição da salinidade da Laguna Mundaú.

Figura 78 - Variação sazonal da concentração de ST no Riacho do Silva



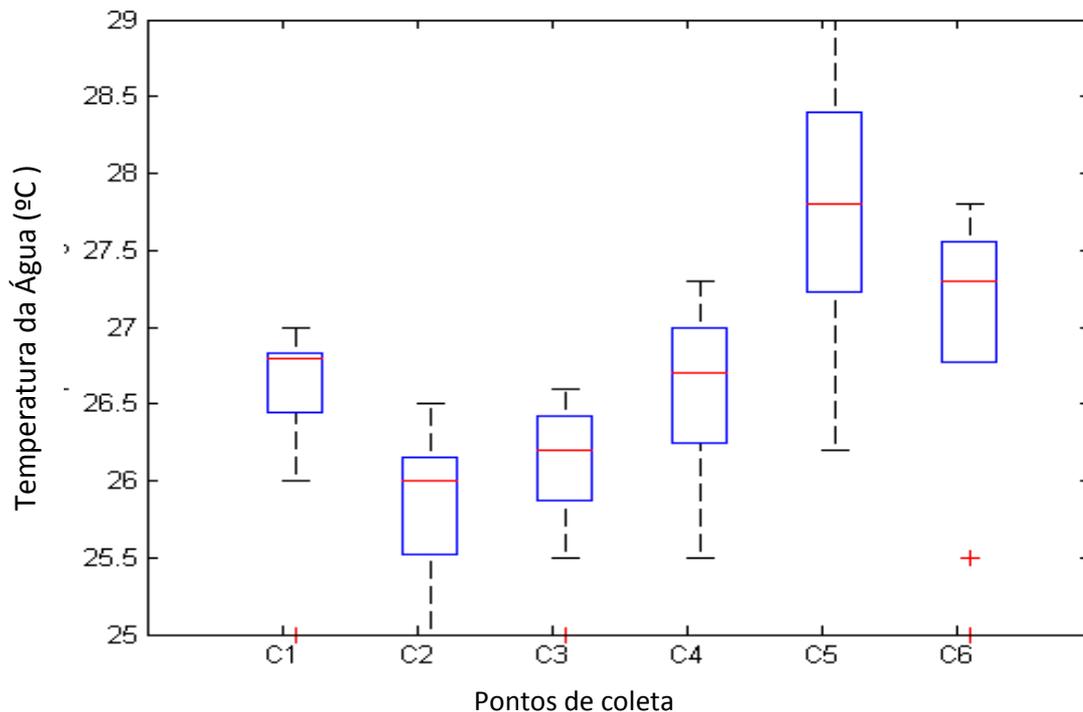
Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

6.5.15 Temperatura da Água

A Temperatura da Água ao longo da bacia do Riacho do Silva variou de 25°C a 29°C durante o período de realização do estudo.

A variabilidade espacial da Temperatura da Água no Riacho do Silva pode ser observada na Figura 79. As variações mais significativas dos valores da temperatura da água foram observadas no trecho da bacia compreendido entre os pontos C₃ e C₅, possivelmente por apresentar boa parte desprovida de vegetação de porte arbóreo. A espessura da lâmina d'água em C₅ é menor que em C₄, o que pode favorecer o aquecimento em C₅. As menores variações observadas no trecho entre os pontos C₁ e C₃ é provavelmente devido à cobertura vegetal de porte arbóreo ali existente. Os valores mais elevados do parâmetro em C₁ em relação a C₂ e C₃ deve-se provavelmente à influência da água da nascente buraco da velha (i.e. água com temperatura acima de 27°C), com parcela de água subterrânea geralmente mais aquecida do que água superficial. A pequena variação dos valores observada em C₆ deve-se provavelmente à influência da temperatura da água da Laguna Mundaú.

Figura 79 – Variação espacial da Temperatura da água no Riacho do Silva

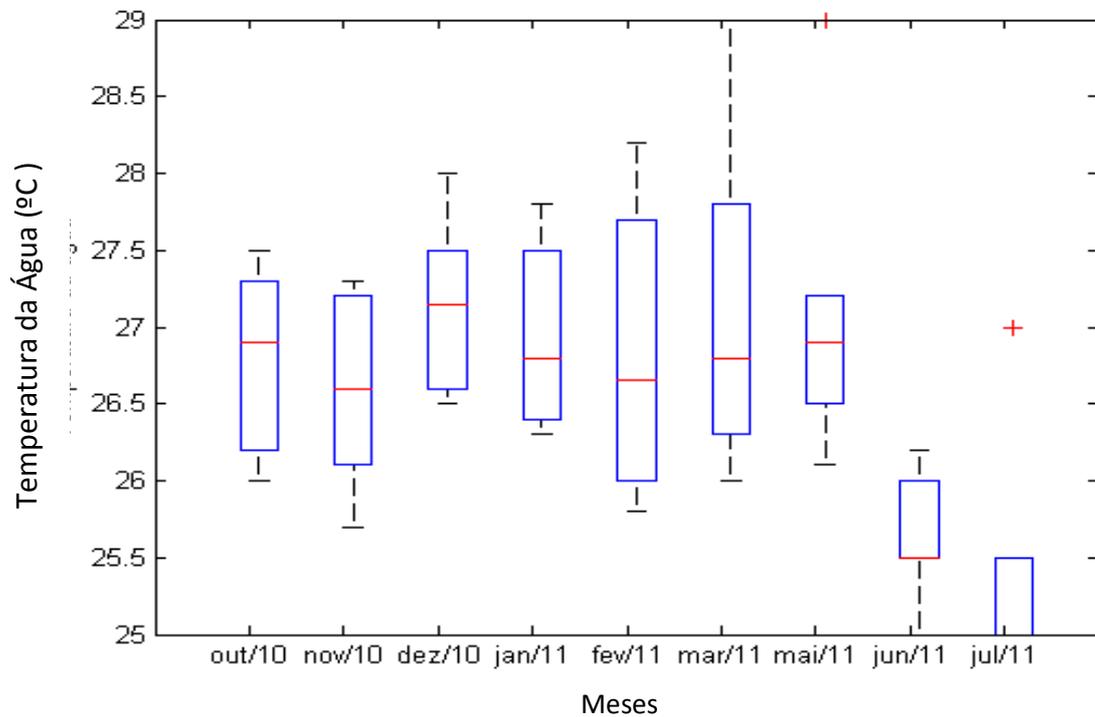


Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 80 mostra a variação temporal dos valores da Temperatura da Água no Riacho do Silva. Esta variável atingiu, na bacia, os maiores valores bem como as mais significativas variações destes nos meses do período seco (outubro/10 – março/11). As maiores variações ocorreram nos meses de fevereiro e março. Durante o período compreendido entre outubro/10 e janeiro/11, foi praticamente constante a variação sofrida pela temperatura da água (1,5°C-1,6°C). Nos meses do período chuvoso (maio – julho), a temperatura da água sofreu variações entre 0,5°C e 1,2°C.

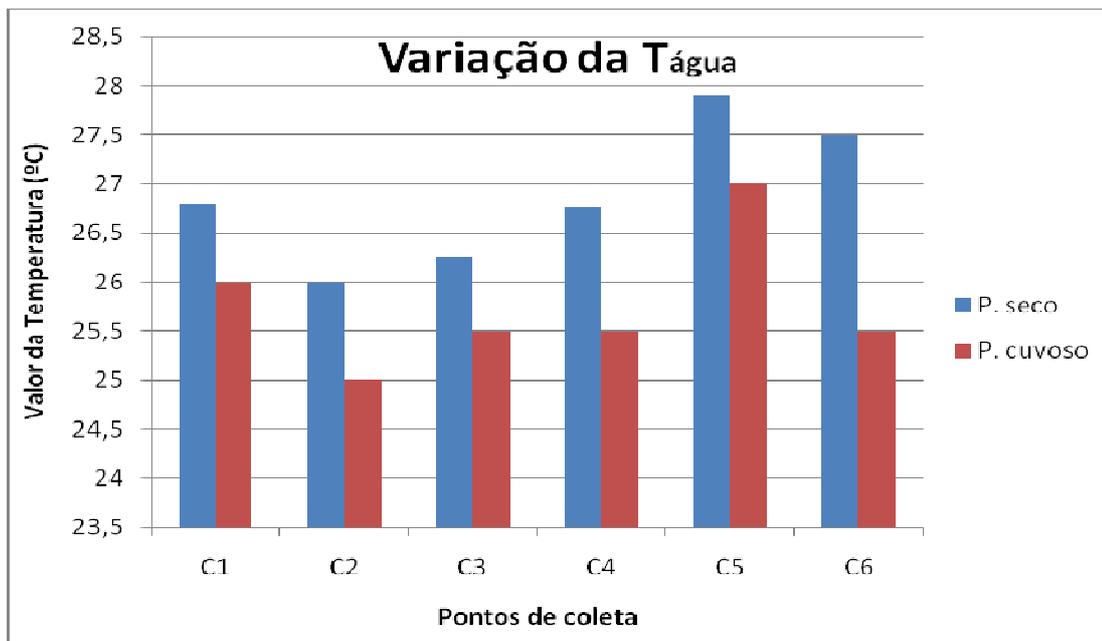
A Figura 81 mostra as medianas dos valores da temperatura da água ao longo da bacia para as épocas seca e chuvosa. É possível observar o efeito sazonal na temperatura da água da bacia do riacho do Silva, com as medianas do período seco maiores que as do período chuvoso, bem evidente em todos os pontos de coleta.

Figura 80 – Variação temporal da Temperatura da água no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

Figura 81 - Variação sazonal da Temperatura da água no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

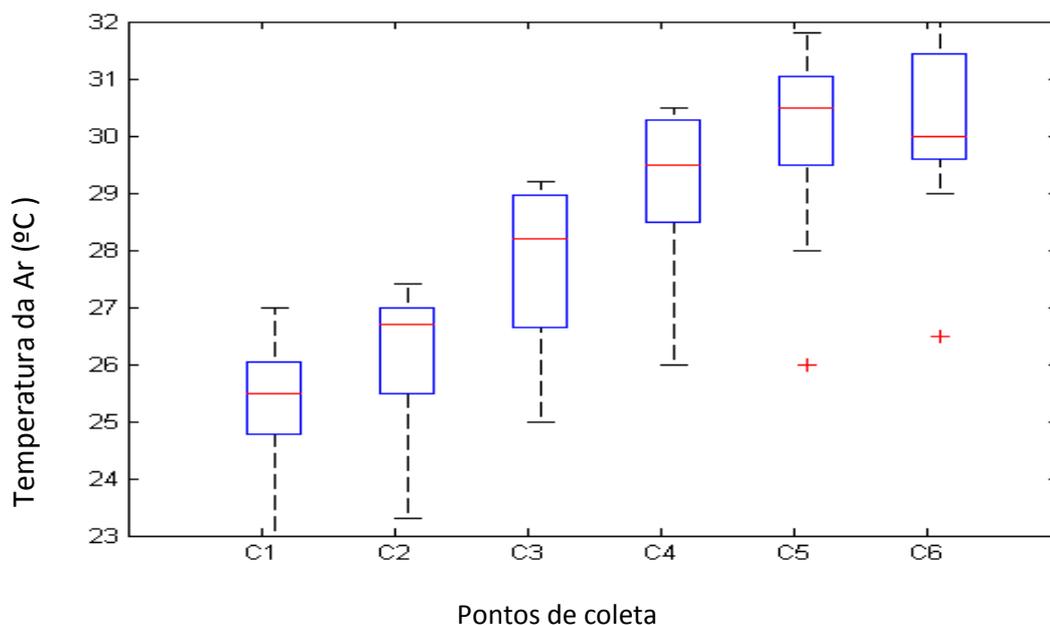
6.5.16 Temperatura do Ar

A Temperatura do Ar ao longo da bacia do Riacho do Silva, durante o período de realização do estudo (outubro/10 – julho/11), variou de 23°C (registrado em junho/11 no ponto C₁) a 32°C (registrado em janeiro/11 no ponto C₆).

Houve significativa variação dos valores desta variável em todos os pontos de coleta e um aumento gradativo da mediana entre os pontos C₁ e C₅, havendo um pequeno decréscimo tanto da mediana quanto da variação dos valores em C₆, comparado a C₅ (Figura 82). Com relação aos valores máximo e mínimo, o aumento gradativo foi verificado de C₁ a C₆. O trecho compreendido entre C₁ e C₃ apresenta vegetação de porte arbóreo e o trecho entre C₃ e C₆ não apresenta este tipo de vegetação.

Como a Temperatura do Ar depende de vários fatores, como a umidade relativa, altitude, velocidade do vento e outros, não foi possível detectar diferenças bem significativas na variação dos valores entre os diferentes pontos de coleta com o número de observações efetuado. Aumentando-se o número de observações, é possível que se detecte tais diferenças.

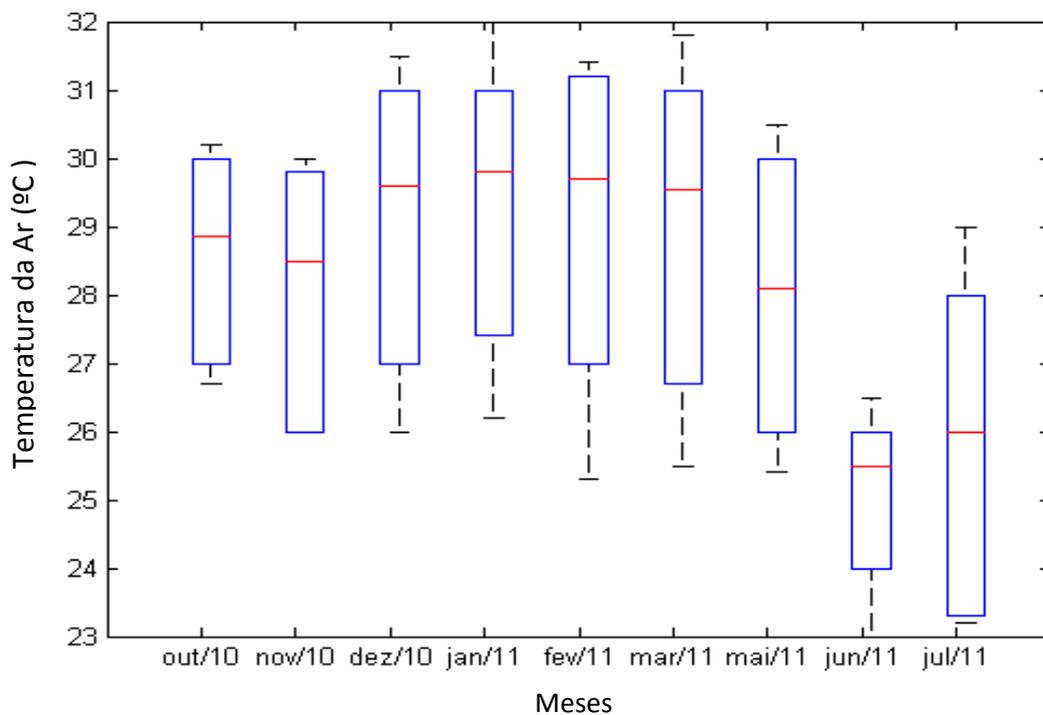
Figura 82 - Variação espacial da Temperatura do ar no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

Houve significativa variação dos valores da variável dentro de cada mês (Figura 83). As menores variações ocorreram nos meses de outubro, novembro e junho. Nos dois primeiros, o período de coleta mostrou-se totalmente ensolarado e no último, tal período manteve-se totalmente nublado. Nos demais meses houve maior variação da insolação durante o período de coleta. No dia da coleta de julho/11, ocorreu chuva no início do período da coleta, o que possivelmente elevou a variação dos valores.

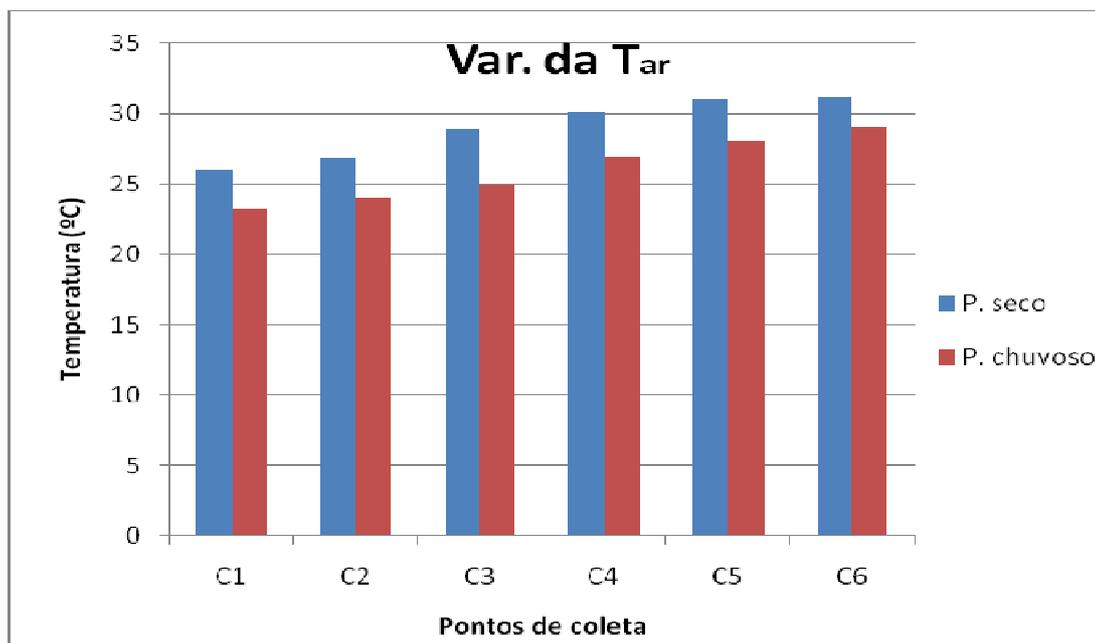
Figura 83 - Variação temporal da Temperatura do ar no Riacho do Silva



Fonte: : Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 84 mostra as medianas da Temperatura do Ar ao longo da bacia para as épocas seca e chuvosa. Pelo gráfico é possível observar o efeito sazonal nesta variável ao longo da bacia do Riacho do Silva, com os valores da mediana do período seco maiores que os do período chuvoso, bem evidente em todos os pontos de coleta.

Figura 84 - Variação sazonal da Temperatura do ar no Riacho do Silva



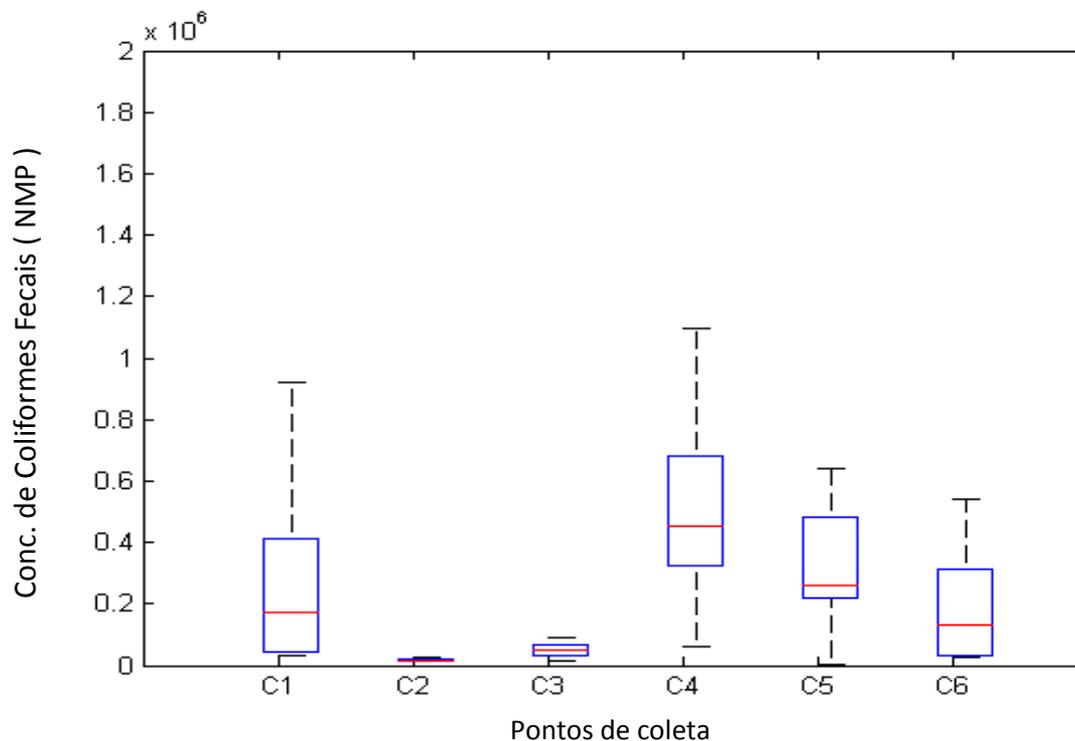
Fonte: : Autor desta dissertação, 2011.

6.5.16 Coliformes Fecais (C.F.)

Dos valores observados na água do Riacho do Silva durante o período do estudo (outubro/10 – julho/11) 98,15% ultrapassam o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para as águas doces da classe III, considerando contato secundário e todos os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 274/00.

Verifica-se que ao longo da bacia, os maiores valores bem como as variações mais significativas destes, ocorreram nos pontos da mesma que recebem esgotos e/ou resíduos sólidos (Figura 85). No trecho da bacia compreendido entre os pontos C₁ e C₃, não há lançamentos de efluentes e há a alimentação do riacho pelas nascentes de encosta (água com concentração insignificante de coliformes fecais), ocorrendo então o processo de diluição, com conseqüente diminuição da concentração destes. No ponto C₄ são lançados esgotos ricos em fezes, diretamente no leito do riacho pela população residente às margens do mesmo. O comportamento desta variável no ponto C₆ pode estar ligado ao efeito da salinidade da Lagoa Mundaú.

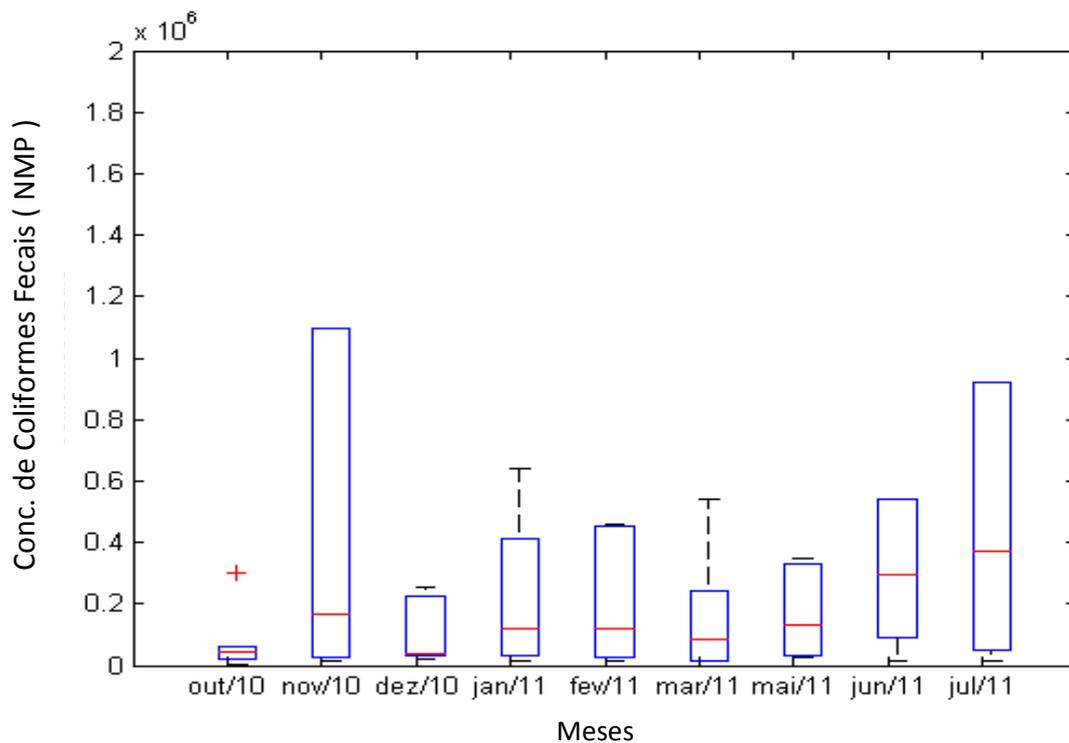
Figura 85 – Variação espacial da concentração de Coliformes Fecais no Riacho do Silva



Fonte: Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 86 mostra a variação temporal da concentração de Coliformes Fecais no Riacho do Silva. O comportamento da variável em novembro foi devido provavelmente a um lançamento de efluente líquido (comentado anteriormente). Em janeiro e março o comportamento da variável se mostrou semelhante, porém em janeiro, o valor máximo atingido foi maior do que o de março, provavelmente devido à lavagem da área de drenagem da bacia (comentada anteriormente). Observa-se que a mediana experimentou valores crescentes no intervalo de tempo maio-julho (período chuvoso), o que pode ser atribuído ao aporte de material orgânico, trazido pelas águas das chuvas, notadamente com o transbordamento de valas contendo esgoto. Tais resultados corroboram o trabalho de Fuller (2008), que observou as mais altas concentrações de coliformes fecais no período chuvoso na sub-bacia do Ribeirão do Ouro – Araraquara – SP, para a maioria das estações de coleta.

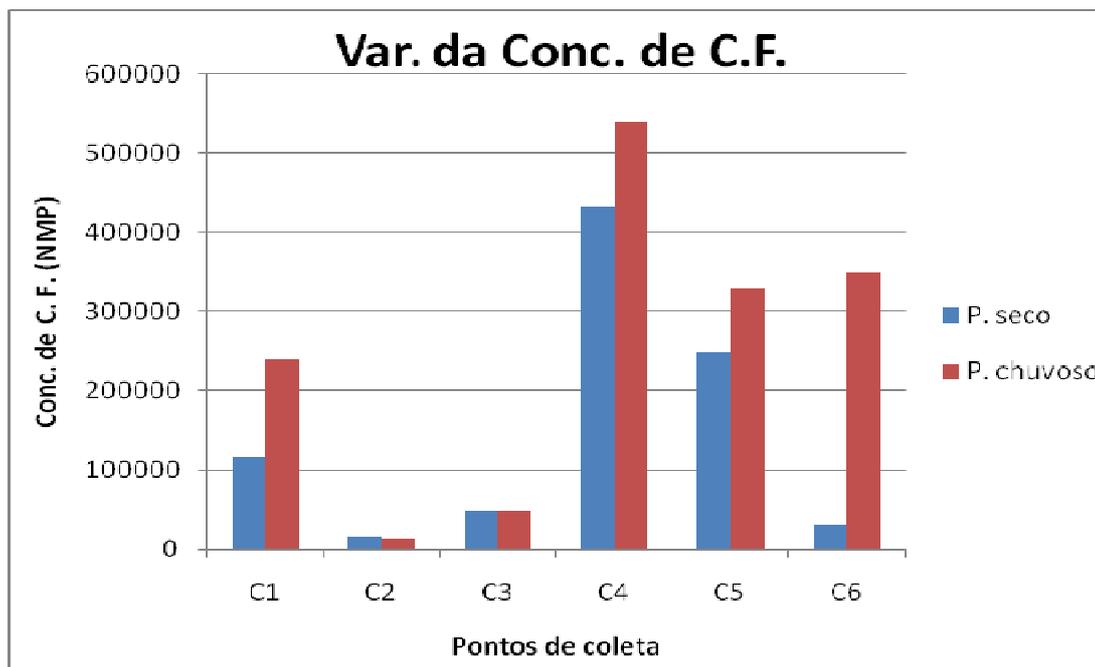
Figura 86 – Variação temporal da concentração de Coliformes Fecais no Riacho do Silva



Fonte: : Autor desta dissertação, 2011

A Figura 87 mostra os valores das medianas da concentração de Coliformes Fecais referentes aos períodos seco e chuvoso na bacia do Riacho do Silva.

Figura 87 - Variação sazonal da concentração de Coliformes Fecais no Riacho do Silva



Fonte: : Autor desta dissertação, 2011.

6.6 Qualidade da água e Temperatura do Ar no ponto CN (nascente)

A Tabela 15 mostra as médias dos valores das variáveis de qualidade da água e da Temperatura do Ar no ponto CN (nascente localizada a jusante do ponto C₁) referentes aos períodos: total (outubro-julho), seco (outubro-março) e chuvoso (maio-julho).

Observa-se que a maioria das variáveis de qualidade da água não mostrou diferença significativa entre as médias dos períodos observados. Apenas Fósforo Total e Nitrato mostraram diminuição acentuada em suas concentrações no período chuvoso (efeito sazonal). De acordo com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, que trata da potabilidade da água, das variáveis analisadas consideradas como padrões de potabilidade, apenas pH e Nitrato apresentaram valores em desacordo com o permitido para o consumo humano. O pH assumiu valores bem abaixo da faixa permitida para o consumo humano (ver Tabela 15), sendo tais valores característicos do Aquífero Barreiras (Gama, 2007). A poluição da água superficial e

do solo com esgotos é bastante antiga na área próxima a esta nascente, cuja principal fonte é a Pocilga SUINEL. O Nitrato, muito solúvel em água, é lixiviado, atingindo o lençol freático, aumentando sua concentração na água subterrânea e, mesmo na época chuvosa, com renovação de parte da água do lençol, mostrou-se com concentração acima do permitido para o consumo humano. As variáveis Nitrogênio Amoniacal, Nitrito, Cloreto, SDT, Cor Aparente e Turbidez assumiram valores aceitáveis para o consumo humano, de acordo com a Portaria 518/04 do Ministério da saúde, em ambos os períodos (seco e chuvoso). Com relação à qualidade sanitária, representada pela concentração de Coliformes Fecais, a qualidade da água desta nascente mostrou-se satisfatória, em ambos os períodos, no que tange ao consumo humano, já que em nenhuma das análises efetuadas foi detectada a presença de bactérias deste grupo.

O padrão de qualidade da água desta nascente é distinto dos demais pontos coletados, indicando que a qualidade da água pode estar sendo mais influenciada pelas características das águas subterrâneas. Vale ressaltar que as atividades antrópicas podem também influenciar as características físico-químicas das águas subterrâneas, como ocorreu com a concentração de Nitrato.

Tabela 15 - Médias das variáveis de qualidade da água e da temperatura do ar no ponto de coleta de água CN (Nascente)

Variável	Média P _{total}	Média P _{seco}	Média P _{chuvoso}	VMP Port. 518/04
pH*	3,76	3,78	3,72	6,0-9,5
Cor aparente* (uT)	2,25	2,21	2,33	15
Turbidez*	3,04	3,73	1,65	5,0
Cond. Elétrica	0,28	0,28	0,27	-
OD (mg/L)	1,77	1,77	1,76	-
DBO5(mg/L)	< 2,0	<2,0	<2,0	-
Cloreto*(mg/L)	39,08	39,24	38,73	250
Nitrito*(mg/L)	0,01	0,012	0,006	1,0
Nitrato*(mg/L)	21,36	25,9	12,25	10,0
Nam*(mg/L)	1,18	1,19	1,14	1,5
P total(mg/L)	0,055	0,069	0,029	-
SSed (mL/L)	<0,1	<0,1	<0,1	-
SDT*(mg/L)	193,55	177	226,66	1.000
ST (mg/L)	235,89	208,5	290,67	-
T. da água (°C)	27,49	27,45	27,57	-
CF*(NMP/100mL)	ausente	ausente	ausente	Ausente
T. do ar (°C)	25,4	26,2	23,8	-

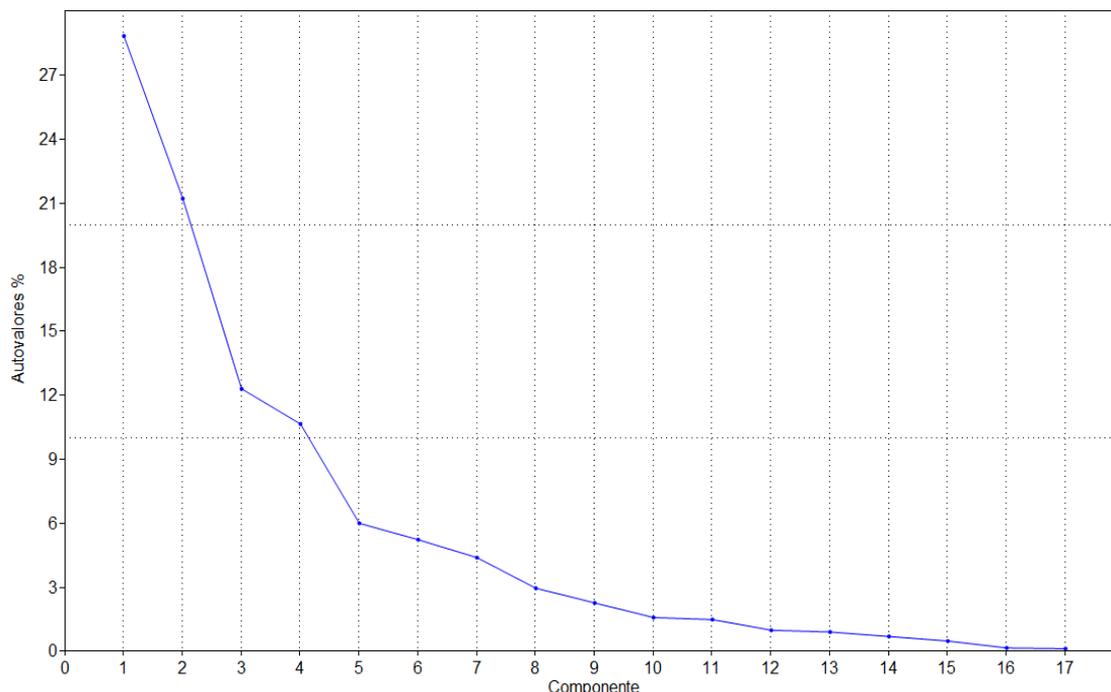
*padrões de potabilidade (Portaria 518/04 do MS).

Fonte: : Autor desta dissertação, 2011.

6.7 Análise de Componentes Principais (PCA)

A análise de Componentes Principais (PCA) explicou aproximadamente 63% da variabilidade total dos dados sobre os três primeiros eixos (eixo 1 = 28,82%; eixo 2 = 21,2%), conforme mostra a Figura 88 a seguir.

Figura 88 - Porcentagem de explicação de cada componente principal



Fonte: : Autor desta dissertação, 2011.

A Figura 89 apresenta a Análise de Componentes Principais aplicada aos dados coletados durante o período de observação (outubro/10 – julho/11) nos seis pontos de coleta da bacia. A PCA indica um evidente gradiente espacial dos dados e uma suave variabilidade temporal. É possível observar que o ponto C₆ aparece praticamente isolado no 1º quadrante. Isto demonstra que o mesmo apresenta comportamento distinto dos demais, independente da época (se chuvosa ou seca), devido provavelmente à influência da Laguna Mundaú. As variáveis que mais caracterizam este ponto são: o Cloreto (Cl⁻), a Condutividade Elétrica (CE), a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Concentração de Sólidos Dissolvidos totais (SDT). O sal cloreto de sódio (NaCl) é o principal responsável pela salinidade da laguna no ponto C₆. Este é proveniente do mar. O cloreto é também proveniente dos esgotos lançados pelas avícolas, açougues e residências próximas. Por tal, foi possível verificar neste ponto, a significativa correlação entre as variáveis Cloreto e Condutividade Elétrica. As variáveis DBO₅ e SDT mostraram significativa correlação neste ponto, provavelmente devido à descarga de esgotos rica neste tipo de sólidos,

oxigênio dissolvido (OD) e o nitrato (NO_3^-) as variáveis que mais influenciaram a variabilidade destes pontos. As concentrações de OD no trecho C_1C_3 foram ao longo do tempo, sempre maiores que no trecho C_3C_6 , havendo uma taxa maior de oxidação do nitrito a nitrato no trecho C_1C_3 , tornando evidente a correlação positiva entre as duas variáveis (OD e NO_3).

Os pontos referentes a C_4 e C_5 apresentam certa semelhança entre si, ambos dispostos nos quadrantes 2 e 3, sendo a Temperatura (do ar e da água), a concentração de Coliformes Fecais (CF), a Cor Aparente, a Turbidez, o Nitrogênio Amoniacal (NH_4^+) e o pH as variáveis que mais explicam a variabilidade dos dados nestes pontos. No trecho C_3C_5 ocorrem lançamentos de esgotos domésticos, ricos em fezes e a disposição inadequada de resíduos sólidos. Neste trecho, há retirada da vegetação da margem do riacho e das encostas próximas e retirada de areia do leito do riacho. Foi possível verificar uma correlação positiva entre as concentrações de sólidos, principalmente SSed e ST e a Turbidez, principalmente na época chuvosa.

A concentração de OD mostrou correlação negativa com a Temperatura (do ar e da água). Tal correlação foi observada principalmente nos pontos desprovidos de vegetação como C_4 e C_5 .

Verificou-se a concentração de OD e a DBO mantiveram comportamento inverso ao longo da bacia durante o período de realização do estudo.

A variável Fósforo Total mostrou correlação positiva com a concentração de Coliformes Fecais e com a concentração de Nitrogênio Amoniacal. Tal deve-se aos esgotos domésticos ricos nas três variáveis.

Devido ao processo de nitrificação, as variáveis nitrato e nitrogênio amoniacal mostraram correlação negativa ao longo do tempo e do espaço. Já as variáveis nitrogênio amoniacal e nitrito mostraram correlação positiva, principalmente na época chuvosa.

A variável Coliformes Fecais mostrou correlação positiva com as variáveis Nitrogênio Amoniacal, Fósforo Total e Turbidez.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos permitem as seguintes conclusões:

- As ações antrópicas estudadas estão sendo praticadas na bacia do Riacho do Silva em desacordo às determinações da legislação vigente;
- Foram verificadas alterações significativas nos valores das variáveis de qualidade da água analisadas, nas escalas espacial e temporal;
- A água apresentou condição sanitária (avaliada pela concentração de coliformes fecais) bastante comprometida em toda a bacia, em ambos os períodos de observação (seco e chuvoso), com quase 100% dos valores enquadrando-se apenas na classe IV de água doce;
- No trecho da bacia compreendido entre a Fundação Juvenópolis e a Secretaria Municipal de Proteção ao Meio Ambiente, ao qual pertencem os pontos C₄ e C₅, onde as ações antrópicas aparecem em maior número e são praticadas com maior intensidade, a degradação da qualidade da água mostrou-se mais significativa em relação aos demais trechos da bacia, com relação às variáveis analisadas;
- O ponto C₆ (próximo à foz) mostrou comportamento distinto dos demais em relação às variáveis estudadas, provavelmente devido à influência da salinidade da Laguna Mundaú;
- O efeito sazonal não se mostrou evidente para as variáveis Cloreto (no trecho entre os pontos C₁ e C₅), Oxigênio Dissolvido e Condutividade Elétrica (no trecho C₁ e C₅);
- Houve incremento dos valores das variáveis Turbidez e Concentração de Sólidos (ST, SDT e SSed) de C₂ para C₃, provavelmente devido ao processo de extração de areia em C₃;
- Houve incremento dos valores das variáveis Turbidez e Concentração de Sólidos (ST, SDT e SSed) nos trechos da bacia com retirada da vegetação das APP, notadamente na época chuvosa;
- Indicadores sócio-econômicos e ambientais mostraram que nas APP da bacia do Riacho do Silva reside uma população de baixo nível de renda e escolaridade, desprovida de orientação e assistência do Poder Público no que

tange aos problemas ambientais, principalmente os relacionados à qualidade da água e suas implicações na Saúde Pública. Como consequência, essa população lança a maior parte de seus dejetos em locais inadequados como as encostas e o próprio curso d'água, passando a ser vítima dessa poluição, pelo contato com a água do riacho, através de banho, retirada de areia, lavagem de animais e principalmente pelo transbordamento deste na época de chuvas intensas.

A seguir seguem sugestões para ações no intuito de mitigar os efeitos antrópicos na qualidade da água do Riacho do Silva. Também foram listadas algumas recomendações para trabalhos futuros a serem desenvolvidos nesta bacia.

- Efetuar a coleta de lixo com maior frequência nas áreas próximas ao Riacho do Silva;
- Aumentar o número de *containers* e evitar colocá-los próximos à margem do curso d'água;
- Coibir o lançamento de resíduos sólidos nas encostas e nas margens do riacho (artigo 64 da Lei Municipal 4.548/96);
- Efetuar um estudo sócio-econômico-ambiental mais aprofundado da atividade de extração de areia na bacia do Riacho do Silva;
- Manter controle da quantidade de areia extraída do Riacho do Silva;
- Promover o licenciamento da atividade de extração de areia;
- Obrigar os estabelecimentos que lançam seus efluentes no curso d'água a se adequarem à legislação no que toca ao lançamento de efluentes líquidos em cursos d'água;
- Coibir o desmatamento sem autorização do órgão ambiental competente e promover o reflorestamento nativo de áreas degradadas;
- Exigir e acompanhar o plantio compensatório, na própria bacia, através de TCV (Termo de Compensação Vegetal) no caso de obras de Engenharia que venham a suprimir vegetação;
- Proibir novas construções em APP;
- Realizar a operação de dragagem sem promover a retirada da vegetação ciliar do Riacho do Silva;

- Educar a população através de visitas, campanhas, palestras, concursos;
- Criar núcleos de Educação Ambiental nas escolas (públicas e privadas) inseridas na bacia;
- Incentivar a pesquisa científica sobre esta bacia e seus problemas.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Sistema de informações hidrológicas:** Estação Maceió (935005). Disponível em: www.ana.gov.br. Acesso em: 12 de dez. 2010.
- ALAGOAS. **Decreto Estadual N.º 3.766, de 30 de outubro de 1978.** Enquadra os cursos d'água do Estado de Alagoas na classificação estabelecida pela Portaria n.º GM-0013/76 do Ministério do Interior e dá providências correlatas.
- ALAGOAS. **Decreto n.º 4.062, de 7 de outubro de 2008.** Revoga o decreto estadual n.º 3.766, de 30 de outubro de 1978.
- ALMEIDA, J. P. A. et al. Avaliação da ocupação nas áreas de preservação permanente na bacia do Riacho do Silva. In: SIMPÓSIO SERGIPANO DE GEOGRAFIA CONTEMPORÂNEA, 1., 2010 Aracaju. **Anais...**Aracaju: UFS, 2010.
- AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. **Água:** tratamento e qualidade. Tradução: Allyrio Macedo Filho; Zadir Castello Branco. Rio de Janeiro: Centro de Publicações Técnicas da Aliança, 1964.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for examination of water and wastewater.** 20 th ed. New York, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.** 8. ed. São Paulo, 2010.
- AUTO, P. C. C. **Unidades de conservação de alagoas.** Maceió: IBAMA. Superintendência Estadual de Alagoas, 1998. 239p.
- BALLESTER, M. V. R. et al. A remote sensing/GIS-based physical template to understand the biogeochemistry of the Ji-Paraná river basin (Western Amazonia). **Remote Sensing of Environment**, v. 87, p. 429-445, 2003.
- BENETTI, A.; BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos . In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia:** ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS; ABRH, 2007. Cap .22, p. 849-875.
- BOTELHO, S. A. et al. **Implantação de florestas de proteção.** Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001. 81p.
- BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável.** 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- BRANDELERO, S. M.; SIQUEIRA, E. Q.; LIMA, A. C. B. Desoxigenação em água superficial de ambiente lótico. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 5, n. 1, p. 163-171, 2010.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**, promulgada em 05 de outubro de 1988. Brasília, DF, 1988.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 set. 1965.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 fev. 1998.

BRASIL. Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 jan. 2007.

BRASIL. Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 set. 1981.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, Centro Nacional de Pesquisa de Solos – Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste. **Diagnóstico ambiental do município de Maceió–AL**: relatório preliminar: uso atual, levantamento de solos, potencialidade das terras e áreas de risco para construção civil e poluição. Recife, 2000. 59 f. Mimeografado.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 518/GM, de 25 de março de 2004**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 mar. 2004.

BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; ELER, M. N. Análise dos principais impactos ambientais no rio Mogi-Guaçu: recomendações para orientar políticas públicas. In: _____; ESPÍNDOLA, E. L. G. (Org.). **Limnologia fluvial**. São Carlos: Rima, 2003. Cap.12, p. 205-230.

BUENO, L. F.; GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do horto ouro verde – Conchal-SP. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 742-748, 2005.

CABRAL, S. L. **Avaliação dos processos sedimentológicos na bacia do rio Jacarecica, em Maceió–AL**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento). Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

CHAVES, L. H. G. Coleta, acondicionamento e preservação de amostras de água. In: LIMA, V. L. A. de; CHAVES, L. H. G. (Ed.). **Qualidade da água: leis-qualidade-recomendações**. Campina Grande: Agenda, 2008. Cap. 4, p. 73-92.

CALLADO, N. H. **Reatores sequenciais em batelada em sistema anaeróbio/aeróbio tratando esgoto sanitário sintético, com remoção de nutrientes**. 2001. 226 f. Tese (Doutorado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade de São Paulo. São Carlos, 2001.

CLÁUDIO, C. F. B. R. Implicações da avaliação de impacto ambiental. **Ambiente**, v.1, n. 3, p. 159-162. 1987.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 001/86, de 23 de janeiro de 1986**. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

_____. **Resolução nº 010/90, de 06 de dezembro de 1990**. Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classe II.

_____. **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras.

_____. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.

_____. **Resolução nº 369, de 28 de março de 2006**. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente.

_____. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.

CORREL, D. L.; JORDAN, T. E. Nutrient flux in a landscape: effects of coastal land use and terrestrial community mosaic on nutrient transport to coastal waters. **Estuaries**, v. 15, n. 4, p. 431-442, 1992.

DI BERNARDO, L. et al. **Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água**. São Carlos: RIMA, 2002.

ESPÍNDOLA, E. L. G.; BRIGANTE, J. **Avaliação das modificações na qualidade da água do rio Mogi-Guaçu: Uma análise temporal**. In: BRIGANTE, J.; _____. (Org.). **Limnologia fluvial**. São Carlos: Rima, 2003. Cap. 11, p. 189-204.

FAGUNDES, N. A.; GASTAL JÚNIOR, C. V. S. Diagnóstico ambiental e delimitação de áreas de preservação permanente em um assentamento rural. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 30, n. 1, p. 29-38, Maringá, 2008. ISSN 1679-9283.

FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, E. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. **Química Nova na Escola**. n. 22, p. 10-16, nov. 2005.

FRAGOSO JÚNIOR, C. R, BUARQUE, D. C, SOUZA, R. C. Desenvolvimento de um modelo computacional para cálculo de parâmetros hidráulicos de um curso d'água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., 2003, Curitiba. **Anais...**, 2003. Curitiba: ABRH, 2003.

FULLER, B. B. **Caracterização espaço-temporal dos recursos hídricos superficiais da sub-bacia do Ribeirão do Ouro, Araraquara**. 974f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Centro Universitário Araraquara, 2008.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de saneamento**. 3. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde. 1999.

GAMA, W. M. **Propriedades das águas subterrâneas, sua potabilidade na bacia do Riacho do Silva, Maceió/AL**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

HARMANCIOGAMMALU, N. B. et al. **Water quality monitoring network design**. Springer. 1998.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa - Fundação Carlos Chagas**, São Paulo, v. 118, p. 189-205, 2003.

JESUS, R. M. de. Recuperação de áreas degradadas. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESSÊNCIAS FLORESTAIS NATIVAS, 2. 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p 407-412.

JORDÃO, P. J.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. São Paulo: Cortez, 2001.

LELLES, L. C. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais oriundos da extração de areia em cursos d'água**. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, MG, Viçosa, 2004.

_____. et al. Perfil ambiental qualitativo da retirada de areia em cursos d'água. **Revista Árvore**, v. 29, n. 3, p. 439-444, 2005.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2008.

LIBÂNIO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. L.; NASCIMENTO, N. O. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 10, n. 3, p. 219-228, 2005.

LOUREIRO, C. F. B.; GOMES, G. F. A resolução n. 98/2009 do conselho nacional de recursos hídricos e a educação ambiental para a gestão das águas. **Diálogo**. São Paulo, n. 8, p. 7-12, jul. 2011.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. São Paulo, Instituto Plantarum, 2002. v. 2.

MARICATO, E. Urbanismo na periferia de mundo globalizado: metrópolis brasileiras. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo:Fundação SEADE, v.14, p. 21-33, 2000.

McCUNE, B.; M. J. MEFFORD. 1999. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4.10**. Gleneden Beach, Oregon, MjM Software Design, 1999.

Maceió. **Lei n.º 4.548, de 21 de novembro de 1996**. Institui o Código Municipal de Meio Ambiente e dispõe sobre a administração do uso dos recursos ambientais, da proteção da qualidade do meio ambiente, do controle das fontes poluidoras, da ordenação do uso do solo do território do município de Maceió.

MENDES, A. G. A. **Diagnóstico qualitativo das águas do Riacho do Silva**: Parque Municipal de Maceió. Trabalho de Conclusão Curso (Bacharelado em Biologia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. G. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

METCALF AND EDDY. **Wastewater engineering treatment disposal reuse**. 3. ed. New York: McGraw-Hill Book, 1991.

MOTA, A. M. **Impactos ambientais causados pelas ações antropicas no Parque Municipal de Maceió - Alagoas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biologia). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2002.

NEVES, M. G. F. P. **Quantificação de resíduos sólidos na drenagem urbana**. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

NUVOLARI, A. et al. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. São Paulo: Bluncher, 2003.

PEREIRA NETO, J. T. Gerenciamento de resíduos sólidos em municípios de pequeno porte. **Ciência e Ambiente**, n. 18, p. 42-52. Santa Maria, 1999.

PERES, A. C. **Uso de macroalgas e variáveis físicas, químicas e biológicas para a avaliação da qualidade da água do Rio Monjolinho, São Carlos, Estado de São Paulo**. 2002. 116 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

PETERS, E.; MEYBECK, M. Water quality degradation effects on freshwater availability: impacts of human activities. **Water International**, v. 25, n. 2, p. 185–193, 2000.

PIMENTEL, I. M. C. **Avaliação quali-quantitativa das águas do Riacho Reginaldo e seus Afluentes**. 2009. 140 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento)- Universidade Federal de Alagoas, 2009.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. dos. Bacias hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento. **Ciência Hoje**, São Carlos, v. 19, n. 10, p. 4-45, 1995.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição**: aspectos físico-químicos. São Paulo: ABES, 2005.

QUEIRÓZ, S. M. Procedimentos referentes à apresentação, análise e parecer formal de EIA/RIMA. In: SEMINÁRIO SOBRE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL, 1, 1989, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUEPE/UFPr, 1990. p.182-187.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 1994.

ROHDE, M. G. Estudos de impacto ambiental: a situação brasileira. In: VERDUM, R. ; MEDEIROS, R. M. V. (Org.). **RIMA**: relatório de impacto ambiental: legislação, elaboração e resultados. 3. ed. ampl. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1995. p. 20-36.

SANTOS, R. J. Q. et al. Superexploração de água subterrânea em área do Tabuleiro Do Martins – Maceió / AL. VI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 6., 2002, Maceió. **Anais...** Maceió, 2002.

SANTOS FILHO, W. ; FERREIRA, I. V. L. ; BARBOZA, M. G. Qualidade das águas do riacho do silva localizado no Parque Municipal de Maceió - AL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., Belo Horizonte. **Anais...** Rio de Janeiro : ABES, 2007.

SCARLATO, F. C.; PONTIN, J. A. **O ambiente urbano**. São Paulo: Atual, 1999.

SILVA, D. F. ; SOUSA, F. A. S.; KAYANO, M. T. Avaliação dos impactos da poluição nos recursos hídricos da bacia do rio Mundaú. **Revista de Geografia**, Recife: UFPE, v. 24, p. 209-221, 2007.

SILVA, J. A. A. et al. **O código florestal e a ciência**: contribuições para o diálogo. **São Paulo**: SBPC, 2011.

SILVA, V. M. **A educação ambiental em unidades de conservação com ênfase no Parque Municipal de Maceió**. Monografia (Especialização em Gestão e Manejo Florestal) – Universidade Federal Lavras, Lavras, 2010.

STROBLI, R. O. et al. A water quality monitoring network design methodology for the selection of critical sampling points: **part II**. **Environ. Monit. Assess.**, v. 122, p. 319–334, 2006.

STROBL, R. O.; ROBILLARD, P. D.; DEBELS, P. Critical sampling points methodology: case studies of geographically diverse watersheds. **Environ. Monit. Assess.**, v. 129, p. 115–131, 2007.

TUNDIZI, J. G.; TUNDIZI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

VALVERDE, F. M. Agregados para construção civil. **Sumário Mineral**. v.25.

2005. Disponível em:

<www.dnpm.gov.br/mostraarquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=536>. Acesso em 25 mar. 2011.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. v.1.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Guide to hydrological practices**. 5th ed. Geneva, 1994. (WMO n. 168.)

APÊNDICES

APÊNDICE A

**DADOS DE PRECIPITAÇÃO DA BACIA DO RIACHO DO SILVA OBTIDOS EM
PLUVIÔMETRO INSTALADO NA ÁREA DE ESTUDO NO PERÍODO
COMPREENDIDO ENTRE 01/08/2010 A 31/07/2011.**

Bacia do Riacho do Silva

Altura pluviométrica em (mm)

Período de observação : ago/10-jul/11

Dia	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
1.	0	11,8	0	0	0	0	4,3	0	0	11	0,2	10
2.	8,4	6,4	0	0	0	0	2,8	0	0	23	0,7	1,6
3.	6,2	3,2	0	0	0	1,3	0	0	0	6,3	0,1	1,1
4.	14	0	0	0	0	0	0	6,5	4,9	39	1,7	0,7
5.	0	0,5	0	0	0	4,8	0,4	14,8	1,6	9,5	0	3,8
6.	0	0,7	0	1,7	0	0	0,8	0	3,3	0	0,2	4,3
7.	9,2	0,2	0	0	0	0,3	0,5	2,1	11,8	14	0	0,9
8.	0,5	0	0	3,4	0	0	0	1,3	80	0,5	0	0
9.	7,2	0	0	1,1	0	26,7	0,4	1	38,6	19	0	4,2
10.	0	0	0	0	0	3,1	0	0	13,5	6,3	7,6	10
11.	0	0	0	0,7	0	9	0	0	15,5	0,9	4,4	34
12.	0	9,2	0	0	0	0,9	2,5	0	8,8	0,2	0	36
13.	9,5	13	0	1,2	0	0	9,1	0	2,8	11	0	7,2
14.	0,5	0,4	0	0	0	0	0,5	0	17,8	3	2,4	0,5
15.	0	0	0	0	0	0	4	0	0,8	1	4,7	18
16.	0	5,4	2,8	0	0,2	0,3	0,5	0	0	0,2	32	23
17.	5,2	2,7	3,1	0	1,6	0	4,1	0	22,7	0,9	24	0,7
18.	2,5	1,9	0	0	5,3	3,1	11,8	0	131	1,9	3,2	13
19.	12	0,2	0	0	0	0	69	0	17,9	3,2	0,2	0,3
20.	3,6	13,2	0	0	0	8,8	2,7	0	11,2	0,7	18	3,4
21.	2,9	1,3	3,2	0	0	6,5	8,8	0	10,8	5,3	93	2,9
22.	7,2	7	33,4	0	0,2	17,8	7,3	2,8	7	85	0,2	2,8
23.	2,7	1,3	0	0,8	0	15,5	0,1	0	1	80	0	30
24.	3,6	6,7	0	7,7	0	0,9	0	0	6,5	64	0,6	3,4
25.	2,6	11,2	0	0	0	0	0	0	10,1	16	3,1	11
26.	5,9	0	0	0,2	0,2	0,3	3,9	0	6,5	2,8	3,9	3,1
27.	0	0,2	0	0	0	2,4	0	0,2	22,3	0,2	5,1	7,5
28.	12	0	48,2	0,4	0	1,9	0	0,4	50,1	0,2	4,2	10
29.	0	0	0	0	0	0,5	-	0	28	14	5	11
30.	2,6	0	1,3	0	0	0	-	0,7	39,9	17	6,6	91
31.	9,4	-	0	-	0	0	-	0	-	9,3	-	19
TOTAL	127,4	96,5	92	24,7	7,5	116,2	134,5	29,8	594,4	443,9	220,9	364,3

APÊNDICE B

**QUESTIONÁRIO APLICADO AOS MORADORES DAS APP DA BACIA DO
RIACHO DO SILVA PARA LEVANTAMENTO DE INDICADORES
SÓCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS**

QUESTIONÁRIO

Nome do entrevistado _____

Endereço _____

Residência localizada na () app da encosta () app da margem

1-Quantas pessoas há na família ?

0 – 10 anos _____ 11 – 17 anos _____ ≥ 18 anos _____

2-Qual a renda mensal da família?

() Menor que R\$: 540,00 () R\$: 540,00

() maior que R\$ 540,00 até R\$ 810,00 () maior que R\$ 810,00 até 1080,00

() maior que 1080,00.

3-Qual o nível de escolaridade de cada membro da família? (especificar a quantidade em cada caso).

() analfabeto () fundamental incompleto

() fundamental completo () médio incompleto

() médio completo () superior incompleto () superior completo

4-Qual o tipo de contato que você mantém com a água do riacho do silva?

() nenhum () banho

() pesca () retirada de areia

() lavagem de animais () transbordamento do riacho

5-Você já recebeu orientação do Poder Público sobre as doenças transmitidas pela água?

() sim () não

Se sim:

Sobre quais doenças foi orientado?

Com que frequência?

6-Você já foi orientado pelo Poder Público sobre problemas ambientais ?

() sim () não

Se sim, quais foram os assuntos tratados?

Entrevistador _____ Data __/__/__

APÊNDICE C

RESULTADOS DAS ANÁLISES DA ÁGUA DO RIACHO DO SILVA

pH

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	6,23	6,82	6,83	6,7	6,92	6,65	3,9
nov/10	6,08	6,75	6,91	6,74	6,79	6,66	3,73
dez/10	5,9	6,75	6,66	6,55	6,37	6,54	3,53
jan/11	6,1	6,95	6,86	6,75	6,76	6,78	4,05
fev/11	5,92	6,88	6,83	6,48	6,6	6,44	3,72
mar/11	5,84	5,94	6,92	6,45	6,57	6,59	3,73
mai/11	6,61	7,04	6,97	6,72	6,82	6,7	3,73
jun/11	6,14	6,81	6,88	6,61	6,57	6,77	3,71
jul/11	6,49	7,08	7,1	6,92	6,8	6,77	3,72

COR

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	98,63	164	184	195,9	53,27	56	98,63
nov/10	187,13	138,3	162,6	325,1	343,07	201,13	187,13
dez/10	35,4	54,7	80,1	65,1	139,2	106,3	35,4
jan/11	82,1	224,2	236,1	183,8	188,9	107,1	82,1
fev/11	48,5	169,2	169,5	150,5	248,1	130,3	48,5
mar/11	28,6	93	105,9	84,1	85,2	66,3	28,6
mai/11	19,5	169,2	178,8	224,7	487,5	112	19,5
jun/11	25,4	138,6	163	1518,6	695,8	132,9	25,4
jul/11	194,5	756,8	748	553,4	334,7	354,8	194,5

TURBIDEZ

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	75,8	126,3	189	153,3	24,47	20,67	0,2
nov/10	312,67	124,33	145	279,33	254,34	132,3	2,02
dez/10	59,6	87,6	90,9	71,7	169	143	7,16
jan/11	126	309	307	227	176	87,2	1,7
fev/11	40,2	134	144	108	208	85,6	1,35
mar/11	18	76	84,9	52,7	58,2	32,6	10
mai/11	20,1	135	153	216	876	59,8	1,05
jun/11	17,1	110	158	720	1006	104	1,94
jul/11	203	751	720	581	630	325	1,97

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	0,27	0,22	0,22	0,25	0,3	0,68	0,29
nov/10	0,25	0,2	0,2	0,23	0,32	0,42	0,24
dez/10	0,22	0,21	0,21	0,27	0,33	0,71	0,26
jan/11	0,35	0,31	0,31	0,32	0,4	0,67	0,36
fev/11	0,26	0,23	0,23	0,25	0,29	0,35	0,29
mar/11	0,24	0,2	0,2	0,22	0,27	0,96	0,25
mai/11	0,25	0,24	0,24	0,26	0,37	0,27	0,25
jun/11	0,22	0,2	0,2	0,25	0,29	0,67	0,27
jul/11	1,02	0,25	0,24	0,25	0,37	0,22	0,29

CLORETO

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	53,676	39,26	37,77	39,76	53,93	200,29	39,76
nov/10	50,197	42,74	39,26	49,7	61,13	142,14	39,76
dez/10	44,4602	36,98	35,66	44,9	59,87	211,74	35,66
jan/11	45,227	42,25	40,26	48,71	67,59	157,06	43,24
fev/11	46,221	36,28	35,78	39,76	47,22	260,93	38,27
mar/11	45,227	42,74	41,25	44,73	56,66	339,95	38,77
mai/11	39,263	32,31	32,8	37,28	58,65	67,1	37,28
jun/11	40,612	35,54	37,382	71,53	67,84	256,13	36,92
jul/11	191,061	38,54	38,77	51,92	51,23	42,46	41,99

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	4,39	6,07	6,7	4,21	1,36	1,36	1,57
nov/10	0,9	3,02	4,05	1,12	1,72	0,71	1,52
dez/10	5,07	6,23	5,88	4,21	1,98	1,72	1,75
jan/11	4,61	6,1	6,1	4,1	1,93	1,88	1,72
fev/11	4,56	6,08	6,08	3,9	2,53	1,25	2,03
mar/11	4,05	6,18	6,13	2,64	2,23	0,71	2,03
mai/11	4,6	5,93	5,93	4,2	1,45	0,71	1,88
jun/11	4,46	6,28	6,28	2,5	2,9	1,82	1,72
jul/11	5,01	5,88	5,88	4,5	2,74	1,17	1,69

DBO

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	4,54	4,9	4,2	6,13	3,1	9	0,1
nov/10	44,6	10,5	9,8	20,2	13,2	34,2	1,2
dez/10	4,1	4,9	4,6	9,9	12,7	20,3	0,6
jan/11	7,7	7,6	7,5	12,5	16,75	21,7	1,8
fev/11	7,9	7	6,7	13,1	15,37	24,15	0,62
mar/11	4,05	4,1	5,35	10,9	12,8	27,4	0,4
mai/11	4,3	5,3	3,9	11,8	10	39,7	1,6
jun/11	6,6	9	9	23,5	15,7	24	0,75
jul/11	18,2	13,35	11,55	18,2	16,2	16	0,9

COLIFORMES FECAIS

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	60000	20000	30000	60000	700	300000	0
nov/10	8073376,946	14228,08962	70081,96	1095752,401	257641,1891	23507,04273	0
dez/10	43248,59316	18825,60955	34027,24	256525,3559	222384,2489	31040,72546	0
jan/11	172053,5879	16448,23461	67948,25	412406,8109	638599,375	30183,64033	0
fev/11	181996,6993	16949,15793	62070,01	453713,1854	460174,0793	28740,29275	0
mar/11	35000	16000	16000	540000	240000	130000	0
mai/11	33000	24000	35000	350000	330000	230000	0
jun/11	240000	13000	92000	540000	540000	350000	0
jul/11	920000	13000	49000	2400000	200000	540000	0

FÓSFORO

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	0,227419	0,156064	0,194844	0,179332	0,080055	0,070748	0,030417
nov/10	0,519045	0,132796	0,156064	0,213458	0,238278	0,244482	0,018007
dez/10	0,16541	0,20981	0,08	0,1216	0,380516	0,2568	0,06424
jan/11	0,165371	0,160718	0,103323	0,114182	0,24138	0,16382	0,062992
fev/11	0,197946	0,148308	0,154513	0,197946	0,360822	0,201049	0,174678
mar/11	0,164137	0,30341	0,125	0,1956	0,383398	0,2572	0,06324
mai/11	0,132796	0,160718	0,154513	0,201049	0,801363	0,109528	0,0087
jun/11	0,287917	0,199498	0,12504	1,70261	0,750174	0,204151	0,0087
jul/11	0,933215	0,91561	0,92555	0,930113	0,711394	0,488021	0,069197

SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	0,227419	0,156064	0,194844	0,179332	0,080055	0,070748	0,030417
nov/10	0,519045	0,132796	0,156064	0,213458	0,238278	0,244482	0,018007
dez/10	0,16541	0,20981	0,08	0,1216	0,380516	0,2568	0,06424
jan/11	0,165371	0,160718	0,103323	0,114182	0,24138	0,16382	0,062992
fev/11	0,197946	0,148308	0,154513	0,197946	0,360822	0,201049	0,174678
mar/11	0,164137	0,30341	0,125	0,1956	0,383398	0,2572	0,06324
mai/11	0,132796	0,160718	0,154513	0,201049	0,801363	0,109528	0,0087
jun/11	0,287917	0,199498	0,12504	1,70261	0,750174	0,204151	0,0087
jul/11	0,933215	0,91561	0,92555	0,930113	0,711394	0,488021	0,069197

SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	< 0,1	0,2	0,3	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1
nov/10	3	0,3	0,7	0,3	0,5	0,2	< 0,1
dez/10	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	< 0,1	< 0,1
jan/11	0,9	0,5	0,6	0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1
fev/11	< 0,1	0,5	0,3	0,6	1	< 0,1	< 0,1
mar/11	< 0,1	0,2	0,3	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1
mai/11	< 0,1	0,3	0,3	0,6	2	< 0,1	< 0,1
jun/11	< 0,1	0,2	0,2	2	0,5	0,2	< 0,1
jul/11	0,4	3,1	3,5	0,3	0,4	2	< 0,1

SÓLIDOS TOTAIS

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	248	192	239	268	340	495	165
nov/10	660	301	358	362	496	444	196
dez/10	236	216	262	242	322	592	182
jan/11	178	316	396	402	430	362	340
fev/11	230	266	306	298	326	710	188
mar/11	188	198	260	212	260	776	180
mai/11	260	254	294	508	822	260	282
jun/11	320	274	388	1688	678	862	216
jul/11	1376	656	673	632	668	398	374

TEMPERATURA DO AR

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	27	26,7	28,2	29,5	30,2	30	26,7
nov/10	26	26	28	29	30	29,8	25,6
dez/10	26	27	29,2	30	31	31,5	27
jan/11	26,2	27,4	29,1	30,5	31	32	26,9
fev/11	25,3	27	28,9	30,5	31,2	31,4	25,4
mar/11	25,5	26,7	28,9	30,2	31,8	31	25,8
mai/11	25,4	26	27,2	29	30,5	30	25,4
jun/11	23	24	25	26	26	26,5	23
jul/11	23,2	23,3	25	27	28	29	23

TEMPERATURA DA ÁGUA

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	26,8	26	26,2	27	27,5	27,3	27,5
nov/10	26,6	25,7	26,1	26,6	27,3	27,2	27,3
dez/10	27	26,5	26,6	27,3	28	27,5	27,5
jan/11	26,8	26,3	26,4	26,8	27,8	27,5	27,5
fev/11	26,8	25,8	26	26,5	28,2	27,7	27,5
mar/11	26,9	26	26,3	26,7	29	27,8	27,4
mai/11	26,8	26,1	26,5	27	29	27,2	27,8
jun/11	26	25	25,5	25,5	26,2	25,5	27,5
jul/11	25	25	25	25,5	27	25	27,4

NITRITO

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	0,146483	0,23536	0,229626	0,255429	0,019809	0,055073	0,005187
nov/10	0,315636	0,301301	0,281232	0,2927	0,347173	0,160818	0,00318
dez/10	0,1204	0,3911	0,4083	0,2588	0,451	0,1978	0,0051
jan/11	0,17502	0,20369	0,332705	0,189355	0,189355	0,17502	0,046472
fev/11	0,06034	0,321237	0,325538	0,334139	0,301168	0,186488	0,008054
mar/11	0,1202	0,407	0,3889	0,2566	0,4474	0,3064	0,0017
mai/11	0,162586	0,59837	0,602097	0,334606	0,532715	0,676935	0,010635
jun/11	0,086323	0,406567	0,360409	0,385065	0,419755	0,408431	0,007481
jul/11	0,213045	0,186095	0,196704	0,219926	0,196129	0,127321	0,00146

NITRATO

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	25,23886	22,66558	16,69362	15,09139	3,843671	1,220148	22,60859
nov/10	24,85044	28,29767	26,11281	12,08114	2,176425	1,739453	32,50063
dez/10	21,48001	11,4648	12,53444	15,32959	4,08129	9,96205	19,47405
jan/11	29,24128	19,33657	21,08446	6,774554	13,20291	18,67625	29,28012
fev/11	20,19109	13,9409	14,20942	15,80194	14,32932	8,736075	31,56842
mar/11	21,54093	6,5848	16,43223	14,90433	4,21024	10,2496	20,03469
mai/11	7,079923	4,773465	4,250151	3,514728	2,341024	1,488216	10,69
jun/11	18,63176	22,01	20,289	14,65481	9,08949	10,678	19,17222
jul/11	5,570452	3,550668	4,288666	4,288666	4,405192	1,744515	6,9

NITROGÊNIO AMONÍACAL

Meses	Pontos de Coleta						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	CN
out/10	3,08	1,68	1,96	3,36	2,24	3,36	0,56
nov/10	4,48	1,68	1,68	2,24	1,4	2,52	0,56
dez/10	2,8	1,12	1,68	3,36	3,08	1,96	0,28
jan/11	4,76	3,22	3,22	4,9	3,64	3,64	1,68
fev/11	3,36	2,66	2,24	1,68	2,8	1,26	1,68
mar/11	2,83	1,62	1,62	1,41	2,43	2,23	2,43
mai/11	2,83	1,42	1,82	1,82	3,44	1,82	1,62
jun/11	5,46	2,02	2,43	2,43	3,44	0,81	1,21
jul/11	58,67	6,51	6,47	7,49	7,49	8,29	0,61

APÊNDICE D

VAZÕES INSTANTÂNEAS ESTIMADAS APARTIR DA CORRELAÇÃO ENTRE CHUVA E VAZÃO PARA O RIACHO DO SILVA

PONTO DE COLETA C₁

Dia	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
1.		0,05724	0,03876	0,04076	0,03937	0,03906	0,03953	0,04476	0,03983	0,22041	0,10023	0,09977
2.		0,07543	0,03876	0,04076	0,03876	0,03876	0,04538	0,03876	0,03983	0,16032	0,07928	0,09669
3.		0,08128	0,03876	0,03876	0,03876	0,03876	0,04969	0,03876	0,03876	0,15200	0,05447	0,07881
4.	0,06125	0,07173	0,03876	0,03876	0,03876	0,04076	0,04969	0,03876	0,03876	0,10023	0,04030	0,05848
5.	0,08267	0,05355	0,03876	0,03876	0,03876	0,04076	0,04307	0,04877	0,04631	0,12858	0,04261	0,04399
6.	0,06972	0,04446	0,03876	0,03876	0,03876	0,04815	0,03937	0,07157	0,04877	0,12380	0,04153	0,04738
7.	0,06017	0,04060	0,03876	0,04137	0,03876	0,04615	0,04060	0,07157	0,05385	0,11410	0,04168	0,05231
8.	0,05293	0,04091	0,03876	0,04137	0,03876	0,04661	0,04137	0,06479	0,06449	0,07481	0,03906	0,05262
9.	0,05370	0,04014	0,03876	0,04661	0,03876	0,03922	0,04076	0,04399	0,18528	0,06094	0,03906	0,04677
10.	0,06479	0,03906	0,03876	0,04569	0,03876	0,08036	0,04014	0,04553	0,23967	0,09052	0,03876	0,04661
11.	0,05062	0,03876	0,03876	0,04569	0,03876	0,08467	0,03937	0,04230	0,24229	0,07881	0,05047	0,06094
12.	0,04985	0,03876	0,03876	0,04153	0,03876	0,09854	0,03937	0,04030	0,14291	0,07943	0,05724	0,11333
13.	0,03876	0,05293	0,03876	0,03983	0,03876	0,05879	0,04261	0,03876	0,09700	0,05016	0,05724	0,16263
14.	0,05339	0,07296	0,03876	0,04168	0,03876	0,05401	0,05663	0,03876	0,06972	0,05663	0,04553	0,15801
15.	0,05416	0,07358	0,03876	0,04060	0,03876	0,04014	0,05740	0,03876	0,08405	0,05986	0,04553	0,10639
16.	0,05416	0,05940	0,03876	0,04060	0,03876	0,03876	0,05971	0,03876	0,07173	0,06110	0,04969	0,07774
17.	0,03953	0,04769	0,04307	0,03876	0,03906	0,03922	0,04646	0,03876	0,06741	0,04523	0,09823	0,10208
18.	0,04677	0,05124	0,04785	0,03876	0,04153	0,03922	0,05201	0,03876	0,07496	0,04199	0,13212	0,10239
19.	0,05062	0,05416	0,04785	0,03876	0,04969	0,04399	0,06402	0,03876	0,27588	0,04338	0,12981	0,09468
20.	0,06957	0,04615	0,04353	0,03876	0,04939	0,04353	0,16956	0,03876	0,30346	0,04800	0,08159	0,05971
21.	0,06711	0,06233	0,03876	0,03876	0,04692	0,05709	0,16741	0,03876	0,28574	0,04769	0,07127	0,06387
22.	0,06772	0,06140	0,04369	0,03876	0,03876	0,06233	0,16279	0,03876	0,10023	0,05293	0,20993	0,04892
23.	0,05986	0,07188	0,09515	0,03876	0,03906	0,08975	0,06772	0,04307	0,08344	0,17881	0,20993	0,05278
24.	0,05848	0,06187	0,09515	0,03999	0,03906	0,10008	0,06372	0,04307	0,06618	0,30130	0,18266	0,09299
25.	0,05956	0,06033	0,09022	0,05185	0,03906	0,09145	0,05016	0,04307	0,06110	0,39097	0,03999	0,09376
26.	0,05247	0,06834	0,03876	0,05185	0,03876	0,06402	0,03891	0,03876	0,06587	0,28435	0,04446	0,10670
27.	0,05740	0,06633	0,03876	0,05093	0,03906	0,04060	0,04476	0,03876	0,07435	0,16510	0,05047	0,06603
28.	0,05185	0,05632	0,03876	0,03906	0,03906	0,04292	0,04476	0,03906	0,09869	0,06757	0,05740	0,07234
29.	0,06556	0,03906	0,11302	0,03968	0,03906	0,04584		0,03968	0,16032	0,04369	0,05909	0,07065
30.	0,05647	0,03906	0,11302	0,03937	0,03876	0,04615		0,03968	0,17804	0,06063	0,06079	0,08267
31.	0,06048		0,11502		0,03876	0,04245		0,04045		0,08621		0,21024

PONTO DE COLETA C₂

Dia	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
1.		0,1449	0,0981	0,10317	0,09966	0,09888	0,10005	0,11331	0,10083	0,55791	0,25371	0,25254
2.		0,19092	0,0981	0,10317	0,0981	0,0981	0,11487	0,0981	0,10083	0,40581	0,20067	0,24474
3.		0,20574	0,0981	0,0981	0,0981	0,0981	0,12579	0,0981	0,0981	0,38475	0,13788	0,1995
4.	0,15504	0,18156	0,0981	0,0981	0,0981	0,10317	0,12579	0,0981	0,0981	0,25371	0,102	0,14802
5.	0,20925	0,13554	0,0981	0,0981	0,0981	0,10317	0,10902	0,12345	0,11721	0,32547	0,10785	0,11136
6.	0,17649	0,11253	0,0981	0,0981	0,0981	0,12189	0,09966	0,18117	0,12345	0,31338	0,10512	0,11994
7.	0,15231	0,10278	0,0981	0,10473	0,0981	0,11682	0,10278	0,18117	0,13632	0,28881	0,10551	0,13242
8.	0,13398	0,10356	0,0981	0,10473	0,0981	0,11799	0,10473	0,16401	0,16323	0,18936	0,09888	0,1332
9.	0,13593	0,10161	0,0981	0,11799	0,0981	0,09927	0,10317	0,11136	0,46899	0,15426	0,09888	0,11838
10.	0,16401	0,09888	0,0981	0,11565	0,0981	0,2034	0,10161	0,11526	0,60666	0,22914	0,0981	0,11799
11.	0,12813	0,0981	0,0981	0,11565	0,0981	0,21432	0,09966	0,10707	0,61329	0,1995	0,12774	0,15426
12.	0,12618	0,0981	0,0981	0,10512	0,0981	0,24942	0,09966	0,102	0,36174	0,20106	0,1449	0,28686
13.	0,0981	0,13398	0,0981	0,10083	0,0981	0,1488	0,10785	0,0981	0,24552	0,12696	0,1449	0,41166
14.	0,13515	0,18468	0,0981	0,10551	0,0981	0,13671	0,14334	0,0981	0,17649	0,14334	0,11526	0,39996
15.	0,1371	0,18624	0,0981	0,10278	0,0981	0,10161	0,14529	0,0981	0,21276	0,15153	0,11526	0,26931
16.	0,1371	0,15036	0,0981	0,10278	0,0981	0,0981	0,15114	0,0981	0,18156	0,15465	0,12579	0,19677
17.	0,10005	0,12072	0,10902	0,0981	0,09888	0,09927	0,1176	0,0981	0,17064	0,11448	0,24864	0,25839
18.	0,11838	0,12969	0,12111	0,0981	0,10512	0,09927	0,13164	0,0981	0,18975	0,10629	0,33444	0,25917
19.	0,12813	0,1371	0,12111	0,0981	0,12579	0,11136	0,16206	0,0981	0,69831	0,1098	0,32859	0,23967
20.	0,1761	0,11682	0,11019	0,0981	0,12501	0,11019	0,42921	0,0981	0,76812	0,1215	0,20652	0,15114
21.	0,16986	0,15777	0,0981	0,0981	0,11877	0,14451	0,42375	0,0981	0,72327	0,12072	0,18039	0,16167
22.	0,17142	0,15543	0,11058	0,0981	0,0981	0,15777	0,41205	0,0981	0,25371	0,13398	0,53139	0,12384
23.	0,15153	0,18195	0,24084	0,0981	0,09888	0,22719	0,17142	0,10902	0,2112	0,45261	0,53139	0,13359
24.	0,14802	0,1566	0,24084	0,10122	0,09888	0,25332	0,16128	0,10902	0,16752	0,76266	0,46236	0,23538
25.	0,15075	0,1527	0,22836	0,13125	0,09888	0,23148	0,12696	0,10902	0,15465	0,98964	0,10122	0,23733
26.	0,13281	0,17298	0,0981	0,13125	0,0981	0,16206	0,09849	0,0981	0,16674	0,71976	0,11253	0,27009
27.	0,14529	0,16791	0,0981	0,12891	0,09888	0,10278	0,11331	0,0981	0,18819	0,4179	0,12774	0,16713
28.	0,13125	0,14256	0,0981	0,09888	0,09888	0,10863	0,11331	0,09888	0,24981	0,17103	0,14529	0,18312
29.	0,16596	0,09888	0,28608	0,10044	0,09888	0,11604		0,10044	0,40581	0,11058	0,14958	0,17883
30.	0,14295	0,09888	0,28608	0,09966	0,0981	0,11682		0,10044	0,45066	0,15348	0,15387	0,20925
31.	0,15309		0,29115		0,0981	0,10746		0,10239		0,21822		0,53217

PONTO DE COLETA C₃

Dia	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
1.		0,14595	0,09881	0,10391	0,10038	0,09959	0,10077	0,11413	0,10156	0,56194	0,25554	0,25436
2.		0,1923	0,09881	0,10391	0,09881	0,09881	0,1157	0,09881	0,10156	0,40874	0,20212	0,24651
3.		0,20722	0,09881	0,09881	0,09881	0,09881	0,1267	0,09881	0,09881	0,38753	0,13887	0,20094
4.	0,15616	0,18287	0,09881	0,09881	0,09881	0,10391	0,1267	0,09881	0,09881	0,25554	0,10274	0,14909
5.	0,21076	0,13652	0,09881	0,09881	0,09881	0,10391	0,10981	0,12434	0,11806	0,32782	0,10863	0,11216
6.	0,17776	0,11334	0,09881	0,09881	0,09881	0,12277	0,10038	0,18248	0,12434	0,31564	0,10588	0,12081
7.	0,15341	0,10352	0,09881	0,10549	0,09881	0,11766	0,10352	0,18248	0,1373	0,29089	0,10627	0,13338
8.	0,13495	0,10431	0,09881	0,10549	0,09881	0,11884	0,10549	0,16519	0,16441	0,19073	0,09959	0,13416
9.	0,13691	0,10234	0,09881	0,11884	0,09881	0,09999	0,10391	0,11216	0,47237	0,15537	0,09959	0,11923
10.	0,16519	0,09959	0,09881	0,11648	0,09881	0,20487	0,10234	0,11609	0,61104	0,23079	0,09881	0,11884
11.	0,12905	0,09881	0,09881	0,11648	0,09881	0,21587	0,10038	0,10784	0,61772	0,20094	0,12866	0,15537
12.	0,12709	0,09881	0,09881	0,10588	0,09881	0,25122	0,10038	0,10274	0,36435	0,20251	0,14595	0,28893
13.	0,09881	0,13495	0,09881	0,10156	0,09881	0,14987	0,10863	0,09881	0,24729	0,12788	0,14595	0,41463
14.	0,13613	0,18601	0,09881	0,10627	0,09881	0,1377	0,14437	0,09881	0,17776	0,14437	0,11609	0,40285
15.	0,13809	0,18758	0,09881	0,10352	0,09881	0,10234	0,14634	0,09881	0,2143	0,15262	0,11609	0,27125
16.	0,13809	0,15144	0,09881	0,10352	0,09881	0,09881	0,15223	0,09881	0,18287	0,15577	0,1267	0,19819
17.	0,10077	0,12159	0,10981	0,09881	0,09959	0,09999	0,11845	0,09881	0,17187	0,11531	0,25043	0,26025
18.	0,11923	0,13063	0,12198	0,09881	0,10588	0,09999	0,13259	0,09881	0,19112	0,10706	0,33685	0,26104
19.	0,12905	0,13809	0,12198	0,09881	0,1267	0,11216	0,16323	0,09881	0,70335	0,11059	0,33096	0,2414
20.	0,17737	0,11766	0,11099	0,09881	0,12591	0,11099	0,43231	0,09881	0,77366	0,12238	0,20801	0,15223
21.	0,17109	0,15891	0,09881	0,09881	0,11963	0,14555	0,42681	0,09881	0,72849	0,12159	0,18169	0,16284
22.	0,17266	0,15655	0,11138	0,09881	0,09881	0,15891	0,41502	0,09881	0,25554	0,13495	0,53522	0,12473
23.	0,15262	0,18326	0,24258	0,09881	0,09959	0,22883	0,17266	0,10981	0,21272	0,45588	0,53522	0,13455
24.	0,14909	0,15773	0,24258	0,10195	0,09959	0,25515	0,16244	0,10981	0,16873	0,76816	0,4657	0,23708
25.	0,15184	0,1538	0,23001	0,1322	0,09959	0,23315	0,12788	0,10981	0,15577	0,99678	0,10195	0,23904
26.	0,13377	0,17423	0,09881	0,1322	0,09881	0,16323	0,0992	0,09881	0,16794	0,72495	0,11334	0,27204
27.	0,14634	0,16912	0,09881	0,12984	0,09959	0,10352	0,11413	0,09881	0,18955	0,42092	0,12866	0,16834
28.	0,1322	0,14359	0,09881	0,09959	0,09959	0,10941	0,11413	0,09959	0,25161	0,17226	0,14634	0,18444
29.	0,16716	0,09959	0,28814	0,10116	0,09959	0,11688		0,10116	0,40874	0,11138	0,15066	0,18012
30.	0,14398	0,09959	0,28814	0,10038	0,09881	0,11766		0,10116	0,45391	0,15459	0,15498	0,21076
31.	0,15419		0,29325		0,09881	0,10824		0,10313		0,21979		0,53601

PONTO DE COLETA C₄

Dia	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
1.		0,14595	0,09881	0,10391	0,10038	0,09959	0,10077	0,11413	0,10156	0,56194	0,25554	0,25436
2.		0,1923	0,09881	0,10391	0,09881	0,09881	0,1157	0,09881	0,10156	0,40874	0,20212	0,24651
3.		0,20722	0,09881	0,09881	0,09881	0,09881	0,1267	0,09881	0,09881	0,38753	0,13887	0,20094
4.	0,15616	0,18287	0,09881	0,09881	0,09881	0,10391	0,1267	0,09881	0,09881	0,25554	0,10274	0,14909
5.	0,21076	0,13652	0,09881	0,09881	0,09881	0,10391	0,10981	0,12434	0,11806	0,32782	0,10863	0,11216
6.	0,17776	0,11334	0,09881	0,09881	0,09881	0,12277	0,10038	0,18248	0,12434	0,31564	0,10588	0,12081
7.	0,15341	0,10352	0,09881	0,10549	0,09881	0,11766	0,10352	0,18248	0,1373	0,29089	0,10627	0,13338
8.	0,13495	0,10431	0,09881	0,10549	0,09881	0,11884	0,10549	0,16519	0,16441	0,19073	0,09959	0,13416
9.	0,13691	0,10234	0,09881	0,11884	0,09881	0,09999	0,10391	0,11216	0,47237	0,15537	0,09959	0,11923
10.	0,16519	0,09959	0,09881	0,11648	0,09881	0,20487	0,10234	0,11609	0,61104	0,23079	0,09881	0,11884
11.	0,12905	0,09881	0,09881	0,11648	0,09881	0,21587	0,10038	0,10784	0,61772	0,20094	0,12866	0,15537
12.	0,12709	0,09881	0,09881	0,10588	0,09881	0,25122	0,10038	0,10274	0,36435	0,20251	0,14595	0,28893
13.	0,09881	0,13495	0,09881	0,10156	0,09881	0,14987	0,10863	0,09881	0,24729	0,12788	0,14595	0,41463
14.	0,13613	0,18601	0,09881	0,10627	0,09881	0,1377	0,14437	0,09881	0,17776	0,14437	0,11609	0,40285
15.	0,13809	0,18758	0,09881	0,10352	0,09881	0,10234	0,14634	0,09881	0,2143	0,15262	0,11609	0,27125
16.	0,13809	0,15144	0,09881	0,10352	0,09881	0,09881	0,15223	0,09881	0,18287	0,15577	0,1267	0,19819
17.	0,10077	0,12159	0,10981	0,09881	0,09959	0,09999	0,11845	0,09881	0,17187	0,11531	0,25043	0,26025
18.	0,11923	0,13063	0,12198	0,09881	0,10588	0,09999	0,13259	0,09881	0,19112	0,10706	0,33685	0,26104
19.	0,12905	0,13809	0,12198	0,09881	0,1267	0,11216	0,16323	0,09881	0,70335	0,11059	0,33096	0,2414
20.	0,17737	0,11766	0,11099	0,09881	0,12591	0,11099	0,43231	0,09881	0,77366	0,12238	0,20801	0,15223
21.	0,17109	0,15891	0,09881	0,09881	0,11963	0,14555	0,42681	0,09881	0,72849	0,12159	0,18169	0,16284
22.	0,17266	0,15655	0,11138	0,09881	0,09881	0,15891	0,41502	0,09881	0,25554	0,13495	0,53522	0,12473
23.	0,15262	0,18326	0,24258	0,09881	0,09959	0,22883	0,17266	0,10981	0,21272	0,45588	0,53522	0,13455
24.	0,14909	0,15773	0,24258	0,10195	0,09959	0,25515	0,16244	0,10981	0,16873	0,76816	0,4657	0,23708
25.	0,15184	0,1538	0,23001	0,1322	0,09959	0,23315	0,12788	0,10981	0,15577	0,99678	0,10195	0,23904
26.	0,13377	0,17423	0,09881	0,1322	0,09881	0,16323	0,0992	0,09881	0,16794	0,72495	0,11334	0,27204
27.	0,14634	0,16912	0,09881	0,12984	0,09959	0,10352	0,11413	0,09881	0,18955	0,42092	0,12866	0,16834
28.	0,1322	0,14359	0,09881	0,09959	0,09959	0,10941	0,11413	0,09959	0,25161	0,17226	0,14634	0,18444
29.	0,16716	0,09959	0,28814	0,10116	0,09959	0,11688		0,10116	0,40874	0,11138	0,15066	0,18012
30.	0,14398	0,09959	0,28814	0,10038	0,09881	0,11766		0,10116	0,45391	0,15459	0,15498	0,21076
31.	0,15419		0,29325	0	0,09881	0,10824		0,10313		0,21979		0,53601

PONTO DE COLETA C₅

Dia	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
1.		0,21521	0,14570	0,15323	0,14802	0,14686	0,14860	0,16829	0,14976	0,82863	0,37682	0,37508
2.		0,28356	0,14570	0,15323	0,14570	0,14570	0,17061	0,14570	0,14976	0,60272	0,29804	0,36350
3.		0,30557	0,14570	0,14570	0,14570	0,14570	0,18683	0,14570	0,14570	0,57144	0,20478	0,29630
4.	0,23027	0,26966	0,14570	0,14570	0,14570	0,15323	0,18683	0,14570	0,14570	0,37682	0,15149	0,21984
5.	0,31078	0,20131	0,14570	0,14570	0,14570	0,15323	0,16192	0,18335	0,17408	0,48340	0,16018	0,16540
6.	0,26213	0,16713	0,14570	0,14570	0,14570	0,18103	0,14802	0,26908	0,18335	0,46544	0,15613	0,17814
7.	0,22622	0,15265	0,14570	0,15555	0,14570	0,17350	0,15265	0,26908	0,20247	0,42895	0,15671	0,19667
8.	0,19899	0,15381	0,14570	0,15555	0,14570	0,17524	0,15555	0,24359	0,24243	0,28124	0,14686	0,19783
9.	0,20189	0,15091	0,14570	0,17524	0,14570	0,14744	0,15323	0,16540	0,69656	0,22911	0,14686	0,17582
10.	0,24359	0,14686	0,14570	0,17177	0,14570	0,30210	0,15091	0,17119	0,90103	0,34033	0,14570	0,17524
11.	0,19030	0,14570	0,14570	0,17177	0,14570	0,31831	0,14802	0,15902	0,91088	0,29630	0,18972	0,22911
12.	0,18741	0,14570	0,14570	0,15613	0,14570	0,37045	0,14802	0,15149	0,53727	0,29862	0,21521	0,42605
13.	0,14570	0,19899	0,14570	0,14976	0,14570	0,22100	0,16018	0,14570	0,36465	0,18857	0,21521	0,61141
14.	0,20073	0,27429	0,14570	0,15671	0,14570	0,20305	0,21289	0,14570	0,26213	0,21289	0,17119	0,59403
15.	0,20363	0,27661	0,14570	0,15265	0,14570	0,15091	0,21579	0,14570	0,31600	0,22506	0,17119	0,39999
16.	0,20363	0,22332	0,14570	0,15265	0,14570	0,14570	0,22448	0,14570	0,26966	0,22969	0,18683	0,29225
17.	0,14860	0,17930	0,16192	0,14570	0,14686	0,14744	0,17466	0,14570	0,25344	0,17003	0,36929	0,38377
18.	0,17582	0,19262	0,17988	0,14570	0,15613	0,14744	0,19552	0,14570	0,28182	0,15787	0,49672	0,38493
19.	0,19030	0,20363	0,17988	0,14570	0,18683	0,16540	0,24070	0,14570	1,03715	0,16308	0,48803	0,35597
20.	0,26155	0,17350	0,16366	0,14570	0,18567	0,16366	0,63748	0,14570	1,14084	0,18046	0,30673	0,22448
21.	0,25228	0,23432	0,14570	0,14570	0,17640	0,21463	0,62937	0,14570	1,07422	0,17930	0,26792	0,24012
22.	0,25460	0,23085	0,16424	0,14570	0,14570	0,23432	0,61199	0,14570	0,37682	0,19899	0,78924	0,18393
23.	0,22506	0,27024	0,35770	0,14570	0,14686	0,33743	0,25460	0,16192	0,31368	0,67223	0,78924	0,19841
24.	0,21984	0,23259	0,35770	0,15034	0,14686	0,37624	0,23954	0,16192	0,24881	1,13273	0,68671	0,34959
25.	0,22390	0,22679	0,33917	0,19494	0,14686	0,34380	0,18857	0,16192	0,22969	1,46984	0,15034	0,35249
26.	0,19725	0,25692	0,14570	0,19494	0,14570	0,24070	0,14628	0,14570	0,24765	1,06901	0,16713	0,40115
27.	0,21579	0,24939	0,14570	0,19146	0,14686	0,15265	0,16829	0,14570	0,27951	0,62068	0,18972	0,24823
28.	0,19494	0,21173	0,14570	0,14686	0,14686	0,16134	0,16829	0,14686	0,37103	0,25402	0,21579	0,27198
29.	0,24649	0,14686	0,42490	0,14918	0,14686	0,17235		0,14918	0,60272	0,16424	0,22216	0,26560
30.	0,21231	0,14686	0,42490	0,14802	0,14570	0,17350		0,14918	0,66933	0,22795	0,22853	0,31078
31.	0,22737		0,43243		0,14570	0,15960		0,15207		0,32411		0,79040

PONTO DE COLETA C₆

Dia	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
1.		0,22570	0,15280	0,16070	0,15523	0,15402	0,15584	0,17649	0,15705	0,86900	0,39518	0,39336
2.		0,29738	0,15280	0,16070	0,15280	0,15280	0,17892	0,15280	0,15705	0,63209	0,31256	0,38121
3.		0,32046	0,15280	0,15280	0,15280	0,15280	0,19593	0,15280	0,15280	0,59929	0,21476	0,31074
4.	0,24149	0,28280	0,15280	0,15280	0,15280	0,16070	0,19593	0,15280	0,15280	0,39518	0,15888	0,23056
5.	0,32593	0,21112	0,15280	0,15280	0,15280	0,16070	0,16981	0,19229	0,18257	0,50695	0,16799	0,17345
6.	0,27490	0,17528	0,15280	0,15280	0,15280	0,18986	0,15523	0,28219	0,19229	0,48812	0,16373	0,18682
7.	0,23724	0,16009	0,15280	0,16313	0,15280	0,18196	0,16009	0,28219	0,21233	0,44985	0,16434	0,20626
8.	0,20869	0,16131	0,15280	0,16313	0,15280	0,18378	0,16313	0,25546	0,25425	0,29495	0,15402	0,20747
9.	0,21172	0,15827	0,15280	0,18378	0,15280	0,15462	0,16070	0,17345	0,73050	0,24028	0,15402	0,18439
10.	0,25546	0,15402	0,15280	0,18014	0,15280	0,31682	0,15827	0,17953	0,94493	0,35691	0,15280	0,18378
11.	0,19958	0,15280	0,15280	0,18014	0,15280	0,33382	0,15523	0,16677	0,95526	0,31074	0,19897	0,24028
12.	0,19654	0,15280	0,15280	0,16373	0,15280	0,38850	0,15523	0,15888	0,56345	0,31317	0,22570	0,44681
13.	0,15280	0,20869	0,15280	0,15705	0,15280	0,23177	0,16799	0,15280	0,38242	0,19775	0,22570	0,64120
14.	0,21051	0,28766	0,15280	0,16434	0,15280	0,21294	0,22327	0,15280	0,27490	0,22327	0,17953	0,62298
15.	0,21355	0,29009	0,15280	0,16009	0,15280	0,15827	0,22630	0,15280	0,33139	0,23602	0,17953	0,41948
16.	0,21355	0,23420	0,15280	0,16009	0,15280	0,15280	0,23542	0,15280	0,28280	0,24088	0,19593	0,30649
17.	0,15584	0,18803	0,16981	0,15280	0,15402	0,15462	0,18317	0,15280	0,26579	0,17831	0,38728	0,40247
18.	0,18439	0,20201	0,18864	0,15280	0,16373	0,15462	0,20504	0,15280	0,29555	0,16556	0,52092	0,40368
19.	0,19958	0,21355	0,18864	0,15280	0,19593	0,17345	0,25242	0,15280	1,08769	0,17102	0,51181	0,37331
20.	0,27429	0,18196	0,17163	0,15280	0,19472	0,17163	0,66854	0,15280	1,19642	0,18925	0,32168	0,23542
21.	0,26457	0,24574	0,15280	0,15280	0,18500	0,22509	0,66003	0,15280	1,12657	0,18803	0,28098	0,25182
22.	0,26700	0,24210	0,17224	0,15280	0,15280	0,24574	0,64181	0,15280	0,39518	0,20869	0,82769	0,19289
23.	0,23602	0,28341	0,37513	0,15280	0,15402	0,35387	0,26700	0,16981	0,32897	0,70499	0,82769	0,20808
24.	0,23056	0,24392	0,37513	0,15766	0,15402	0,39457	0,25121	0,16981	0,26093	1,18792	0,72017	0,36663
25.	0,23481	0,23785	0,35569	0,20443	0,15402	0,36055	0,19775	0,16981	0,24088	1,54146	0,15766	0,36967
26.	0,20686	0,26943	0,15280	0,20443	0,15280	0,25242	0,15341	0,15280	0,25971	1,12110	0,17528	0,42069
27.	0,22630	0,26154	0,15280	0,20079	0,15402	0,16009	0,17649	0,15280	0,29312	0,65092	0,19897	0,26032
28.	0,20443	0,22205	0,15280	0,15402	0,15402	0,16920	0,17649	0,15402	0,38910	0,26640	0,22630	0,28523
29.	0,25850	0,15402	0,44560	0,15645	0,15402	0,18074		0,15645	0,63209	0,17224	0,23299	0,27855
30.	0,22266	0,15402	0,44560	0,15523	0,15280	0,18196		0,15645	0,70195	0,23906	0,23967	0,32593
31.	0,23845		0,45350		0,15280	0,16738		0,15948		0,33990		0,82891

APÊNDICE E

**CONTRIBUIÇÕES MÁSSICAS DE FÓSFORO TOTAL, DBO, NITRITO, NITRATO,
NITROGÊNIO AMONÍACAL, SÓLIDOS (SDT, SS E ST), CLORETO E
COLIFORMES FECAIS AOS PONTOS C₁, C₂ E C₆**

C1

	FÓSFORO	AMÔNIA	NITRITO	NITRATO	DBO	CLORETO	SDT	ST	SS	CF
DATA	CONTRIBUIÇÃO (Kg/h)									
25/10/10	1,772733	24,00862	1,141836	196,7371	35,38934	418,4048	1465,462	1933,162	0,779501	467700,5
25/11/10	2,325239	20,06968	1,413999	111,326	199,8009	224,8745	1007,964	2956,694	13,43952	36167437
27/12/10	0,558224	9,449395	0,406324	72,49039	13,83661	150,0436	600,7116	796,449	0,337478	145954,7
31/01/11	0,606528	17,45816	0,641917	107,2477	28,24114	165,8782	542,8166	652,847	3,300912	631037,5
28/02/11	0,765509	12,99401	0,233351	78,08428	30,55139	178,7488	866,2671	889,4707	0,386726	703829,3
/03/11	0,549671	9,477285	0,402533	72,13764	13,5629	151,4591	609,4932	629,5864	0,334886	117210,2
17/05/11	0,51895	11,05928	0,635363	27,66743	16,80385	153,4348	715,1406	1016,047	0,390787	128959,8
15/06/11	1,132606	21,4785	0,339577	73,29347	25,96303	159,7592	865,4342	1258,813	0,393379	944110,1
14/07/11	12,74031	800,9666	2,9085	76,04817	248,4676	2608,377	14443,88	18785,24	5,460826	12559899

C2

	FÓSFORO	AMÔNIA	NITRITO	NITRATO	DBO	CLORETO	SDT	ST	SS	CF
DATA	CONTRIBUIÇÃO (Kg/h)									
25/10/10	3,07919	33,14691	4,643724	447,1988	96,67849	774,6117	2249,255	3788,218	3,946061	155900,2
25/11/10	1,505907	19,0512	3,416753	320,8956	119,07	484,6716	2880,36	3413,34	3,402	63739,57
27/12/10	1,792456	9,56842	3,341258	97,94645	41,86184	315,9287	1486,522	1845,338	0,854323	63532,37
31/01/11	1,492193	29,89623	1,891169	179,5312	70,56253	392,272	2692,518	2933,916	4,642272	60326,86
28/02/11	0,573546	10,28692	1,242308	53,91314	27,07085	140,3043	765,7183	1028,692	1,933632	65546,87
/03/11	2,571655	13,73086	3,449667	55,81171	34,75094	362,2574	1390,038	1678,216	1,695168	53581,82
17/05/11	2,369513	20,93548	8,821939	70,37661	78,13947	476,3559	2447,387	3744,797	4,422989	93788,93
15/06/11	1,986694	20,1161	4,048783	219,1858	89,62618	353,9238	2589,201	2728,619	1,991693	51139,3
14/07/11	31,64032	224,9631	6,430797	122,6988	461,3299	1331,809	14375,52	22669,09	107,1253	177476,8

C6

	FÓSFORO	AMÔNIA	NITRITO	NITRATO	DBO	CLORETO	SDT	ST	SS	CF
DATA	CONTRIBUIÇÃO (Kg/h)									
25/10/10	2,1742	103,2582	1,692482	37,49712	276,5845	6155,235	13521,91	15212,15	3,073162	2338502
25/11/10	4,318225	44,51014	2,840488	30,72353	604,0661	2510,584	7029,775	7842,262	3,53255	105307,8
27/12/10	3,417322	26,08236	2,632189	132,5683	270,1388	2817,694	6893,196	7877,938	1,330733	104755,7
31/01/11	2,369105	52,64034	2,531075	270,0891	313,8174	2271,344	4338,49	5235,111	1,446163	110703,9
28/02/11	3,065743	19,21341	2,843706	133,2141	368,257	3978,853	10338,64	10826,6	1,524874	111146,3
/03/11	3,395534	29,44028	4,045068	135,3144	361,7326	4487,993	9954,248	10244,69	1,320192	435352,3
17/05/11	1,687387	28,03889	10,42885	22,92743	611,6176	1033,742	3943,932	4005,556	1,540598	898810,6
15/06/11	3,166666	12,56423	6,335333	165,6306	372,2734	3972,933	8314,106	13370,82	3,102278	1376827
14/07/11	26,26796	446,2132	6,853134	93,89934	861,2076	2285,43	19484,82	21422,54	107,6509	7372115