

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

CARACTERIZAÇÃO FITOSSOCIOLÓGICA DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA E
QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO CINTRA (BOTUCATU SP)
EM FUNÇÃO DA AÇÃO ANTRÓPICA

IVALDE BELLUTA

Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP –
Campus de Botucatu, para obtenção do
título de Doutor em Agronomia
Programa de pós-graduação em
agronomia “Energia na Agricultura”.

BOTUCATU – SP
Outubro – 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CARACTERIZAÇÃO FITOSSOCIOLÓGICA DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA E
QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO CINTRA (BOTUCATU SP)
EM FUNÇÃO DA AÇÃO ANTRÓPICA

IVALDE BELLUTA
Biólogo

Orientador: Prof. Sérgio Campos
Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Assunta Maria Marques da Silva
Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vera Lex Angel

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia Programa de pós-graduação em agronomia “Energia na Agricultura”.

BOTUCATU – SP
Outubro – 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

B449c Belluta, Ivalde, 1963-
Caracterização fitossociológica da vegetação ripária e qualidade da água do córrego do cintra (Botucatu SP) em função da ação antrópica / Ivalde Belluta. - Botucatu : [s.n.], 2012
x, 159 f. : il., color., graf., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2012

Orientador: Sérgio Campos

Co-Orientador: Assunta Maria Marques da Silva

Co-Orientador: Vera Lex Angel

Inclui bibliografia

1. Vegetação - Classificação. 2. Bacias hidrográficas. 3. Água - Qualidade. 4. Fitossociologia. 5. Poluição da água I. Campos, Sérgio. II. Silva, Assunta Maria Marques da. III. Angel, Vera Lex. IV. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. V. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “CARACTERIZAÇÃO FITOSSOCIOLÓGICA DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA
E DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO CINTRA
(BOTUCATU-SP) EM FUNÇÃO DA AÇÃO ANTRÓPICA”

ALUNO: IVALDE BELLUTA

ORIENTADOR: PROF. DR. SERGIO CAMPOS

CO-ORIENTADORA: PROFA. DRA. ASSUNTA MARIA MARQUES DA SILVA

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROFA. DRA. ASSUNTA MARIA MARQUES DA SILVA



PROF. DR. OSMAR DELMANTO JUNIOR



PROF. DR. LUCIANO NARDINI GOMES



PROFA. DRA. JANDIRA LIRIA B. TALAMONI



PROF. DR. RAIMUNDO LEITE CRUZ

AGRADECIMENTOS

É grande a alegria em ser brasileiro e viver num imenso país como o Brasil, não somente pela imensa extensão territorial, mas também pela grandiosidade e exuberância da natureza, diversidade dos seres vivos e do ser humano que nele habita. Quando eu e Maria, minha esposa, viajamos de norte ao sul pelas longas estradas deste país, encontramos cânions, morros, florestas, chapadas, cerrados, caatinga, rios, cachoeiras, praias e dunas, eram belezas cênicas que realmente enchiam os olhos. Realizamos várias aventuras para descobrir as belezas da Terra de Santa Cruz que tanto cativaram os portugueses na época do descobrimento. Compartilhar com familiares e amigos o que vimos, vivemos e sentimos nestas aventuras, é o que mais gostamos de fazer. Da mesma forma foi realizar este trabalho, cuja “viagem” foi em busca do conhecimento das Ciências Ambientais, especificamente sub-bacias hidrográficas, a interação da mata ciliar e o uso e ocupação do solo com a qualidade da água do rio, que tanto desejei realizá-lo e somente agora foi possível. Muitos momentos difíceis e de muita persistência durante o desenvolvimento do trabalho de campo e de laboratório ocorreram, mas nada me fez desistir. Agora, prestes a finalizar este grande feito, posso dizer que realizei meu desejo e tenho muito mais lembranças, emoções e conhecimentos para compartilhar com alunos em áreas de pesquisa e com as pessoas que sempre estiveram próximas de mim e, inclusive em particular, com Enzo Gabriel, meu filho, que está para vir ao mundo.

Agradeço a Deus pela Divina Graça, saúde, força, perseverança e pela realização de mais um sonho...

Sinto-me nesse momento profundamente agradecido a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do meu trabalho e de minha formação profissional.

Minha família

Minha esposa, minha mãe e minhas irmãs que sempre estiveram ao meu lado me apoiando.

Aos chefes do Departamento de Química e Bioquímica

Prof^a Dr^a Ana Maria Lopes

Prof^a Dr^a Sônia Maria Alves Jorge

Prof. Dr Ariovaldo de Oliveira Florentino *in memoriam*

Prof^a Dr^a Giuseppina Pace Pereira Lima (Atual)

Aos amigos

José Carlos Marques Silva (Depto de Ciência do Solo)

José Carlos Coelho (NUPAN)

Ramom Felipe Bicudo da Silva (Depto de Ciência do Solo)

Aos professores

Prof. Dr. José Pedro Serra Valente (Depto de Química e Bioquímica)

Prof. Dr. Júlio Toshimi Doyama (Depto de Química e Bioquímica)

Aos orientadores

Prof^a. Dra. Assunta Maria Marques Silva (Depto de Química e Bioquímica)

Prof. Dr. Sérgio Campos (Depto Engenharia Rural)

Prof^a Dra. Vera Lex Angel (Depto de Ciências Florestais)

Aos Funcionários do Depto de Química e Bioquímica

Aos Funcionários do Depto de Pós Graduação da FCA da Unesp de Botucatu

À Equipe da Vigilância Ambiental do Município de Botucatu

Aos Coordenadores do curso do Programa Energia na Agricultura da Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp de Botucatu

Prof. Dr. Marco Antonio Martin Biaggioni

Prof. Dr. Adriano Wagner Ballarin (Atual)

SUMÁRIO

	Página
1.0. RESUMO	1
2.0. SUMMARY	3
3.0. INTRODUÇÃO.....	5
4.0. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
4.1. O SIG como ferramenta de planejamento ambiental.....	9
4.1.1. SIG ArchGis	10
4.1.2 Sistema de informação geográfica (SIG) no monitoramento ambiental de bacias hidrográficas	11
4.2. Formações florestais ribeirinhas: matas ciliares.....	11
4.3. Influência da mata ciliar sobre a qualidade de água de um córrego.....	13
4.4. Enquadramento e padrões de qualidade da água aplicados às sub-bacias.....	14
4.5. Sucessão ecológica	15
5.0. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
5.1. Caracterização da área de estudo.....	17
5.1.1. Localização.....	17
5.1.2. Relevo.....	18
5.1.3. Clima	21
5.1.4. Solos	22
5.1.5. Hidrografia	24
5.2. Alocação das unidades amostrais no fragmento florestal e pontos de amostragem de água.....	25
5.3. Histórico de uso e ocupação das áreas de estudo	26
5.3.1. Área 1	27
5.3.2. Área 2	30
5.3.3. Área 3	31
5.4. Estrutura da vegetação.....	33
5.5. Os estudos hídricos.....	35
5.6. Variáveis de qualidade de água analisadas.....	36

5.6.1. Periodicidade e metodologia (ou técnica) de amostragem e preservação de amostras de água.....	39
5.6.2.. Tratamento estatístico dos dados.....	39
6.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
6.1. Estrutura da vegetação e composição florística do estrato arbóreo nas três áreas de estudo.....	41
6.1.1. Estrutura da vegetação da área 1	44
6.1.2. Estrutura da vegetação da área 2	46
6.1.3. Estrutura da vegetação da área 3	47
6.2. Classes sucessionais nas áreas 1, 2 e 3.....	51
6.3. Classes de altura nas áreas 1, 2 e 3.....	58
6.4. Diversidade e Similaridade.....	61
6.5. Uso e ocupação do solo da sub-bacia do Córrego do Cintra em 1984 e 2008	72
6.6. Avaliação das áreas de preservação permanente na sub-bacia do Córrego do Cintra em 1984 e 2008	75
6.7. Variáveis de qualidade de água do Córrego do Cintra no período de 2007 a 2009	80
6.7.1. Parâmetros organolépticos: odor, turbidez e cor	80
6.7.2. Parâmetros físico-químicos: pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, cloretos e carbono orgânico total.....	83
6.7.3. Espécies químicas: fosfato total e nitrogênio total	93
6.7.4. Parâmetros microbiológicos: coliformes termotolerantes (CTT) e totais (CT).....	97
6.7.5. Análise de componentes principais em 2008 e 2009.....	100
6.7.6. Metais mais tóxicos: Pb, Cu, Cd, Fe, Ni e Zn (íons metálicos).....	101
6.7.7. Defensivos agrícolas.....	107
7.0. Diagnóstico integrado da sub-bacia do Córrego do Cintra – Discussão	108
8.0 CONCLUSÃO.....	114
9.0 REFERÊNCIAS	116
10.0 APÊNDICE	127

LISTA DE TABELAS	Páginas
Tabela 1. Dados da carta de solos da sub-bacia do Córrego do Cintra obtida através da imagem de satélite de 2008	24
Tabela 2. Pontos de amostragem e as coordenadas UTM no Córrego do Cintra	26
Tabela 3. Variáveis de qualidade de água	37
Tabela 4. Porcentagem de espécies amostradas dos diferentes estádios sucessionais, nos fragmentos de mata da sub-bacia do córrego do Cintra, Botucatu/SP	58
Tabela 5. Espécies arbustivo-arbóreas com maior IVC amostradas nas áreas 1, 2 e 3 na sub-bacia do Córrego do Cintra, Botucatu (SP)	62
Tabela 6. Distribuição do número de espécies, indivíduos e Índices de Diversidade florística nos locais de estudos	70
Tabela 7. Distribuição do número de espécies, indivíduos de Similaridade florística nos locais de estudos	71
Tabela 8. Resultado de VMP dos Coliformes termotolerantes (CTT) e Totais (CT) obtidos do Apêndice nos anos de 2007, 2008 e 2009	99
Tabela 9. Resultado do valor máximo permitido (VMP) dos metais Pb, Cu, Cd, Fe, Ni e Zn nos anos de 2007, 2008 e 2009 na sub-bacia do Córrego do Cintra.....	104

LISTA DE FIGURAS	Páginas
Figura 1. Localização da área da sub-bacia do córrego do Cintra, sua rede de drenagem, bem como dos 8 pontos de coleta de água	18
Figura 2. Declividades da sub-bacia do córrego do Cintra (obtida de imagem de satélite de 2008).....	19
Figura 3. Caracterização geomorfológica das sub-bacias hidrográficas do Rio Araquá e Cintra. Adaptado de Silva (2011).....	21
Figura 4. Carta de solos da sub-bacia do córrego do Cintra obtida através da imagem de satélite de 2008	23
Figura 5. Áreas do levantamento florístico da sub-bacia do Córrego do Cintra (2008) e os pontos de amostragem de água para análise	27
Figura 6. Localização dos pontos de amostragem de água (P ₁ e P ₂) na área 1.....	28
Figura 7 – Construção da ETE - SABESP e canalização da nascente no P ₂	28
Figura 8. Vista externa e interna da mata ripária na área 1, reflorestamento no seu entorno e estratos no interior da mata.....	30
Figura 9. Vista externa e interna da mata ripária na área 2 com maior grau de conservação ..	31
Figura 10. Vista externa na área 3 com maior grau de degradação, observa-se a dominância de <i>Mimosa bimucronata</i> (maricás-de-espinho).....	32
Figura 11. Edificação no leito do rio, acesso do gado e áreas alagadas (APP) na área 3.....	33
Figura 12. Porcentagem das 10 famílias com maior riqueza de espécies das três áreas como um todo (áreas 1, 2 e 3) e por local de estudo : área 1, área 2 e área 3	44
Figura 13. Vinte espécies arbustivo-arbóreas com maior IVC amostradas na área 1 na sub-bacia do Córrego do Cintra, Botucatu (SP)	46
Figura 14. Vinte espécies arbustivo-arbóreas com maior IVC amostradas na área 2 na microbacia do Córrego do Cintra, Botucatu (SP).....	47
Figura 15. Vinte espécies arbustivo-arbóreas com maior IVC amostradas na área 3 na sub-bacia do Córrego do Cintra, Botucatu (SP)	49
Figura 16. Densidade relativa das espécies mais numerosas encontradas nas áreas 1, 2 e 3 ...	50
Figura 17. Porcentagem das espécies dos diferentes estádios sucessionais, amostrados das três áreas como um todo (áreas 1, 2 e 3) e por local de estudo (área 1, área 2 e área 3) do fragmento de mata da sub-bacia do Córrego do Cintra.....	52

Figura 18. Comparação entre a porcentagem de espécies e indivíduos distribuídos em classes sucessionais da área 1, 2 e 3 da sub-bacia do Córrego do Cintra	55
Figura 19. Distribuição do número de indivíduos por classes de altura em intervalos fixos de 2 metros fechados à esquerda. áreas 1, 2 e 3 da sub-bacia do Córrego do Cintra.....	59
Figura 20. Comparação entre cartas de uso e ocupação do solo da sub-bacia do Córrego do Cintra obtida de imagem de satélite de 1984 e 2008.....	73
Figura 21. Dados do uso e ocupação o solo obtido através das imagens de satélite de 1984 e 2008	75
Figura 22. Avaliação das áreas de APP em 1984 na sub-bacia do Córrego do Cintra.....	76
Figura 23. Dados do uso e ocupação o solo em área de APP obtido através das imagens de satélite de 1984 e 2008	78
Figura 24. Avaliação das áreas de APP em 2008 na sub-bacia do Córrego do Cintra.....	79
Figura 25. Totais pluviométricos mensais nos anos 2007, 2008 e 2009. Dados obtidos no Depto de Recursos Naturais/Ciências Ambientais – FCA/Lageado – UNESP – Botucatu	81
Figura 26 Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação da turbidez por ponto de amostragem e período com diferenças significantes no Córrego do Cintra	82
Figura 27. Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação do pH por ponto de amostragem e período com diferenças significantes no Córrego do Cintra	84
Figura 28. Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação da CE por ponto de amostragem e período com diferenças significantes no Córrego do Cintra	86
Figura 29. Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação do Cloreto por ponto de amostragem e em um único período com diferenças significantes no Córrego do Cintra	87
Figura 30. Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação do OD ($\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$) por ponto de amostragem e período com diferenças significantes no Córrego do Cintra	88
Figura 31. Perfil do Córrego do Cintra/Araquá em termos de altitude (BELLUTA, 2008)	89
Figura 32. Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação da DBO^5_{20} por ponto de amostragem e período com diferenças significantes no Córrego do Cintra	91
Figura 33. Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação da COT por ponto de amostragem e período com diferenças significantes no Córrego do Cintra	92
Figura 34. Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação do fosfato total	

por ponto de amostragem e período com diferenças significantes no Córrego do Cintra.....	94
Figura 35. Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação NT por ponto de amostragem e período com diferenças significantes no Córrego do Cintra.....	96
Figura 36. Análise de componentes principais referentes ao período de 2008 e 2009.....	101

APÊNDICE

Tabela 1 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2007 no P ₁	127
Tabela 2 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2007 no P ₂	128
Tabela 3 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2007 no P ₃	129
Tabela 4 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2007 no P ₄	130
Tabela 5 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2007 no P ₅	131
Tabela 6 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2007 no P ₆	132
Tabela 7 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2007 no P ₇	133
Tabela 8 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2007 no P ₈	134
Tabela 9 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2008 no P ₁	135
Tabela 10 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2008 no P ₂	136
Tabela 11 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2008 no P ₃	137
Tabela 12 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2008 no P ₄	138
Tabela 13 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2008 no P ₅	139
Tabela 14 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2008 no P ₆	140
Tabela 15 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2008 no P ₇	141
Tabela 16 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2008 no P ₈	142
Tabela 17 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2009 no P ₁	143
Tabela 18 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2009 no P ₂	144
Tabela 19 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2009 no P ₃	145
Tabela 20 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2009 no P ₄	146
Tabela 21 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2009 no P ₅	147
Tabela 22 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2009 no P ₆	148
Tabela 23 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2009 no P ₇	149
Tabela 24 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2009 no P ₈	150
Tabela 25- Média e desvio-padrão referentes ao OD segundo Período e Ponto	151
Tabela 26- Média e desvio-padrão referentes ao DBO segundo Período e Ponto	152
Tabela 27- Média e desvio-padrão referentes ao Fósforo Total segundo Período e Ponto	153
Tabela 28- Mediana, 1 ^o e 3 ^o quartil, entre colchete para a Turbidez segundo Período e Ponto	154

Tabela 29 - Média e desvio-padrão referentes ao COT segundo Período e Ponto.....	155
Tabela 30- Média e desvio-padrão referentes ao NT consumido segundo Período e Ponto ..	156
Tabela 31- Média e desvio-padrão referentes ao pH consumido segundo Período e Ponto ..	157
Tabela 32 - Média e desvio-padrão referentes ao CE consumido segundo Período e Ponto .	158
Tabela 33 - Média de desvio-padrão referentes aos Cloretos segundo Ponto no Período de 2009	159

1.0. RESUMO

Bacia hidrográfica é a unidade geográfica que se ajusta aos objetivos de planejamento agrícola e ambiental, cuja área é sensível e imprescindível para sua integridade física e qualidade da água, devendo ser protegida pela vegetação. A sub-bacia do Córrego do Cintra (1.136,8ha) está localizada à noroeste de Botucatu SP, tem suas nascentes no Campus da UNESP de Rubião Junior e segue fluxo ao norte até o Rio Tietê. Este trabalho teve como objetivo geral caracterizar a estrutura e o estágio sucessional da mata ripária, avaliar a qualidade da água e detectar fontes de poluição pontual e difusa naquela sub-bacia. O método fitossociológico utilizado foi o de ponto-quadrante, aplicado em três áreas de mata ripária; os índices Dr, Dor, IVC, Diversidade e Similaridade foram obtidos através de cálculo em planilha eletrônica e do programa Past; o estágio sucessional foi determinado pela proporção de espécies de cada grupo ecológico. Os parâmetros físico-químicos e espécies químicas da água foram amostrados em oito pontos no período de 2007 a 2009 e para avaliar o comportamento de cada variável nos locais de amostragem, foram realizadas análises de variâncias seguidas do teste de Tukey e também a análise de componentes principais. Estes parâmetros, as análises microbiológicas e as dos metais mais tóxicos foram determinados pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater e comparados aos valores máximos permitidos (VMP) do Conama, Classe II, e quanto para os defensivos agrícolas utilizou-se o método cromatográfico. Nas três áreas de amostragem foram encontradas 2.241 indivíduos arbóreos de 145 espécies, pertencentes a 55 famílias botânicas, sendo a família mais representativa Fabaceae com 16,3%; as famílias Lauraceae, Myrtaceae e a Boraginaceae

com 7% cada, totalizaram 37,3% da amostragem e as espécies mais abundantes foram *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (almecegueira), *Calophyllum brasiliense* Cambess. (guanandi), *Eutherpe edulis* (juçara), *Nectandra megapotamica* Mez. (canelinha), *Casearia sylvestris* Sw. (lagarteiro), *Cronton floribundus* Sprengel (capixingui) etc. A diversidade (H') de espécies foi considerada alta nas 3 áreas, e a equabilidade também pode ser considerada boa nas mesmas. Quanto à semelhança, as áreas 1 e 2 foram consideradas similares entre si e a área 3 diferente em relação às duas primeiras. O grupo sucessional na área 1 foi considerado como tardia, na área 2 secundária a tardia, e pioneira na área 3. Entre 1984 e 2008 houve aumento de 22,22% da vegetação em APP e redução da vegetação nativa (3,88%) pelo uso do solo de toda a sub-bacia. Os parâmetros de qualidade de água indicaram contaminação pontual (P₁ e P₂) e o VMP para metais em 2009 estavam acima, em todos os pontos, para o Fe e Cd e para o Cu na área agrícola (P₄ ao P₇) podendo este ter sua origem em outros defensivos agrícolas não analisados neste estudo. A análise microbiológica mostrou que a água é própria para a balneabilidade e a dessedentação de animais. Portanto, a fonte poluente pontual (P₁) deve ser localizada e reintegrada ao sistema tronco da ETE-SABESP, o P₂ deve ser monitorado para reduzir os efeitos negativos do efluente sobre a água para recreação (Cachoeiras da Pavuna) e na área 3 foi indicada a revegetação e regeneração florestal, para coibir possível contaminação difusa sob o córrego.

Palavras chave - estrutura da vegetação, sucessão ecológica, parâmetros físico-químicos, poluição pontual e difusa

PHYTOSOCIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE RIPARIAN FOREST AND WATER QUALITY AT CINTRA STREAM (BOTUCATU SP) UNDER ANTROPIC ACTION. Botucatu SP, 2012. 148p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: IVALDE BELLUTA

Adviser: SÉRGIO CAMPOS

Co-adviser: ASSUNTA MARIA MARQUES DA SILVA

Co-adviser: VERA LEX ANGEL

2.0. SUMMARY

Watershed is the geographic unit that meets the goals of agricultural and environmental planning, the area of which is sensitive and essential for its physical integrity and water quality and thus must be protected by the vegetation. The subwatershed of Cintra Stream (1,136.8ha) is located northwest to Botucatu, São Paulo State, and has its springs in the Campus of UNESP at Rubião Junior, flowing towards north until Tietê River. The general aims of this study were to characterize the structure and the successional stage of the riparian forest, to assess the water quality and to detect punctual and diffuse pollution sources in that subwatershed. The adopted phytosociological method was the point-quadrant, applied to three areas of riparian forest; the indexes RD, RDo, CVI, Diversity and Similarity were obtained by calculation in spreadsheet and the software Past; the successional stage was determined based on the proportion of species of each ecological group. The physico-chemical parameters and the chemical species of water were sampled at eight sites from 2007 to 2009, and to assess the behavior of each variable at the sampling sites, analyses of variance were done followed by Tukey's test and analysis of the main components. These parameters, microbiological analyses and analyses of the most toxic metals were determined according to the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater and compared to Conama's maximal allowed value (MAV), Class II; for pesticides, the chromatographic method was used. In three sampling areas, 2,241 arboreal individuals and 145 species were found; they belonged to 55 botanical families, and the most representative family was Fabaceae with 16.3%. The families Lauraceae, Myrtaceae and Boraginaceae, with 7% each,

totaled 37.3% sampling and the most abundant species were *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (“almecegueira”), *Calophyllum brasiliense* Cambess. (“guanandi”), *Eutherpe edulis* (“juçara”), *Nectandra megapotamica* Mez. (“canelinha”), *Casearia sylvestris* Sw. (“lagarteiro”), *Cronton floribundus* Sprengel (“capixingui”) etc. The species diversity (H') was considered high in all 3 areas, and the equitability could also be considered good in those same areas. As to similarity, areas 1 and 2 were considered similar, whereas area 3 differed from the other two. The successional group was considered late in area 1, secondary to late in area 2, and pioneer in area 3. Between 1984 and 2008 there was a 22.22% increase in vegetation in PPA and a reduction in the native vegetation (3.88%) due to the use of the soil all over the subwatershed. The water quality parameters indicated punctual contamination at S₁ and S₂, while MAV for metals in 2009 was higher for Fe and Cd at all sites and for Cu in the agricultural area (S₄ to S₇), which may have its origin in other pesticides not analyzed in this study. Microbiological analysis showed that the water is suitable for bathing and animal drinking. Therefore, the punctual pollution source (S₁) must be located and reintegrated into the trunk system of STS-SABESP, S₂ must be monitored to reduce negative effects of the effluent on the water for recreation (Pavuna Waterfalls), and in area 3 reforestation and forest regeneration were recommended to prevent possible diffuse contamination over the stream.

Keywords – vegetation structure, ecological succession, physico-chemical parameters, punctual and diffuse pollution

3.0. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é a unidade de estudo que mais favorece o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao ciclo hidrológico e que se ajusta aos objetivos de planejamento agrícola e ambiental (LIMA, 2003). Wiessman et al. (1972) apud Villela e Mattos (1975) define bacia hidrográfica como sendo área topograficamente delimitada, drenada por um curso d'água ou sistema conectado de cursos d'água tal que toda vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída. Segundo Santana (2004), bacia hidrográfica é considerada uma porção geográfica definida por divisores de água, englobando toda a área de drenagem de um curso d'água. É uma unidade geográfica natural e seus limites foram estabelecidos pelo escoamento das águas sobre a superfície, ao longo do tempo.

A produção de água em bacias hidrográficas é função de seu uso, ocupação de seu solo e, fundamentalmente, dos processos envolvidos no ciclo hidrológico (precipitação, evaporação, transpiração, infiltração, percolação e a drenagem) (CECÍLIO et al., 2010). Os fatores que impulsionam o ciclo hidrológico são a energia térmica solar, a força dos ventos, que transportam vapor d'água para os continentes e a força da gravidade, responsável pelos fenômenos da precipitação, da infiltração e deslocamento das massas de água. Em uma bacia hidrográfica, a água é drenada, conservada em lagos e represas e daí evapora para a atmosfera ou infiltra-se no solo (TUNDISI, 2008).

De acordo com Cecílio et al. (2010), os impactos das mudanças climáticas globais no tocante à produção de água e à conservação do solo (pontos fundamentais para o manejo de bacias hidrográficas e a gestão dos recursos hídricos), podem ser estimados a partir de modelagem físico-matemática dos processos climáticos hidrológicos envolvidos na

produção de água e comportamento dos solos em bacias hidrográficas.

Para Tundisi (2008), as interferências humanas nesses sistemas são inúmeras e variáveis e têm consequências ecológicas, econômicas e sociais sobre a saúde humana. Por exemplo, nos estudos de Silveira-Guerra et al. (2010), a qualidade da água pareceu estar relacionada com o uso da terra, pois a perda de solo prevaleceu em áreas de pastagem e cultura de cana-de-açúcar, onde os parâmetros bióticos e físico-químicos de qualidade de água estavam em pior condição. Os usos da terra devem considerar a inclinação de áreas próximas aos ecossistemas aquáticos, devido ao potencial de impacto ambiental, especialmente de erosão e entrada de efluentes poluentes.

As descargas de fontes difusas e pontuais de nitrogênio e fósforo nos rios, lagos e represas, a partir de esgotos tratados e não tratados e de usos de fertilizantes produz o fenômeno de eutrofização cujos efeitos ecológicos, na saúde humana e nos custos do tratamento de água são relevantes, especialmente em regiões de intensa urbanização.

As áreas adjacentes aos cursos d'água e sob influência direta da variação do lençol freático recebem a denominação de zona ripária, parte essencial da paisagem, constituindo-se no ecossistema de transição entre os ambientes terrestre e aquático da bacia hidrográfica. Caracterizam-se por serem altamente produtivas, em função das grandes trocas de nutrientes, energia e elementos bióticos entre os dois ambientes bastante distintos (ARCOVA, 2006). Nas observações feitas por Vital et al. (2004), ocorre pouco estoque de serrapilheira acumulado nestas áreas, apresentando uma rápida velocidade de decomposição e o rápido aproveitamento de nutrientes pela vegetação, o que favorece seu desenvolvimento.

Para Arcova (2006), estas áreas contribuem para a qualidade da água dos rios atuando como um filtro, um agente de transformação e fonte de substâncias do ambiente que acompanha o curso d'água. O ambiente ripário é especificamente útil no tratamento dos poluentes gerados (defensivos agrícolas) de forma difusa na sub-bacia. Essas substâncias são associadas às atividades do uso do solo, como agricultura, colheita florestal, estradas e determinadas atividades urbanas. Os estudos de Veiga et al. (2003) demonstraram haver fragmentos remanescentes da vegetação natural em áreas degradadas da mata ciliar do Ribeirão Aurora, município de Astorga, PR, que atuaram como um mecanismo eficiente de manutenção da qualidade de água, apesar de exigir outros manejos complementares que permitam verificar outros fatores que possam interferir na qualidade.

Para assegurar a preservação da vegetação no entorno da rede de drenagem nas sub-bacia, foram criadas as Áreas de Preservação Permanente (APP), de acordo com o Código Florestal (BRASIL, 1965). Ribeiro et al (2005) afirmam que os compromissos assumidos pelo Brasil perante a Declaração do Rio de Janeiro de 1992 e a necessidade de regulamentação fizeram com que entrasse em vigor, no dia 13 de maio 2002, a Resolução no 303, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Essa resolução estabelece parâmetros, definições e limites referentes às APPs e adota, ainda que implicitamente, a bacia hidrográfica como unidade de sua aplicação. Assim, todas as nascentes de rede hidrográfica são demarcadas em 50m no entorno de cada uma delas, como zonas de proteção que, ao longo da hidrografia, tem sua largura delimitada pela largura do curso d'água, medida por ocasião da cheia sazonal. Estas áreas de vegetação exercem importantes funções como: regularização dos cursos d'águas, corredor ecológico e conservação da biodiversidade e captura de carbono da atmosfera.

O diagnóstico na zona ripária, segundo Rodrigues e Carvalho (2006), deve ser realizado em cada segmento de rio da sub-bacia. Os segmentos permitem uma análise mais detalhada da situação atual, que reflete os usos em um determinado trecho do rio. Após essa caracterização, podem-se elaborar propostas de medidas mitigadoras, implementação do plano de ação no campo, manutenção do projeto, coleta e análise de resultados e avaliação da resposta ambiental.

Os proprietários rurais que respeitam a leis ambientais deveriam receber compensação financeira pela preservação de suas matas (APPs), pois geram serviços ambientais para todos, inclusive para os que não cumprem a lei. Entre esses serviços, pode-se citar: a proteção dos recursos hídricos e do solo, a regulação climática e a qualidade do ar, a manutenção da biodiversidade e o sequestro de carbono - este último já com perspectiva de ganho econômico. Porém, ainda há muita indefinição, sobretudo quando se trata de vegetação nativa e pequenas áreas.

Desta forma, o manejo de bacias hidrográficas deve contemplar a preservação de seus recursos, além de seus interferentes em uma unidade geomorfológica da paisagem como forma mais adequada de manipulação sistêmica dos recursos de uma região (CALHEIROS et al., 2004). Para Tundisi et al. (2006), as consequências drásticas produzidas pelas atividades humanas nos sistemas aquáticos são a diminuição da altura do nível da água

com efeitos nos rios, nos lagos adjacentes e marginais, nas águas subterrâneas e nas florestas ripárias ao longo de rios e áreas alagadas.

Os atributos de uma comunidade vegetal podem variar entre locais ou entre momentos dentro de um mesmo local e é preciso entender quais são os fatores ecológicos e históricos, naturais e antrópicos que determinam a estrutura e a composição da vegetação ou provocam sua modificação (MARTINS, 2009 e IVANAUSKAS et al, 2008).

O estudo dos fatores de degradação de uma sub-bacia, através de determinação dos parâmetros físico-químicos, espécies químicas e microbiológicos, do conhecimento dos fatores do meio abiótico e da estrutura florística e fitossociológica da vegetação podem ajudar a apontar as espécies arbóreas mais adaptadas às diversas condições da área local, bem como aquelas indicadoras do estado de conservação nas diversas unidades fitogeográficas. Deste modo, os objetivos do presente estudo foram: a) avaliar a condição da formação vegetal ribeirinha da sub-bacia do Córrego do Cintra, existente em dois períodos (1984 e 2008) e em diferentes gradientes topográficos, utilizando-se imagens de satélite; b) caracterizar aspectos da estrutura da vegetação ribeirinha; c) avaliar e monitorar os impactos provocados pelas fontes de poluição pontual e difusa na qualidade da água do Córrego do Cintra. As questões do estudo a serem respondidas são: A) Qual o nível de degradação da formação ribeirinha; B) Quais os impactos provocados pelo uso e ocupação do solo na qualidade da água? C) Existem fontes pontuais e/ou difusas de contaminação da água do córrego? D) Que áreas seriam prioritárias para ações de revegetação ou restauração?

No capítulo seguinte, serão abordados aspectos gerais do SIG (Sistema de Informação Geográfica) e o uso de imagens de satélite através do programa Arc Gis para auxiliar no monitoramento ambiental em bacias hidrográficas e a influência da mata ripária sobre a qualidade da água de um córrego, bem como o processo de sucessão ecológica ocorrentes em áreas perturbadas.

4.0. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. O SIG como ferramenta de planejamento ambiental

Sensoriamento Remoto é a ciência e a arte de se obterem informações sobre um objeto, área ou fenômeno, através da análise de dados coletados por aparelhos denominados sensores, que não entram em contato direto com os alvos em estudo (CREPANI, 1983). A utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento e transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves, e etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra, em suas mais diversas manifestações.

A partir do lançamento dos primeiros satélites de recursos naturais, iniciou-se efetivamente uma nova fase em gestão ambiental. Esta fase foi caracterizada pelo uso de imagens orbitais como fonte primária de dados, possibilitando a geração periódica e sinóptica de informação sobre a superfície, além de disponibilizar produtos relativamente mais acessíveis à comunidade científica e aos usuários em geral, quando comparados às fotografias aéreas obtidas a partir de vôos aerofotogramétricas (BATISTELLA et al, 2008) Na última década, muitos satélites de sensoriamento remoto têm sido desenvolvidos e lançados com altas resoluções espaciais, fornecendo a países como os do Caribe um instrumento apropriado para sua gestão ambiental. Essa evolução permite uma visão sinóptica e multitemporal, ou seja, de conjunto e dinâmica sobre a ocupação do espaço geográfico, em que elementos da paisagem como a vegetação, a água, o relevo e os usos da terra podem ser mapeados e monitorados (BATISTELLA e MORAN, 2008).

O sensoriamento remoto é um dos mais importantes fontes de dados

utilizados pelo Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), pois desempenham hoje um papel muito importante na segunda fase do processo, isto é, no inventário e na manipulação de dados, auxiliando notavelmente na tomada de decisões.

As aplicações dos SIG's são incontáveis, podendo-se citar como exemplos: monitoramento e análises ambientais, planejamento do uso da terra; manejo de recursos naturais; projetos de engenharia (transporte, irrigação, mineração, etc); manejo florestal.

4.1.1. SIG ArchGis

ArcGIS é a denominação de um conjunto de *softwares* de geoprocessamento e é possível criar bases de dados georreferenciadas, a partir de mapas, imagens de satélite, fotografias aéreas, dados de campo ou importando de outros formatos; abrir e navegar através das bases de dados, alterando a aparência de cada *layer*, de forma a produzir mapas com design profissional; realizar buscas e consultas, de acordo com a região geográfica ou com os atributos da base de dados, fazer medidas planimétricas ou cálculos de área, distância, proximidade, etc.; Além destes módulos básicos, existem outros módulos adicionais, as chamadas “Extensões”, que contêm ferramentas adicionais para usuários que tem necessidades específicas, como trabalhar em ambiente 3D, gerar superfícies a partir de pontos amostrais, realizar classificações de imagens de satélite, etc.

Nas Aplicações Ambientais, o monitoramento do uso e ocupação do solo através de *softwares* da ESRI, a IMAGEM desenvolve sistemas de monitoramento da cobertura do solo, baseados em imagens de satélite. No Planejamento Ambiental, o Sistemas GIS podem ser utilizados para o gerenciamento de bacias hidrográficas, de unidades de conservação, para o zoneamento ecológico econômico e para o planejamento regional integrado. Em um GIS os mapas digitais de geologia, geomorfologia, solos, declividade, entre outros, pode ser cruzados para permitir a avaliação de potenciais, fragilidades, riscos ambientais e nortear a ocupação dos territórios de acordo com a legislação aplicável (ESRI... 2012)

4.1.2 Sistema de informação geográfica (SIG) no monitoramento ambiental de bacias hidrográficas

A bacia hidrográfica representa uma unidade de análise fundamental na geomorfologia por se constituir na superfície de coleta e recipiente de armazenagem da precipitação, configurando o sistema através do qual a água e os sedimentos são transportados para o oceano ou lago interior. Assim, a bacia hidrográfica torna-se a unidade de trabalho ideal para o planejamento de exploração que contemple a integração de recursos naturais e aspectos socioeconômicos, dentro de uma perspectiva de renda para o agricultor e de preservação ambiental. O conceito de manejo integrado de bacias hidrográficas pressupõe planejar e implantar as práticas conservacionistas considerando-se o contexto das bacias e não nas propriedades isoladas, assim a unidade de planejamento passa a ser a bacia hidrográfica. (SANTANA, 2004).

A implementação de um SIG, que visa diagnosticar e gerenciar estudos hidrológicos e hidrogeológicos, exige a obtenção e manipulação de uma grande variedade de informações, tais como, parâmetros hidrológicos básicos, geologia, cobertura vegetal, climatologia e uso da água, dentre outras. (CALIJURI et al., 1998). Na análise das bacias de drenagem, a incorporação de uma base de dados em um SIG auxilia na formulação da diagnose ambiental, tendo em vista a grande quantidade de informações trabalhadas e de dados gerados, otimizados pela automação dos sistemas atualmente disponíveis.

Para se executar o monitoramento agrícola de uma região é necessário o mapeamento das áreas em estudo, o qual se constitui instrumento imprescindível para representar as diferentes informações temáticas, as potencialidades naturais relativas ao meio físico e o uso atual do solo (BUCENE, 2002).

4.2. Formações florestais ribeirinhas: matas ciliares

Na bacia hidrográfica existe uma área muito sensível e imprescindível para o bom funcionamento e manutenção da integridade física e qualidade da água produzida, e, por esta razão, é uma área que deve estar permanentemente protegida por vegetação: trata-se da zona ripária (AB'SABER, 2001).

As formações florestais ribeirinhas não se constituem como um tipo vegetacional único, já que apresentam fisionomias distintas, condições ecológicas

heterogêneas e composições florísticas diversas, com valores de similaridade baixos entre si, tendo em comum apenas o fato de ocorrerem na margem de um curso d'água de drenagem, definida ou não (RODRIGUES, 2001). Assim, a expressão florestas ciliares envolve, de forma genérica, todos os tipos de vegetação arbórea vinculada à beira de rios (floresta de galeria, várzea, ripária, etc) e a presença de mosaicos é determinada pelas condições pedológicas, altitudinais, clima e regime hídrico dos rios e cursos d'água. A inter-relação destas com as matas adjacentes aos cursos d'água e a influência do fluxo gênico vegetal e animal resultam em uma heterogeneidade característica dessas formações (AB'SABER, 2001).

O mosaico florestal se torna ainda mais complexo quando consideramos a dinâmica sucessional dessas formações ribeirinhas, que apresentam particularidades em função das alterações vegetacionais promovidas pela elevação do curso d'água ou do lençol freático, com conseqüente deposição de sedimentos, soterramento ou retirada da serrapilheira e do banco de sementes, pelo desempenho diferencial das espécies ao encharcamento etc., que atuam como elementos naturais de perturbação nas áreas ribeirinhas. Assim, devido à heterogeneidade ambiental, a terminologia usada para as áreas ribeiras normalmente são usados para a designação dessas formações e buscavam associação da fisionomia vegetacional com a paisagem regional. Por exemplo, no domínio dos cerrados, campinas, caatinga, campos, etc. com os quais coexistem as florestas galerias e veredas e onde a vegetação de interflúvio (não ciliar) não é florestal. Já o termo floresta ripária é usado quando a vegetação do interflúvio é tipicamente florestal (floresta atlântica, floresta amazônica, floresta estacional etc.) (RODRIGUES, 2001). Nas matas ciliares (galerias, ripárias etc.), a ciclagem de nutrientes é bastante complexa e de difícil quantificação. Nos estudos de Vital et al. (2004), observou-se pouca variação no estoque acumulado de nutrientes na superfície do solo no período de um ano, devido à rápida velocidade de decomposição da serrapilheira e aproveitamento dos nutrientes produzidos, demonstrando importante papel nessas áreas.

O princípio básico em hidrologia florestal é o de que a produção de água e o regime fluviométrico de uma bacia hidrográfica são significativamente influenciados pela presença da cobertura florestal. Segundo Lima e Zakia (2001), as matas ciliares ocupam as áreas mais dinâmicas da paisagem, tanto em termos hidrológicos, como ecológicos e

geomorfológicos. As alterações devem ocorrer ao longo do curso d'água em termos de estrutura, composição e distribuição espacial.

4.3. Influência da mata ciliar sobre a qualidade de água de um córrego

O processo de colonização ocorrido na região hidrográfica do Sudeste do Brasil foi marcado por um intenso desmatamento para implantação de atividades agrícolas, seguido da instalação de atividades industriais e a expansão de grandes aglomerados urbanos. De modo geral, o que se observa nas áreas rurais é um grande passivo ambiental decorrente do desmatamento ocorrido ao longo do processo de colonização da região, da persistência das práticas agrícolas não conservacionistas e a recuperação ambiental ainda insuficiente de áreas degradadas para reverter os passivos ambientais acumulados (ANA, 2012)

As áreas desmatadas e as que tiveram a proteção natural perdida por qualquer motivo estão sujeitas à ação da dupla enxurrada-erosão, em que a primeira é a causa e a segunda, o efeito. Ao contrário do movimento lento das águas infiltradas, de longa duração e movimentando águas límpidas, as enxurradas são de duração curta, mas de alta erosividade, com vazões caudalosas e águas barrentas, portadora dos sedimentos erodidos, causando enchentes que, embora de curta duração, deixam a terra ferida pela erosão nas partes altas, e sedimentos e estragos por onde ocorre sua passagem. (SANTANA, 2004).

A qualidade da água dos rios é resultado da interação entre o clima, a geologia, o solo e a vegetação da bacia hidrográfica. Em regiões onde há atividades antrópicas intensivas, como a pecuária e agricultura, o solo contribui efetivamente para as características químicas, físicas e biológicas da água.

No meio rural, a qualidade da água fica comprometida em função das cargas excessivas de sedimentos e nutrientes nos corpos hídricos resultantes dos processos erosivos desencadeados pelo desmatamento, sobretudo das matas ciliares, e pelo manejo inadequado do solo. As áreas mais preservadas normalmente se encontram em áreas de relevo pouco propício à instalação de atividades antrópicas (ANA, 2012).

Como as áreas florestadas não perturbadas são condição desejada do ponto de vista da proteção dos recursos hídricos, o monitoramento hidrológico de uma sub-bacia com vegetação natural remanescente serve de referência para a comparação com outras impactadas (DONÁDIO et al, 2009). Segundo estudos realizados pelos mesmos autores, nos

períodos de amostragem para análise da qualidade da água nas nascentes com vegetação natural remanescente, nas Áreas de Preservação Permanente (APP) foram obtidos resultados de melhor qualidade da água do que nas nascentes com uso agrícolas (cana-de-açúcar).

A floresta ciliar em uma sub-bacia hidrográfica e a manutenção da qualidade da água estão em função da estabilidade do solo das áreas marginais e da regularização do regime hídrico. Quanto a influência no lençol freático, pode-se dizer que funciona como um filtro do escoamento superficial, protegendo os cursos d'água da entrada de adubos e defensivos agrícolas, além de fornecer alimento para a fauna aquática e silvestre ribeirinha (DIAS et al., 1998). Assim, alterações de grande porte na composição e estrutura desta vegetação podem vir a causar sérios danos na integridade das comunidades de riachos tropicais.

4.4. Enquadramento e padrões de qualidade da água aplicados às sub-bacias

O enquadramento dos corpos d'água é o estabelecimento do nível de qualidade a ser alcançado ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo. À luz da Lei nº 9.433/1997, o enquadramento busca “assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas” e a “diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes” (ANA, 2012).

Para avaliar a qualidade da água disponível aos usuários, é preciso relacionar os dados obtidos das análises da mesma com um critério de qualidade, segundo a sua finalidade. O enquadramento dos corpos de água em classes, de acordo com a qualidade a ser pretendida ou mantida, é um dos instrumentos mais importantes para a gestão de uma bacia hidrográfica. Muitos corpos de água doce, em território nacional, são classificadas segundo a qualidade requerida para seus usos (BRASIL, 2005). Em geral as águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em usos comuns do dia-a-dia das pessoas e para isso, a Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, em seu Art. 9º, dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos estabelecidos pelos órgãos do governo. No Art. 10º é descrito que as classes dos corpos de água serão estabelecidas por uma legislação ambiental específica (BRASIL, 1997). Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces dos rios serão classificadas como Classe II, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente,

segundo o Art. 42º do CONAMA (BRASIL, 2005). Segundo a mesma Resolução, no artigo 4º, capítulo III, estão enquadradas as águas dos rios que podem ser “destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como a natação, esqui aquático e mergulho, conforme a Resolução CONAMA nº 274, de 2000; 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; e à aqüicultura e à atividade de pesca”.

4.5. Sucessão ecológica

Todos os ecossistemas estão sujeitos a distúrbios naturais ou antrópicos que promovem mudanças nos mesmos em maior ou menor grau. O processo de sucessão é ao mesmo tempo contínuo e mundialmente distribuído, e ocorre em taxa variável em todas as áreas que são temporariamente perturbadas. Pode iniciar-se em *habitats* recém - formados (sucessão primária) ou em *habitats* já formados e perturbados (sucessão secundária). O tempo necessário para uma sucessão ocorrer de um habitat perturbado até uma comunidade clímax (espécies adulta ou madura) varia com a natureza do clima e a qualidade inicial do solo (TOWNSEND et al., 2006).

Algumas classificações de grupo de espécies ou grupos ecológicos sucessionais apresentam maior detalhamento sugerindo subdivisões na dicotomia entre espécies pioneiras e espécies clímax. Segundo Budowski (1965, 1970) apud Martins (2009), agrupou as espécies em pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climax, obedecendo um gradiente de tolerância ao sombreamento do dossel nas florestas tropicais. A trajetória da sucessão da comunidade inicial (pioneira e secundária inicial) evolui de modo que a complexidade estrutural, biomassa, riqueza e diversidade de espécies aumentam no tempo até a fase clímax ou madura, e que as comunidades inicialmente constituídas por espécies heliófilas, de rápido crescimento, reprodução precoce e ciclo de vida curto vão sendo substituídas por outras mais tolerantes à sombra, de crescimento lento, reprodução tardia e ciclo longo até atingir a maturidade (climax). O tamanho de sementes, síndromes de dispersão, dormência e germinação e, densidade da madeira são ainda descritas para separar os grupos de espécies característicos de cada fase sucessional.

Os grupos iniciais (pioneira e secundária inicial) melhorariam as

condições ecológicas da área perturbada, favorecendo o estabelecimento de espécies tardias, assim atuando como facilitadoras do processo. Na inibição desse processo, elas monopolizariam os recursos, reduzindo o avanço da sucessão e, na tolerância, praticamente não interfeririam no recrutamento e crescimento das espécies de estádios mais avançados da sucessão (MARTINS, 2009). Estas afirmações fazem parte de três modelos alternativos de sucessão (facilitação, tolerância e inibição) proposto por Connell e Slatyer (1977) apud Martins (2009).

A classificação de espécies em grupos ecológicos utiliza critérios que diferem de um autor para outro, o que poderia levar algumas espécies a serem classificadas em grupos distintos. Além disso, dependendo das suas características genéticas e ambientais, elas podem se comportar de maneira diferente. O relevo, face de exposição do fragmento e a declividade do mesmo influenciam a quantidade de luz recebida, o que se faz importante para o recrutamento de espécies de distintos grupos ecológicos (TABARELLI e MANTOVANI, 1997). Os mesmos autores acreditam que seus estudos estão de acordo com a predição feita por Connell e Slatyer (1977) apud Martins (2009), segundo os quais as espécies primárias (tolerantes à sombra) podem regenerar clareiras grandes e pequenas, desde que o distúrbio (alteração ambiental) não seja muito severo. Este pode ser o caso das grandes clareiras que, em função de suas localizações, nunca recebem luz solar direta em seus interiores, apresentando condições ambientais similares às observadas nas pequenas.

Nos estudos de Fonseca e Rodrigues (2000), SÃO PAULO (2001), Cardoso-leite et al. (2004), Alcalá et al. (2006), Guaratini et al. (2008) e Cardoso-leite e Rodrigues (2008), as espécies de estádios finais de sucessão foram denominadas como secundárias tardias e não como climácicas, pois, segundo os autores, em função da deciduidade, praticamente nenhuma espécie arbórea de florestas semidecíduais paulistas apresenta as características descritas para as espécies climácicas encontradas nas Florestas Pluviais Tropicais, por exemplo, conforme Budowski (1965) apud Martins (2009).

A seguir, há a apresentação da descrição da área de estudo, a metodologia utilizada para a caracterização florística da floresta ripária, para a determinação dos parâmetros de qualidade da água do Córrego do Cintra, bem como para as análises de metais mais tóxicos e defensivos agrícolas.

5.0. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Caracterização da área de estudo

5.1.1. Localização

O estudo foi realizado no município de Botucatu, localizado na região centro-sul do Estado de São Paulo, na margem sul do Rio Tietê, distante 234 km da capital entre as coordenadas geográficas 22°52'20" S e 48°26'37" W (FIGUEIROA, 2008).

A sub-bacia do Córrego do Cintra está localizada na região noroeste da cidade de Botucatu e é parte integrante da sub-bacia do Rio Araquá. O Córrego do Cintra nasce dentro do Campus da UNESP de Rubião Junior e segue seu fluxo ao norte até a Bacia Hidrográfica do Tietê (GRALHÓZ e NOGUEIRA, 2006); está situada na zona 22S entre as coordenadas planas e pelo Sistema de Projeção UTM (Universal Transversal de Mercator) no *datum* Córrego Alegre (X)754000 a 758000 e (Y) 7466000 a 7471000, com uma área total de 1.136,8ha (Figura 1).

Para a análise de qualidade da água do Córrego do Cintra foram coletados dados de 8 pontos, demarcados em locais diferentes no mapa e escolhidos estrategicamente, de acordo com a facilidade de acesso, sendo que os pontos P₁, P₂, P₃, P₄, P₅ e P₆ estão dentro desta sub-bacia do Cintra e P₇ e P₈ estão à jusante da foz, que é divisor de águas da sub-bacia do Rio Araquá, onde está localizado o complexo de cachoeiras do Parque Ecológico Pavuna. Todas as figuras apresentadas no presente estudo foram geradas através do SIG Arc GIS, um conjunto de softwares de geoprocessamento obtidas através de imagem orbital.

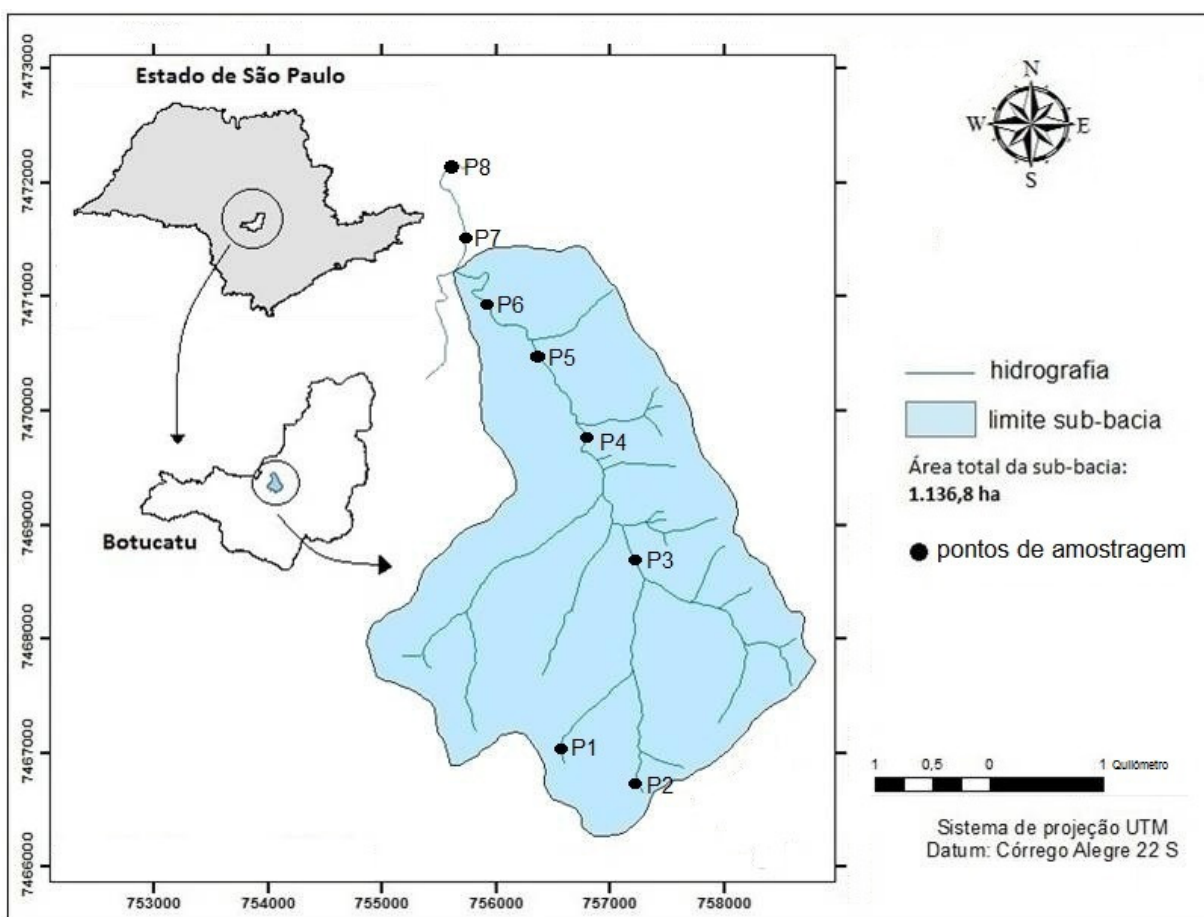


Figura 1. Localização da área da sub-bacia do córrego do Cintra, sua rede de drenagem, bem como dos 8 pontos de coleta de água

5.1.2. Relevo

O relevo de Cuestas é encontrada na África do Sul, Canadá, Europa, México, Índia e Austrália e no Brasil abrange os estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná. Na região de Botucatu, a Cuesta apresenta algumas peculiaridades que o torna único no mundo pela linha de separação de 80km e a extensa área entre o topo (reverso) e a baixada (depressão periférica), pela cobertura e diversidade original da flora no Front e pela riqueza paisagística inigualável na região (SOUZA, 2005a).

O relevo é caracterizado por uma divisão abrupta proporcionada pelo Front da Cuesta, dividindo o município em Cuesta e depressão periférica, onde as altitudes variam entre 700 a 920 metros e de 400 a 600 metros, respectivamente, em relação ao nível do mar, com declividades variando entre suave a ondulado, de acordo com as classes de

declividade propostas pelo Sistema Brasileiro de Classificação Solos (EMBRAPA, 2006). Nos estudos de Araujo Jr et al. (2002), sobre a caracterização fisiográfica de 10 sub-bacias do Rio Capivara, em Botucatu SP, e nos de Belluta et al (2009) e de Silva (2011), realizados na sub-bacia do córrego presente na área em que se deu este estudo, mostram que a classe de declividade predominante na região é de suave-ondulado (3 a 6%) a ondulado (12 a 20%), como mostra a Figura 2.

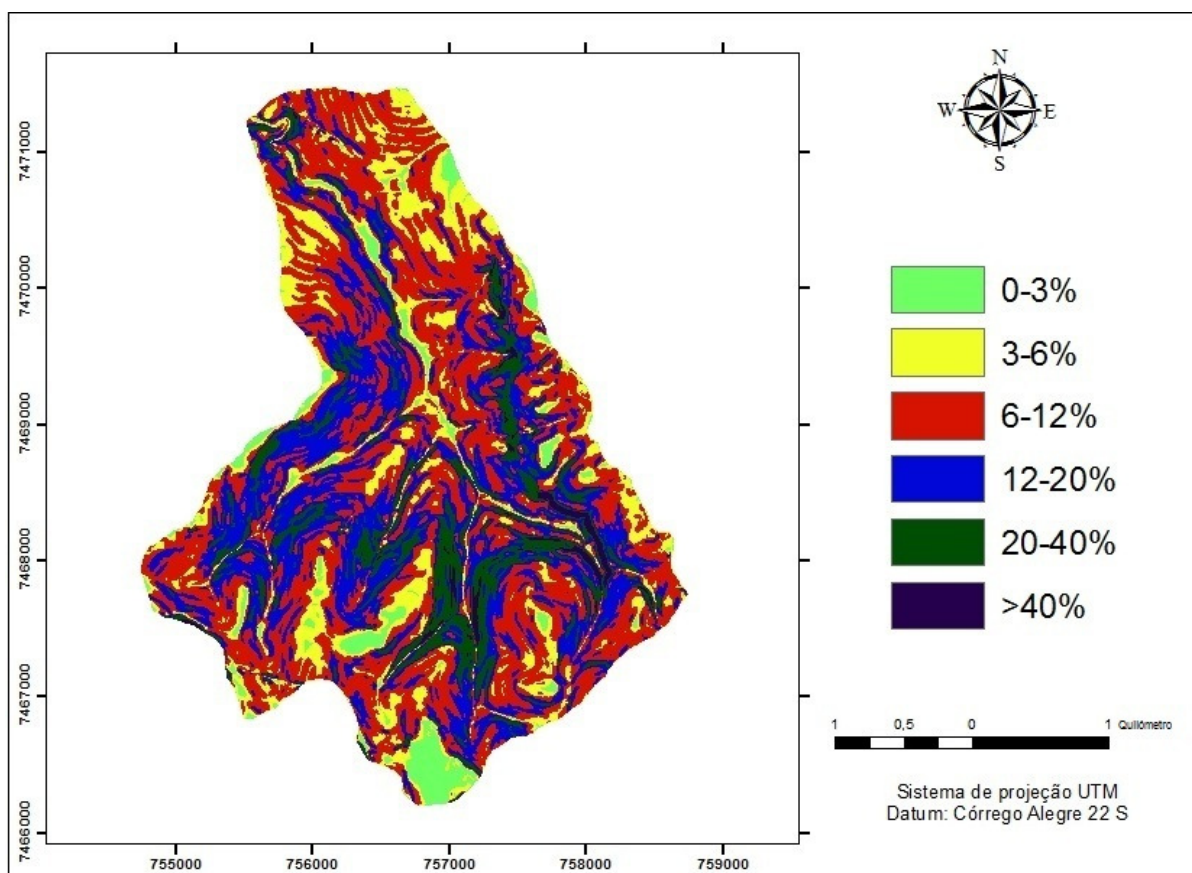


Figura 2. Declividades da sub-bacia do córrego do Cintra (obtida de imagem de satélite de 2008)

A Figura 3, apresentada a seguir, mostra a sub-bacia hidrográfica do Rio Araquá, localizado entre os municípios de São Manuel e Botucatu, com área de 27.430ha e rede de drenagem com 274km, com foz no Rio Tietê. O relevo, na parte alta, apresenta declividade variando entre suave a ondulado, e na parte baixa entre suave a suave-ondulado. Na porção da sub-bacia compreendida pelo Front, os declives são acentuados, chegando entre

75 e 100%, sendo que nas áreas de domínio do Front atingem 20 a 40% de declividade (SILVA, 2011).

Cada bacia hidrográfica se interliga a outra de maior tamanho, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. As bacias hidrográficas maiores são resultantes do conjunto de pequenas bacias (SANTANA, 2004). Assim, o Córrego do Cintra, situado na parte sul e no reverso da Cuesta de Botucatu, é parte integrante da sub-bacia do Araquá e este integrante da Bacia Hidrográfica do Tietê. O estudo da sub-bacia do Córrego do Cintra tem grande importância em relação a sua contribuição impactante ou não na sub-bacia adjacente, bem como na eutrofização do seu afluente maior, o Rio Tietê.

A análise topográfica da sub-bacia do Córrego do Cintra mostra que os tributários e o eixo principal do córrego dessecam a região e correm em direção à baixada (depressão periférica) sentido norte (reservatório da Barra Bonita: Rio Tietê) e o desnível entre os pontos de amostragem 1 e 8 atinge 235m, o que favorece a oxigenação e a auto-depuração de suas águas. De acordo com Silva (2011), que realizou seus estudos na sub-bacia do Araquá, pode-se compreender o comportamento do processo do escoamento da água na sub-bacia bem como de suas propriedades hidrológicas ou mesmo a sensibilidade do terreno a processos erosivos. No aspecto florístico da sub-bacia, pode-se observar as diferentes fisionomias vegetais (Figura 5) em função da altitude no sentido da nascente à foz do Córrego do Cintra.

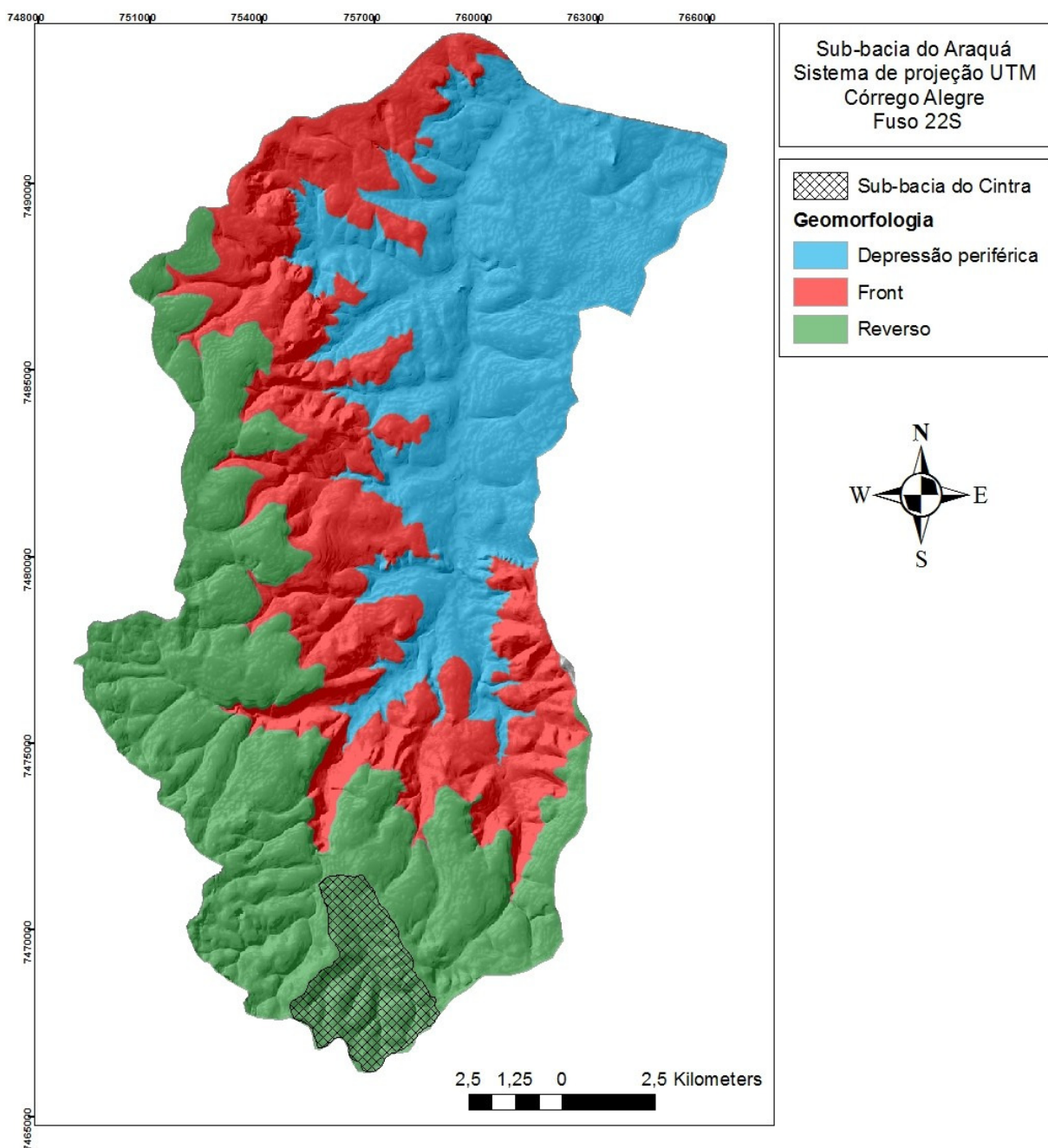


Figura 3. Caracterização geomorfológica das sub-bacias hidrográficas do Rio Araquá e Cintra. Adaptado de Silva (2011)

5.1.3. Clima

As condições de relevo bastante diversas e a posição geográfica, próxima ao Trópico de Capricórnio (sul do município), contribuem para dificultar o estabelecimento de um tipo climático padrão. Contudo, segundo classificação de Köppen,

alguns autores classificam o clima como mesotérmico, atribuindo-lhe a designação de Cfa (chuvas relativamente abundantes e certas características de um regime litorâneo) (SOUZA et al, 2003). Para Tubelis et al. (1971) apud Souza et al., (2003), o regime de chuvas tem se mostrado variável, chegando a apresentar características continentais, o que sugeriria tipo climático tropical de altitude, identificada como Cwa.

Segundo os mesmos autores, o município de Botucatu está sob a ação de três grandes massas de ar que atuam diretamente na região centro-sul do Brasil: a Equatorial Continental, a Tropical Atlântica e a Polar Atlântica. A velocidade dos ventos são maiores nos meses de abril, outubro e dezembro e menores. em fevereiro, maio e junho, cujas direções predominantes são ESE, SE e SES, sendo as direções N, NEN e ONO, as de menores velocidades de ventos. De acordo com Figueiroa (2008), as temperaturas médias anuais são em torno de 19°C e os índices pluviométricos médios ultrapassam 1250 mm.

Assim, durante o período de amostragem a pluviosidade anual em 2007 foi de 1.292mm de chuva, em 2008 foi de 1.150mm de chuva e 2009 foi maior com 1.978mm chuva, dados esses obtidos no Depto de Recursos Naturais/Ciências Ambientais – FCA/Lageado – UNESP – Botucatu. Deste modo, pode-se esperar que as amostragens realizadas no período de 2009, para a maioria dos parâmetros de qualidade de água, sejam significativos devido ao aumento da pluviosidade em relação aos outros dois períodos. Possivelmente ocorrerá o aumento do escoamento superficial e o carreamento de sedimentos e contaminantes até a água do córrego em áreas desprovidas de mata ripária.

5.1.4. Solos

Os mapas de solos têm a função de informar a distribuição espacial, na paisagem, dos diferentes tipos de solos e auxiliar na caracterização da área de estudo.

De acordo com Figueiroa (2008), os solos vermelhos denominados Latossolo e Nitossolo vermelho (terra roxa) são originados da decomposição do basalto, considerados importantes na história de Botucatu, por estarem associados ao plantio do café amarelo, que no passado (1920), atingiu seu apogeu na região e tornou-se famoso em todo o país.

Segundo Silva (2011), em seus estudos sobre a identificação dos solos em níveis semidetalhado e detalhado da bacia hidrográfica do Araquá, na sub-bacia do

Córrego do Cintra os solos encontrados foram o Gleissolo Melânico distrófico (GMd), Gleissolo Háplico distrófico (GXd), Latossolo Vermelho distrófico (LVd), Latossolo vermelho eutrófico (LVe) e Neossolo Quartizarênico ótico distrófico (RQod) e Neossolo Flúvico (RYbd) (Figura 4). As respectivas áreas estão apresentadas na Tabela 1.

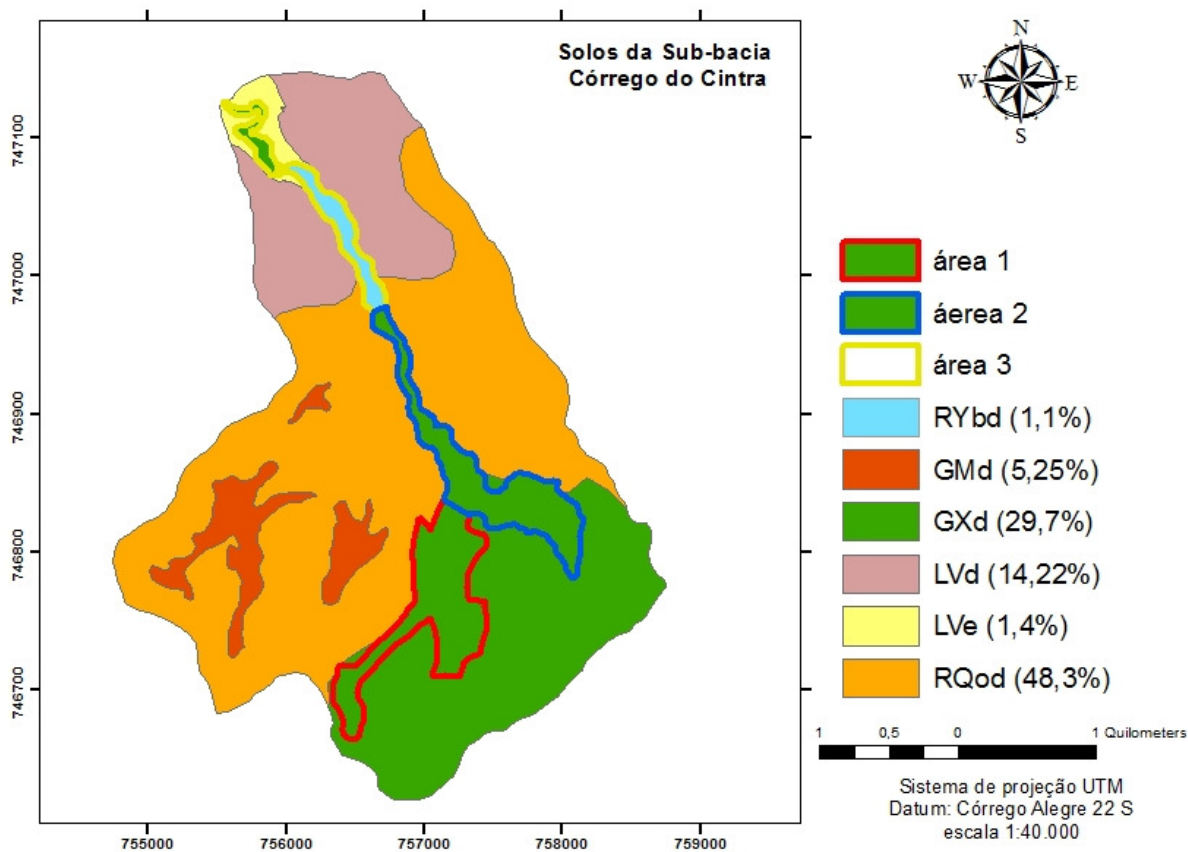


Figura 4. Carta de solos da sub-bacia do córrego do Cintra obtida através da imagem de satélite de 2008

Segundo análise feita por Silva (2011), na área de domínio da sub-bacia do córrego do Cintra ocorre o predomínio do neossolo Quartizarênico ótico distrófico, seguido de Gleissolo Háplico distrófico e Latossolo Vermelho distrófico, o que confirma as informações de Souza et al. (2003). Segundo Martins (2009), o solo é o produto da atuação do clima e dos organismos sobre o material de origem (rocha) ao longo do tempo, e, dessa forma, em diferentes condições climáticas e sobre a atuação de variados organismos, apresentar-se-a como fiel representante da diversidade ambiental, atuando como excelente descritor das comunidades de plantas arbustivas e arbóreas, das campestres às florestais. Desta

maneira, o estudo dos solos na sub-bacia do Córrego do Cintra será relevante, pois, dependendo do tipo, poderá apontar o adensamento de algumas espécies nativas da Floresta Estacional Semidecidual ou a influência do solo na qualidade da água, como é o caso da presença do metal Fe de origem basáltico encontrado na região.

Tabela 1. Dados da carta de solos da sub-bacia do Córrego do Cintra obtida através da imagem de satélite de 2008. Gleissolo Melânico distrófico (GMd) Gleissolo Háptico distrófico (GXd), Latossolo Vermelho distrófico (LVd), Latossolo Vermelho eutrófico (LVe) e Neossolo Quartzarênico ótico distrófico (RQod) e Neossolo Flúvico (RYbd).

Tipo de solo	Área Ha	Área %
RYbd	12,50	1,10
GMd	59,62	5,25
GXd	337,66	29,7
LVd	161,64	14,22
LVe	15,78	1,40
RQod	549,60	48,33

5.1.5. Hidrografia

As águas superficiais, no município de Botucatu, são drenadas por duas Bacias Hidrográficas: a do Rio Paranapanema, ao sul, e a do Rio Tietê, ao norte, ambos afluentes do Rio Paraná, integrantes, em âmbito continental, da Bacia Platina. O ponto mais elevado do divisor entre as duas bacias na região da “Cuesta” está situado a 900 m de altitude, no Distrito de Rubião Júnior, onde está localizada a sub-bacia na qual foi realizado este estudo. Na Bacia do Paranapanema, o Rio Pardo é o afluente mais importante para os municípios de Pardinho e Botucatu, pois além de nascer no topo da “Cuesta”, junto à cidade de Pardinho, a 1000 m de altitude, suas águas desempenham importantíssimo papel no abastecimento de águas dos dois municípios, através de suas represas de captação, administrada pela SABESP (CONTE, 1999). Já a Bacia do Tietê, segundo o Programa de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, está integrado ao CBH-SMT - Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê. A região de Botucatu, com 21 CBHs, faz parte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-10) e está

localizada na sub bacia do Médio Tietê Inferior, numa área de 4.280 km² (SÃO PAULO, 2012). O Rio Tietê é o único grande curso d'água paulista que atravessa a linha da “Cuesta” e atinge os limites ocidentais do estado. Ao contrário de outros rios, o Tietê se volta para o interior do Estado de São Paulo, num percurso de 1.140 Km da nascente até chegar ao rio Paraná, na divisa do Mato Grosso do Sul (SOUZA et al., 2003). A maior parte dos rios integrantes da bacia do Tietê são responsáveis pelo mais intenso trabalho erosivo e vitimado por fontes poluidoras, residenciais e industriais, registrados em terras do município. Dentre eles, os mais importantes são os afluentes do ribeirão Lavapés, Rio Araquá e Alambari, sendo que ambos desaguam no rio Capivara e, conseqüentemente, atingem o reservatório do Tietê. O Córrego do Cintra, sub-bacia integrante da sub-bacia do Araquá, recebe efluente tratado oriundo da ETE-SABESP situado à jusante do Campus da Unesp de Rubião Júnior, além de sofrer influência do uso e ocupação do solo no seu percurso, pode estar contribuindo com o processo de eutrofização neste reservatório. Estes cursos d'água seguem a direção S-N ou SO-NE ou ainda SE-SO. (SOUZA et al., 2003).

5.2. Alocação das unidades amostrais no fragmento florestal e pontos de amostragem de água

A área de amostragem para análise florística foi estabelecida em três transecções do fragmento de mata nativa, ao longo do Córrego do Cintra e principais tributários que apresentaram mata ripária mais representativa na sub-bacia (Figura 5). Foram demarcadas na parte inferior - sul (área 1), na parte central (área 2) e na parte superior - norte (área 3), conforme mostra a figura obtida através de imagens de satélite, de 1984 e 2008, cujas áreas correspondem respectivamente a 62,4, 42,4 e 30,7ha (Figuras 5 e 6). Para as amostragem destinadas a análise de qualidade de água foram demarcados pontos de amostragem de acordo com a facilidade de acesso, sendo 6 pontos estão localizados dentro da sub-bacia (P₁ a P₆) e 2 pontos na sub-bacia adjacente (P₇ e P₈). Estes pontos estão situados na zona 22S entre as coordenadas do Sistema de Projeção UTM datum Córrego Alegre como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Pontos de amostragem e as coordenadas UTM no Córrego do Cintra

Pontos de amostragem	Coordenada (X)	Coordenada (Y)
P ₁	756533	7567220
P ₂	757150	7467188
P ₃	757034	7468889
P ₄	756553	7470016
P ₅	755995	7470852
P ₆	755522	7471376
P ₇	755450	7472036
P ₈	755507	7473015

5.3. Histórico de uso e ocupação das áreas de estudo

A delimitação de cada uma das áreas foi elaborada através de imagem orbital do ano de 2008 (Figura 5) e sua descrição foi realizada pela observação *in loco*, somada aos relatos de antigos proprietários das áreas adjacentes.

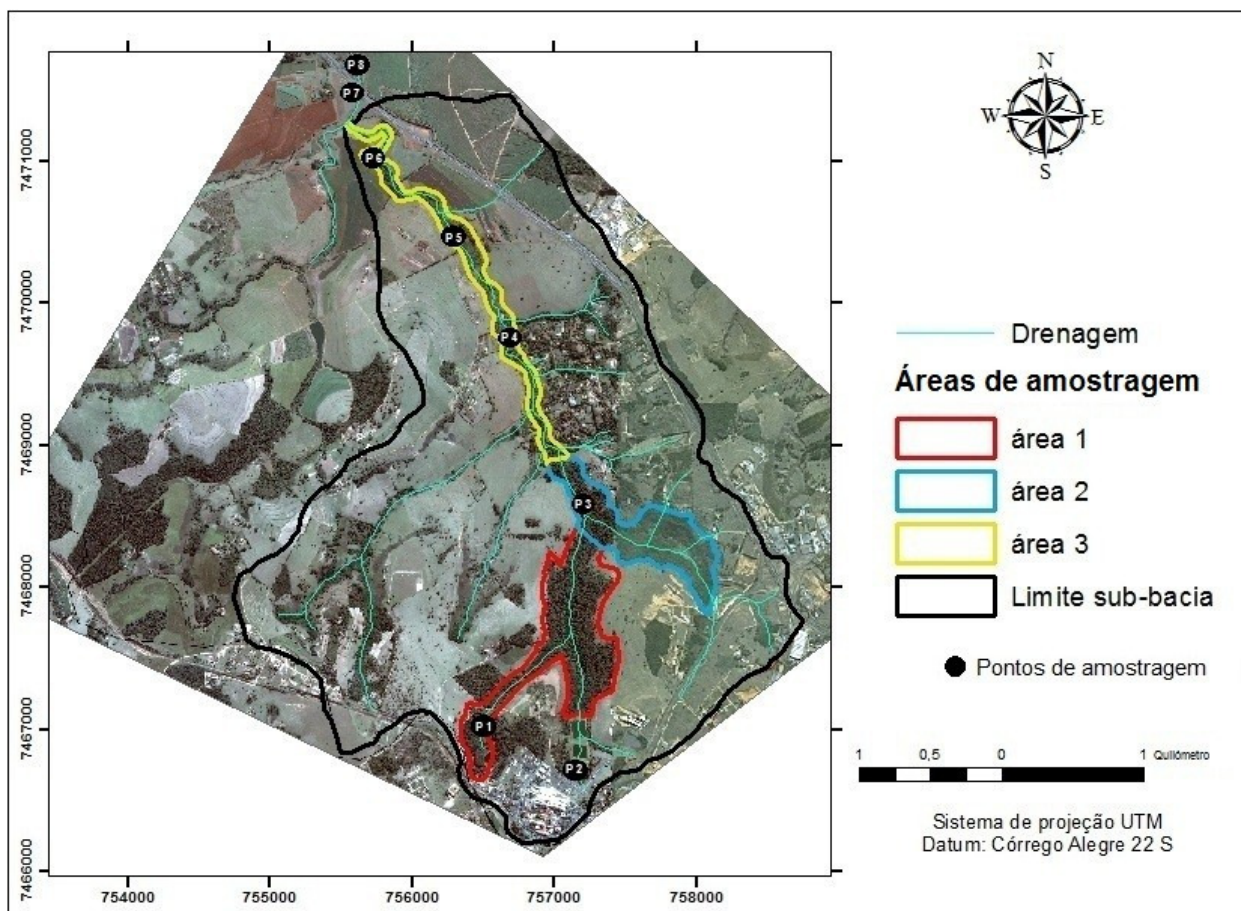


Figura 5. Áreas do levantamento florístico da sub-bacia do Córrego do Cintra (2008) e os pontos de amostragem de água para análise

5.3.1. Área 1

A área 1 apresenta 2 nascentes. A primeira é considerada difusa por apresentar vários “olhos d’água” e estar localizada sob um lago, no Jardim Botânico, (JB-IBB) no Campus de Botucatu (P₁). No seu entorno em áreas adjacentes ocorre grande número de indivíduos de uma espécie exótica (eucalipto) que, atualmente, estão sendo substituídas por meio de reflorestamento com uso de espécies nativas, visando recompor a mata original. Segundo Gralhóz e Nogueira (2006), à jusante do lago ocorreu o lançamento de todo o esgoto gerado no *Campus* da Unesp e no Distrito de Rubião Júnior até o ano de 2000, antes da construção da estação de tratamento (ETE – SABESP). Para avaliar a qualidade da água nas proximidades da primeira nascente, foi selecionado P₁, localizado a 300 metros à jusante do lago (Figura 6). Mesmo após a reintegração do esgoto ao sistema tronco da ETE-SABESP em

2000 e no mesmo local, os autores Belluta et al (2008, 2009 e 2010) ainda encontraram sinais de presença de esgoto *in natura* e odor característico nas amostragens, cujas análises de qualidade de água, também confirmaram sua presença. Segundo o mesmo autor, existe ainda lançamento de efluente no córrego a jusante do P₁



Figura 6. Localização dos pontos de amostragem de água (P₁ e P₂) na área 1

A segunda nascente está localizada à jusante (10m) da Estação de Tratamento de Esgoto pelas Lagoas de Estabilização - ETE – SABESP (P₂). De acordo com Gralhóz e Nogueira (2006), os trabalhos de terraplanagem e canalização da nascente (Figura 7), referentes à construção da ETE, tiveram início em 1997 e todo o efluente tratado e segue rumo norte, através do Córrego do Cintra.

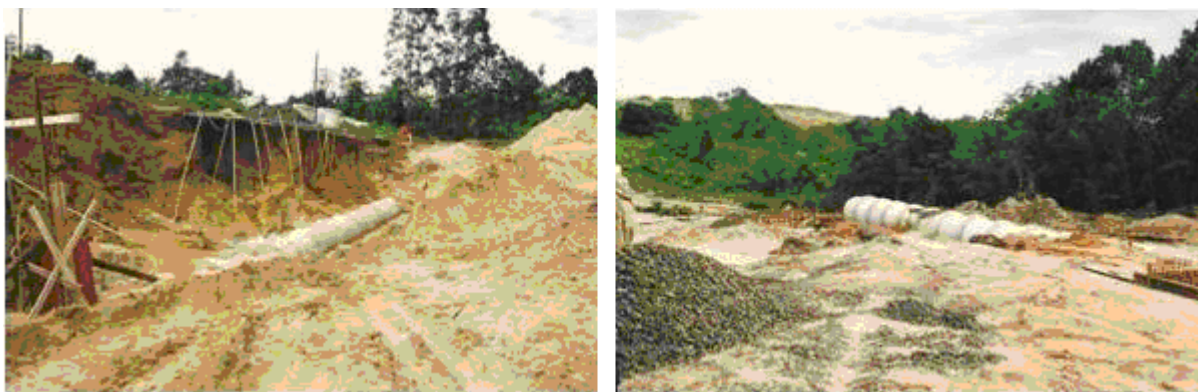


Figura 7 – Construção da ETE - SABESP e canalização da nascente no P₂

Na região de Botucatu a formação florestal original era constituída pela Floresta Estacional Semidecidual, característica do bioma Mata Atlântica, do qual faz parte. Este tipo de floresta caracteriza-se pelo clima tropical (18°C e 22°C) de duas estações, uma chuvosa na primavera e verão e outra mais seca no outono e inverno (FIGUEIROA, 2008). No presente estudo, o termo mata ripária será usado como sinônimo de mata ciliar devido a área de domínio da zona ripária da Floresta Estacional Semidecidual (RODRIGUES, 2001). Um fragmento de mata ripária na área 1, também chamada Mata do Butignoli, é caracterizada por áreas de pastagens e algumas construções rurais, além de estar próxima a outros fragmentos de vegetação, formando um corredor ecológico (Figura 8). Por ser uma APP e apresentar topografia variada ao longo do curso d'água, este fragmento aparentemente sofreu menor pressão antrópica (SILVA, 2010).

A APP na área 1 apresenta, somente em alguns pequenos trechos, limite inferior a 30m da margem do córrego, medida esta estabelecida pela legislação (BRASIL, 1965). Recentemente, no lado direito e à jusante do P₁ (Figura 6), iniciou-se um reflorestamento com cerca de 50 espécies diferentes, totalizando 2000 indivíduos arbóreos distribuídos em área de 1ha, aproximadamente (Figura 8). Na área 1 a mata ripária é densa, como mostra a imagem de satélite (Figura 5), e ocorre o predomínio de espécies raras como o *Calophyllum brasiliense* Cambess. (Guanandi), *Euterpe edulis* Mart. (Juçara), *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (Almecegueira), *Pera glabrata* (Schott) Poepp. ex Baill. (Sapateiro). Os levantamentos florísticos nas três áreas foram realizados entre 2010 e 2011.



Figura 8. Vista externa e interna da mata ripária na área 1, reflorestamento no seu entorno e estratos no interior da mata

5.3.2. Área 2

A área 2 apresenta também uma densa mata ripária e grande dificuldade de acesso, devido ao relevo acidentado. Apresenta influência do gado e da agricultura, com raras faixas isentas ou inferiores a 30m de mata ripária (Figura 9) que está em desacordo com o atual Código Florestal. Há a predominância de espécies nativas como o *Nectandra megapotamica* Mez. (Canela), *Cupania racemosa* Radlk. (Camboatã), *Cronton floribundus* Sprengel (Capixingui) e *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr. (Pau-jacaré).



Figura 9. Vista externa e interna da mata ripária na área 2 com maior grau de conservação

5.3.3. Área 3

Na área 3 foi observada reduzida mata ripária, com larguras inferiores a 30m de cada lado do córrego (APP), sob domínio de pastagem ao longo dos pontos 4, 5 e 6 (Figura 10) e área urbana à jusante do P₃ (bairro Vista Alegre). Na carta de solos da sub-bacia em estudo (Figura 4), em uma porção de solo à jusante do P₄ e a montante do P₅, em azul, observou-se *in loco* uma área de deposição de sedimento, plana e alagada, onde o leito do córrego pode mudar temporariamente. Trata-se de área de várzea de solo do tipo Neossolo Flúvico (RYbd) (Figura 11). Nas demais áreas prevalecem os mesmos solos encontrados nas áreas 1 e 2, o Gleissolo Háptico distrófico (GXd).

A vegetação arbórea é esparsa, com ocorrência predominante de espécies como *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (Maricá-de-espinho), *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera (Candeia), *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. (embira-de-

sapo), *Aloysia virgata* (Ruiz & Pav.) A.Juss (*Lixeira*) e há grande quantidade de gramíneas.



Figura 10. Vista externa na área 3 com maior grau de degradação, observa-se a dominância de *Mimosa bimucronata* (maricás-de-espinho).

No trecho inicial da área 3, na altura do bairro Vista Alegre e à montante do P₄ (Figura 5), foi encontrada alteração no leito do córrego (APP). Trata-se de uma edificação (concreto) antiga, usada na captação de água para a irrigação, através de roda d'água (Figura 11). À jusante do mesmo ponto, uma cerca construída no leito do córrego era usada para confinar o gado dentro da propriedade e com acesso a água.



Figura 11. Edificação no leito do rio, acesso do gado e áreas alagadas (APP) na área 3

As áreas 1, 2 e 3 identificadas na imagem de 2008 são iguais às de 1984, não caracterizando alterações em suas medidas nos dois períodos.

5.4. Estrutura da vegetação

Para avaliar a topossequência da Floresta Estacional Semidecidual, foi utilizado o método de distâncias ou de ponto-quadrante (COTTAM e CURTIS, 1956 apud

MORO e MARTINS, 2011).

Nas três áreas de estudo foram demarcados, paralela e longitudinalmente às margens direita e esquerda ao longo do córrego, transectos lineares com pontos estabelecidos sistematicamente e equidistantes a cada 10m, tomando-se o cuidado para que o mesmo indivíduo não fosse computado duas vezes. Em cada ponto amostral, para a determinação dos quadrantes, foi utilizada uma cruzeta (4 quadrantes) de madeira, que foi girada aleatoriamente junto a uma estaca de madeira fixada no local do ponto pré-determinado. Em cada quadrante foram amostrados os dois indivíduos (um superior e um inferior a 5m de altura) mais próximos do ponto amostral, sendo realizadas a identificação e medição das espécies, perfazendo o total de 8 indivíduos por ponto (MORO e MARTINS (2011).

Para a medição dos diâmetros foi utilizada uma suta de precisão e a altura foi estimada com o auxílio de uma vara graduada. Alguns indivíduos de espécies abundantes e bem conhecidas foram identificados no campo, enquanto os demais tiveram o material botânico coletado para posterior identificação. A herborização do material botânico foi feita no Herbário do setor de Ciência Florestal/DRN, Engenharia Florestal da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp Campus de Botucatu, Lageado, e incorporado à coleção de referência do seu acervo. Os dados foram computados em planilha eletrônica.

Foram estimados os parâmetros densidade relativa (DR), dominância relativa (DoR) e índice de valor de cobertura (IVC), obtidos da soma dos dois parâmetros relativos já citados (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974). A diversidade de espécies foi estudada com base nos índices de diversidade de Shannon-Wiener (H'), Pielou (J) e Simpson, conotação 1-D (MAGURRAN, 2004) e a similaridade pelo índice de similaridade de Jaccard e Sørensen (MULLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974), utilizando-se o programa Past. Foram geradas tabelas fitossociológicas, com todas as espécies amostradas em ordem decrescente de valor de cobertura, tendo sido registrado ao lado a família a que pertencem, seus nomes comuns, os números de indivíduos amostrados e os parâmetros fitossociológicos (MORO e MARTINS, 2011), com o objetivo de caracterizar a mata ripária da sub-bacia do Córrego do Cintra.

As espécies identificadas nos grupos sucessionais foram classificadas segundo seu estágio sucessional pioneiro, secundário inicial e secundário tardio, considerando-

se mais de 50% os indivíduos de um estádio como determinante deste (BUDOWSKI, 1970 apud MADERGAN, 2006). Foram consideradas “espécies sem caracterização” aquelas sobre as quais não foram encontradas citações na literatura e as exóticas. Serviram de referência para a classificação das espécies nesses grupos ecológicos, as informações contidas em Fonseca e Rodrigues (2000), SÃO PAULO (2001), Cardoso-leite et al. (2004), Alcalá et al. (2006), Guaratini et al. (2008) e Cardoso-leite e Rodrigues (2008). Na Tabela 4 estão relacionados todos os índices obtidos e a lista de espécies identificadas, de acordo com seu grupo ecológico segundo os autores acima citados.

Para a identificação do estádio de desenvolvimento de uma floresta, analisou-se a proporção relativa entre os números de indivíduos de espécies dos diferentes grupos. Este procedimento foi adotado por Dislich et al. (2001) e Cardoso-Leite e Rodrigues (2008), de acordo com Budowski (1970) apud Martins (2009).

Visando auxiliar na identificação do tipo aproximado ou da similaridade da vegetação será possível a comparação das áreas mais similares, empregando-se o índice de similaridade de Jaccard (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974), calculado com base em dados categóricos, e na presença e ausência das espécies (MARTINS, 2009 e CERQUEIRA et al 2008), cujos valores devem superar 50%. O índice varia de 0 (quando não há espécies comuns) a 1,0 (quando todas as espécies são comuns).

Para visualizar a distribuição vertical das copas das árvores foi elaborado um histograma com as classes de altura, sendo que a amplitude dos intervalos de cada classe estabelecida foi de dois metros, fechados à esquerda.

5.5. Os estudos hídricos

Esta etapa foi desenvolvida para qualificar as águas do Córrego do Cintra, considerando-se a água como indicador de qualidade ambiental. Para a efetuação dessa etapa, foi necessário:

- identificar os diferentes usos de solo no entorno do perfil longitudinal do córrego, bem como a facilidade de acesso aos pontos de amostragem localizados à jusante da desembocadura dos tributários;
- analisar a qualidade da água para classificá-la segundo os parâmetros propostos pela

Resolução 357, Classe II, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005) e pela Resolução 274 (BRASIL, 2000).

5.6. Variáveis de qualidade de água analisadas

Na Tabela 3 são apresentadas as variáveis, as metodologias e as referências utilizadas na análise das amostras de água.

Tabela 3. Variáveis de qualidade de água

Parâmetros	Aparelho e Modelo	Metodologia	Referência
Temperatura do ar e da água (°C)	Termômetro digital de campo pH máster: Gulton do Brasil Ltda	Leitura direta no display	Greenberg et al. (2005)
Olfatometria: cheiro	Uso do sistema olfativo do ser humano	Uso do olfato de um júri de 2 ou 3 pessoas no momento da coleta.	Greenberg et al. (2005) Carmo Jr. (2005)
Colorimetria: cor	Colorímetro DLNH-100, Del Lab	Método de comparação visual	Greenberg et al. (2005)
Turbidez	Turbidímetro Turbiquat, Merck modelo 1500T	Método Nefelométrico	Greenberg et al. (2005)
Conditividade Elétrica (CE) e pH	Condutivímetro digital Digimed e pHmetro digital Quimis, modelo Q400 Mt	Leitura direta no display	Greenberg et al. (2005)
Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	Bureta de vidro	Titulometria e Iodometria: Winkler modificado para determinação OD	Greenberg et al. (2005); Golterman et al. (1991); Cetesb (1989), Adad Tajra (1982)

Parâmetro	Aparelho e Modelo	Metodologia	Referência
Carbono Orgânico Total (COT)	Analizador TOC Shimadzu modelo TOC-v CPH/CPN	Carbono Orgânico Não Purgável	Greenberg et al. (2005) Shimadzu. (2001)
Cloretos (Cl ⁻)	Bureta de vidro	Titulometria pelo método do Nitrato de mercúrio	Greenberg et al. (2005) Voguel (1962)
Coliformes Termotolerantes e Totais	-	Diluição de Tubos Múltiplos	Greenberg et al. (2005)
Fosfato (PO ₄ ³⁻)	Espectrômetro Gênese 10 UV	Espectrofotometria Ácido Molibdicobismutofosfórico	Greenberg et al. (2005) Goldman e Hargis (1969) Watanabe e Onsen (1965)
Nitrogênio Total (NT)	Analizador TN Shimadzu modelo TNM-1	Quimiluminescente	Shimadzu (2001)
Metais mais tóxicos (Cu, Fe, Zn) Fotômetro de Chama (Ni, Cd, Pb) Forno de grafite	Espectrômetro de absorção atômica (AA – 6800 – Atomic Absorption Spectrophotometer, Shimadzu) e (Perkin Elmer, Analyst 700)	Espectrofotométrico de absorção atômica	Krug (2003), L'vov (1970) e Odier, 1978, Greenberg et al. (2005)
Herbicidas, Carbamatos e organofosforados	Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência-LC-MS/MS, Shimadzu, modelo Proeminence UFLC	Cromatográfico com Espectrômetro de massa	Queiroga (2009), Feinberg (2007)

5.6.1. Periodicidade e metodologia (ou técnica) de amostragem e preservação de amostras de água

O período das amostragens de água foi de Janeiro/2007 a Dezembro/2009, sendo que em 2007 foram realizadas bimestralmente e em 2008 e 2009, trimestralmente. Cada amostragem foi realizada após, pelo menos, 5 dias de estiagem para não comprometer a condição natural do ambiente pela diluição das águas das chuvas.

As amostras destinadas às determinações dos parâmetros físico-químicos, espécies químicas, metais mais tóxicos e defensivos agrícolas foram coletadas em frascos de polietileno de 2 litros de volume (a primeira água coletada serviu à lavagem dos frascos e a segunda à amostragem).

Para a determinação microbiológica, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos adequados e previamente esterilizados. Após a conservação em gelo, as amostras foram imediatamente levadas para análise no Departamento de Microbiologia e Imunologia /IB-UNESP, Campus de Botucatu.

As amostragens de água para análise de defensivos agrícolas foram realizadas em frascos de polietileno e envolvidos em papel alumínio, para manter a amostra livre de incidência de luz. Estas foram mantidas sob refrigeração durante o transporte, congeladas e, posteriormente, encaminhadas ao Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM), pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA/UNESP Campus de Botucatu/SP.

5.6.2.. Tratamento estatístico dos dados

Com o objetivo de verificar o comportamento de cada variável nos diferentes locais, foram realizadas análises de variância seguidas do teste de Tukey (Tukey's Studentized Range – HSD), no nível de 5% de significância. Os gráficos utilizados para apresentar a dispersão e assimetria dos dados das variáveis estudadas em função do período do experimento são do tipo Box-Whisker-plot (Gráfico de Caixas) que contém informações relativas ao primeiro quartil (25% dos dados estão abaixo desse valor), Mediana (50% dos valores) e terceiro quartil (75% dos valores), além de pontos discrepantes denominados *outliers*. As letras minúsculas comparam médias de períodos e as maiúsculas de pontos. Estes gráficos são representados por retângulos cuja base inferior representa o primeiro quartil, o

traço no interior representa a mediana e a extremidade superior o terceiro quartil (SOKAL e ROHLF, 1995). Desta maneira o Gráfico de Caixas exibirá um sumário completo dos dados de cada variável de forma simples.

A análise de componentes principais (PCA) é uma técnica multivariada de médias, na qual se verifica a capacidade de discriminação das variáveis no processo de formação de grupos (MORRISON, 1990). No PCA, a correlação da matriz dos 5 parâmetros físico-químicos (DBO_{520} , TOC, fosfato total, turbidez e CE) foi desempenhada para extrair os componentes principais em pelo menos dois períodos. Os demais parâmetros analisados no presente estudo não foram contemplados nesta análise por não estarem presentes em todos os períodos de amostragem.

6.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Estrutura da vegetação e composição florística do estrato arbóreo nas três áreas de estudo

A lista geral de espécies arbóreas encontradas e os principais índices fitossociológicos obtidos no fragmento de mata da sub-bacia do Córrego do Cintra, nas áreas 1, 2 e 3, estão apresentadas na Tabela 5. Todos os espécimes amostrados foram identificados até o nível de espécie. No total, foram registrados 2.241 indivíduos arbóreos, de 145 espécies, pertencentes a 55 famílias botânicas. Das espécies estudadas, somente três são exóticas: *Eucalyptus* sp (eucalipto) e *Pinus ellioti* (pinus), consideradas espécies arbóreas exóticas com alto grau de disseminação no Brasil (SANTANA e ENCINAS, 2008) e *Psidium guajava* L (goiabeira), considerada espécie exótica extra-brasileira por não ocorrer espontaneamente em território brasileiro sendo oriunda de outro país ou outro continente (SAMPAIO et al, 2011). Esta última, espécie frutífera (goiaba), está sendo usada para auxiliar na regeneração de APPs degradadas. Segundo a Resolução do CONAMA nº 429, artigo 5, § 3º de 28 de fevereiro de 2011, “espécies arbustivas exóticas de adubação verde ou espécies agrícolas exóticas ou nativas, até o 5º ano da implantação da atividade de recuperação das APPs, podem ser utilizadas como estratégia de manutenção da área em recuperação, devendo o interessado comunicar o início e a localização da atividade ao órgão ambiental competente que deverão proceder a seu monitoramento”.

Na Figura 12 estão representadas as 10 primeiras famílias que mais contribuíram com maior riqueza de espécies. Dentre elas, as famílias Piperaceae e Cyatheaceae são comumente associadas à Mata Atlântica, incluso a Floresta Estacional

Semidecidual, bem como as demais famílias com maior Índice de Valor de Cobertura (IVC), de acordo com a lista oficial descrita na resolução n. 47 do SMA de 2003 (SÃO PAULO, 2003) e dados obtidos dos estudos de Cardoso-Leite e Rodrigues (2008).

Nas áreas 1, 2 e 3, como um todo (135,5ha), a família Fabaceae predominou em 16,3%, além de Lauraceae, Myrtaceae e Boraginaceae (7,0%) que juntas totalizaram 37,3% da amostragem.

Na área 1 (62,4 ha), separadamente, houve predomínio das famílias Fabaceae (10,1%), com 113 indivíduos arbóreos, sendo os mais representativos *Lonchocarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo), *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré), *Bauhinia forficata* Link. (pata-de-vaca), *Centrolobium tomentosum* Guillem. ex Benth. (araribá) e *Inga cf. striata* (ingá); Myrtaceae (6,2%) (*Campomanesia xanthocarpa* O.Berg, *Eucalyptus* sp. (gabi-roba-do-mato), *Calyptanthes clusiifolia* O.Berg (araçarana), *Eugenia cf. florida* (grumixama), *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O.Berg. (sete-capotes); Lauraceae (6,2%) (*Endlicheria paniculata* (Spreng.) J.F.Macbr. (canela-do-brejo), *Nectandra megapotamica* (canelinha), *Ocotea cf. corymbosa* (Miers.) Mez. (canela-fedorenta), *Ocotea velutina* (Nees) Rohwer (canelão), *Nectandra lanceolata* Ness. (canelão-amarelo)) e Meliaceae (6,2%) (*Cedrela fissilis* Vell. (cedro), *Guarea macrophylla* Vahl (marinheiro), *Trichilia clausenii* C.D.C. (catiguá-vermelho), *Trichilia elegans* A. Juss. (pau-ervilha)), que tiveram 46, 57 e 72 indivíduos, com 17, 9, 11 e 9 espécies, respectivamente. Nos estudos de Cerqueira et al. (2008), em 4 fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Bragança Paulista (SP), e em mais 15 trabalhos realizados na região, foram encontrados padrões de semelhança com relação as famílias presentes nesta área.

Na área 2 (42,4ha) a família Fabaceae (13,6%) apresentou 41 indivíduos arbóreos e os mais representativos foram *Lonchocarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo), *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré), *Machaerium acutifolium* Vogel (jacarandá-do-campo), *Bauhinia forficata* Link. (pata-de-vaca) e *Inga cf. striata* Benth. (ingá); as famílias Euphorbiaceae (5,7%) (*Cronton floribundus* (capixingui), *Hyeronima alchorneoides* Allemão (licurana), *Alchornea glanudulosa* (Endl. & Poeppig) (tapiá); Myrtaceae (5,7%) (*Campomanesia xanthocarpa* (gabi-roba-do-mato), *Eucalyptus* sp (eucalipto), *Psidium guajava* (goiaba)); Meliaceae (4,6%) (*Cabrlea canjerana* (canjerana), *Trichilia elegans* (pau-ervilha), *Cedrela fissilis* (cedro), *Guarea macrophylla* (marinheiro)) e Rutaceae (4,6%)

(*Metrodorea nigra* A.St.-Hil. (Carrapateira), *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. (pau-marfim), *Esembeckia febrifoga* (mamoninha)), tiveram 46, 42, 29 e 5 indivíduos, com 5, 5, 4 e 3 espécies, respectivamente do total da amostragem (Tabela 5).

Na área 3 (30,7ha), mais uma vez a família Fabaceae predominou com 16,3%, com 47 indivíduos e 7 espécies, sendo as mais representativas *Mimosa bimucronata* (maricá-de-espinho), *Centrolobium tomentosum* Guillem. ex Benth. (araribá), *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré), *Erythrina mulungu* Martius ex Benth. (mulungu) e *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake (guapuruvu); as famílias Boraginaceae (7,0%) (*Cordia superba* Cham (baba-de-boi), *Cordia ecalyculata* Vell. (café-de-bugre), *Patagonula americana* L. (guajuvira); Lauraceae (7,0%) (*Nectandra megapotamica* (canelinha), *Ocotea velutina* (canelão) e *Persea pyriformis* Nees (abacateiro-do-mato)); Myrtaceae (7,0%) (*Eucalyptus* sp (eucalipto), *Campomanesia guazumifolia* (sete-capotes), *Eugenia uniflora* L. (pitanga), *Psidium guajava* (goiaba)); Anacardiaceae (4,7%) (*Lithrea molleoides* (Vell.) Engl. (Aroeira-mansa), *Schinus terebinthifolium* Raddi (aroeira-pimenteira)) e Euphorbiaceae (4,7%) (*Aegyphylla integrifolia* (Jacq.) Moldenke (tamanqueira), *Croton floribundus* (capixingui), *Alchornea glandulosa* Endl. & Poeppig (tapiá)), as quais tiveram 47, 14, 13, 12, 2 e 10 indivíduos, e com 7, 3, 3, 5, 2 e 3 espécies, respectivamente.

As famílias em comum com maior riqueza entre as áreas 1 e 3 foram Fabaceae, com 26,4% e Myrtaceae, Lauraceae, Meliaceae e Boraginaceae (39,6%), pois tiveram 283 indivíduos, com 37 espécies e 58 indivíduos com 16 espécies, respectivamente, do total da amostragem. Desta forma, nas três áreas, entre as dez famílias, as mais representativas e as que se destacaram com maior riqueza de espécies em todas as áreas foram as famílias Fabaceae e Myrtaceae, semelhante aos resultados obtidos nos estudos realizados por Cerqueira et al. (2008), Bernacci et al. (2006), Teixeira e Rodrigues (2006) e Marcondelli (2010), entre outros trabalhos citados por estes autores e realizados em Floresta Estacional Semidecidual associada à matas ribeiras no interior do estado de São Paulo.

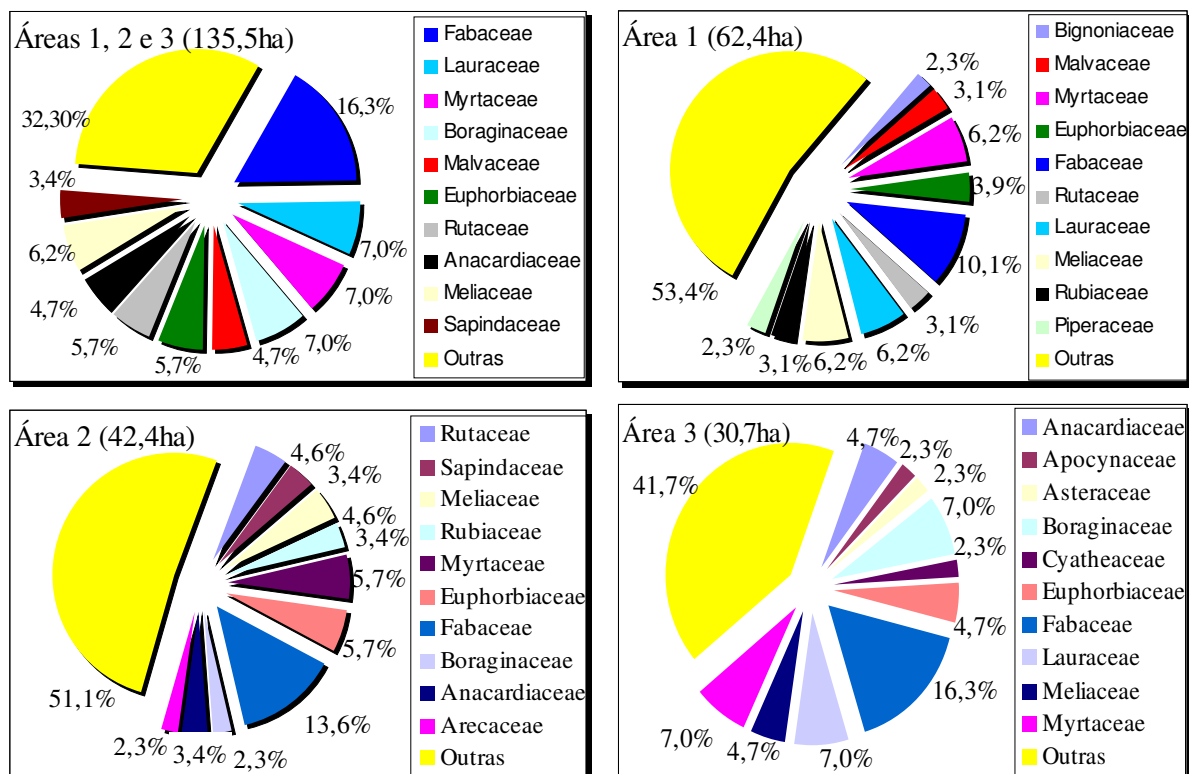


Figura 12. Porcentagem das 10 famílias com maior riqueza de espécies das três áreas como um todo (áreas 1, 2 e 3) e por local de estudo : área 1, área 2 e área 3

6.1.1. Estrutura da vegetação da área 1

Na Figura 13 foram indicadas as 20 espécies mais abundantes encontradas na área 1, sendo correspondentes a 55% ao total das espécies, enquanto as restantes (45%) constam na Tabela 5. Pode-se observar também nesta figura que as 20 espécies mais representativas, com maior IVC, correspondem a 61,84% do IVC total.

A espécie *Calophyllum brasiliense* (guanandi), com indivíduos de até 21m de altura, apresentou maior valor de cobertura (21,3%) neste fragmento e foi a primeira espécie mais representativa, com 100 indivíduos e 10,65% do IVC total, principalmente pela alta dominância relativa (DoR) (21,30%) apesar de sua reduzida densidade relativa (DR) (14,06%). Isso quer dizer que 14% de todos os indivíduos amostrados eram de guanandi, e que esses representaram 21,3% da área basal total (soma da área circular dos troncos a 1,30m do solo) de todos os indivíduos amostrados, ou seja, o guanandi representou uma proporção maior da área basal, que é um indicativo de ocupação da área de estudo, do que de abundância (número de indivíduos), pois deve possuir indivíduos maiores do que das outras espécies.

Nesta área, foram encontrados grupamentos dispersos de guanandi, sob manchas de solo encharcados, nas zonas ripárias localizados na parte inferior direita (áreas 1 e 2) da sub-bacia do Cintra (Figura 6). Nos estudos de Teixeira e Rodrigues (2006), em Cristais Paulista (SP), o guanandi foi encontrado em 62% dos trabalhos comparados em solos permanente ou periodicamente saturados hidricamente e a espécie *Protium heptaphyllum* (almecegueira), segunda espécie mais representativa, foi encontrada em 54% dos trabalhos, tanto em solos inundáveis quanto em solos drenados. Semelhante aos estudos de Teixeira e Rodrigues (2006), no presente estudo, foi encontrado almecegueira em solos encharcados e drenados, com até 19m de altura e, IVC com 11,05, considerada a segunda espécie mais representativa com 108 indivíduos, com 5,52% do IVC total e está mais ligada à densidade relativa (7,82%).

A espécie *Pera glabrata* (sapateiro), com indivíduos de até 18,8m de altura, foi a terceira espécie mais representativa com 66 indivíduos que correspondem a 5,12% do IVC total, apresentou densidade relativa (4,78%) e dominância (5,48%) próximos entre si, mostrando uma proporção próxima entre a área basal total, que é um indicativo de ocupação da área de estudo, e a abundância (número de indivíduos). As espécies *Croton floribundus* (capixingui), quarta espécie encontrada com 43 indivíduos e *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), quinta espécie, com 20 a 25m de altura, juntas, somaram 8,96% IVC total; apresentaram maior ligação à dominância (6,42%), e nos estudos de Teixeira e Rodrigues (2006) essa espécie foi encontrada em 67% dos trabalhos comparados em matas de galeria. *Eutherpe edulis* (palmito juçara), com 93 indivíduos e altura máxima de até 18,5m, somou 4,04% do IVC total, e apresentou-se mais ligada à densidade relativa (6,73%), ou seja maior número de indivíduos, porém menor área basal. As demais espécies (55,04%) apresentaram-se com valores de cobertura gradativamente inferiores (Figura 13).

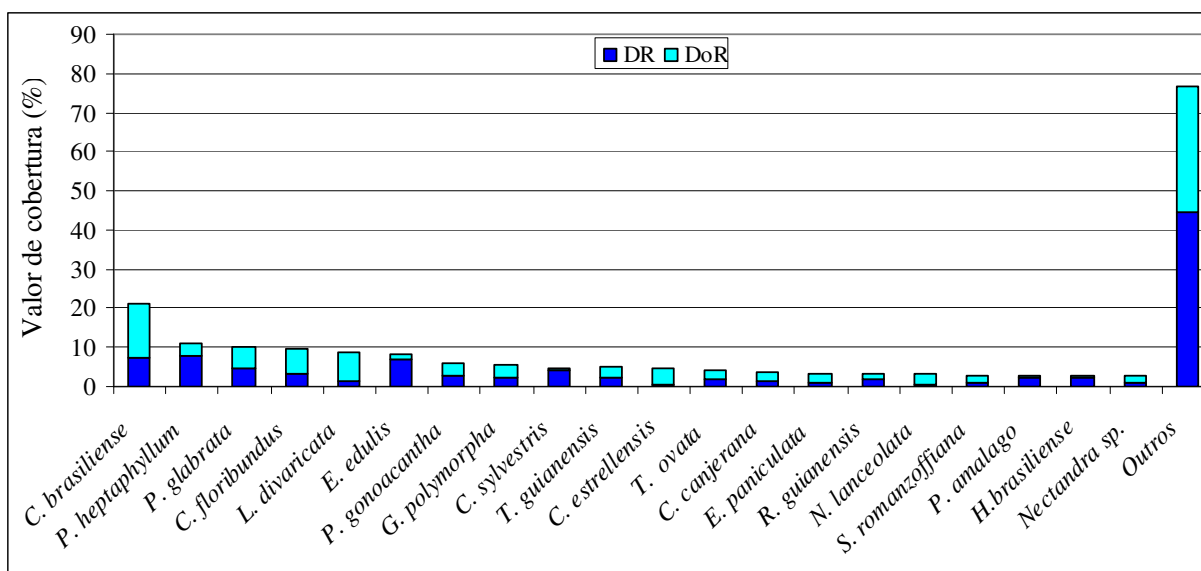


Figura 13. Vinte espécies arbustivo-arbóreas com maior IVC amostradas na área 1 na sub-bacia do Córrego do Cintra, Botucatu (SP)

6.1.2. Estrutura da vegetação da área 2

Na Figura 14, as 20 espécies mais abundantes encontradas na área 2 correspondem a 65% do total das espécies e o restante (35%) está expresso na Tabela 5. Observou-se também nesta figura que as 20 espécies mais representativas apresentam maior IVC com 69,54 % do IVC total

A espécie *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré) foi a primeira espécie mais representativa nesta área, com 40 indivíduos de até 23m de altura. Essa espécie corresponde a 9,27% do IVC total, apresentou maior valor de cobertura (18,55) neste fragmento, principalmente pela alta dominância relativa (12,75%) e sua baixa densidade relativa (5,8%), mostrando que 5,8% de todos os indivíduos amostrados eram de pau-jacaré, e que esses representaram 12,75% da área basal total (soma da área circular dos troncos a 1,30m do solo) de todos os indivíduos amostrados. *Nectandra megapota mica* (canelinha) é a segunda espécie mais representativa, com 50 indivíduos e altura máxima de 20m e 7,33% do IVC total; apresentou densidade relativa (7,25%) sensivelmente menor em relação à sua dominância (7,4). A espécie *Croton floribundus* (capixingui) é a terceira espécie mais representativa, com 41 indivíduos de até 15m de altura; apresentou dominância relativa mais alta (8,04%) que a densidade relativa (5,94%). A espécie *Tapirira guianensis* (peito-de-pombo) é a quarta espécie

mais representativa, com 12m de altura e 5,4% do IVC total, cuja densidade e dominância relativa estão próximas de 2,17% e 2,66%, respectivamente. Também foi encontrada em 71% nos estudos comparados de Teixeira e Rodrigues (2006) em mata ripária. A espécie *Machaerium acutifolium* (jacarandá-do-campo), foi a quinta espécie, com somente 13 indivíduos de altura máxima de 22m, mas com elevada dominância relativa (7,19%) em relação à sua densidade relativa (1,88%). Dentre as cinco primeiras espécies com maior IVC, o capixingui apresentou dominância relativa mais pronunciada na área 2 em relação à área 1. Já a espécie *Cupania racemosa* (camboatã), sexta espécie mais representativa nesta área, apresentou 43 indivíduos com altura máxima de até 10m e com alta densidade relativa (6,23%) e baixa dominância relativa (0,49%). As demais espécies (72,03%) apresentaram valores de cobertura gradativamente inferiores (Figura 14).

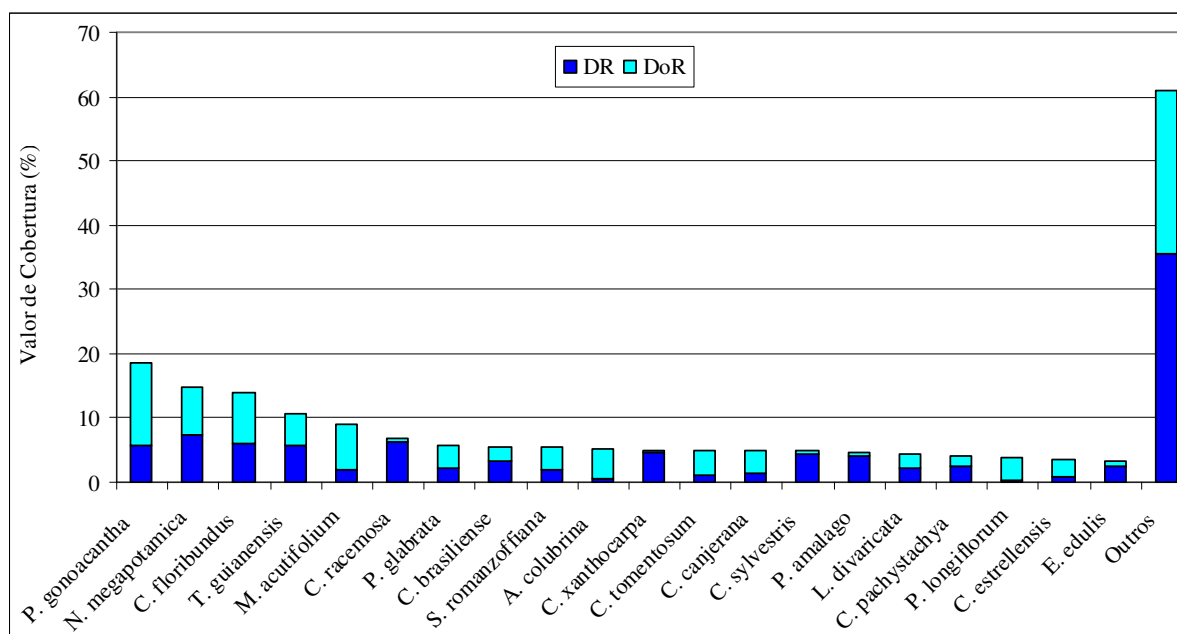


Figura 14. Vinte espécies arbustivo-arbóreas com maior IVC amostradas na área 2 na microbacia do Córrego do Cintra, Botucatu (SP)

6.1.3. Estrutura da vegetação da área 3

Na Figura 15 foram selecionadas as 20 espécies mais abundantes encontradas na área 3, sendo 77% correspondente ao total das espécies enquanto o restante (23%) está expresso na Tabela 5. As 20 espécies mais representativas com maior IVC nesta

área correspondem a 69,83% do IVC total.

A espécie *Gochnatia polymorpha* (candeia) é a primeira espécie mais representativa, com 18 indivíduos de até 9,5m de altura; apresentou maior valor de cobertura (30,53), que corresponde a 15,27% do IVC total neste fragmento, principalmente pela alta dominância relativa (19,63%) e sua baixa densidade relativa (10,9%), mostrando que 10,9% de todos os indivíduos amostrados eram de candeia, e que esses representaram 19,63% da área basal total (soma da área circular dos troncos a 1,30m do solo) de todos os indivíduos amostrados. De acordo com Moro e Martins (2011), existem espécies que detêm porcentagem considerável de área basal total da comunidade, seja por possuir muitos indivíduos ou por apresentar indivíduos de grande porte na área de estudo.

A espécie *Mimosa bimucronata* (maricá-de-espinho), segunda espécie mais representativa, com indivíduos de até 9m de altura, corresponde a 10,32% do IVC total; apresentou também densidade relativa alta (15,15%) em relação à dominância relativa (5,49%), ou seja, a maricá-de-espinho representou uma proporção menor da área basal (que é um indicativo ocupação de terreno) em relação a abundância (número de indivíduos). A espécie *Lonchocarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo) é a terceira espécie encontrada, com altura máxima de 9,7m, correspondente a 5,82% do IVC total; apresentou também densidade relativa maior (6,67%) em relação a sua dominância relativa (4,96%). Já a espécie *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré) é a quarta espécie encontrada e corresponde a 4,14% do IVC total, apresentando altura máxima de 13m, com alta dominância relativa (5,86%) e baixa densidade relativa (2,42%).

Dentre as quatro primeiras espécies com maior IVC, o pau-jacaré predominou na área 1, enquanto que na área 3 não esteve tão pronunciada. *Aloysia virgata* (lixreira) corresponde a 3,69% do IVC total e apresentou altura máxima de 9m, com dominância relativa reduzida (1,93%) e maior densidade relativa (5,45%). O contrário acontece com *Schizolobium parahyba* (guapuruvu), com 3,1% do IVC total, onde um único indivíduo com altura de 11m e DAP de 52cm apresentou dominância relativa grande (5,59%) e reduzida densidade relativa (0,61%). O guapuruvú é árvore de grande porte (10 a 30m), ocorrente em Mata Atlântica e comum em capoeiras e roçados. As demais espécies (10%) apresentaram valores de cobertura gradativamente inferiores (Figura 15).

Segundo Nascimento et al (1999), as espécies que ocorrem em baixas densidades são amplamente esparsadas, com pequenos tamanhos populacionais e sistema de cruzamento predominantemente exogâmico, com polinizadores voando a grandes distâncias, sendo mais suscetível a extinção local devido às variações ambientais, demográficas e catástrofes naturais. Assim, segundo o mesmo autor, com o isolamento populacional causado pela fragmentação, a imigração é um importante fenômeno para a manutenção de espécies de densidade baixa de um determinado local. Caso não ocorra a imigração de novos propágulos, devido à presença de raras espécies, pode haver extinção nos pequenos fragmentos.

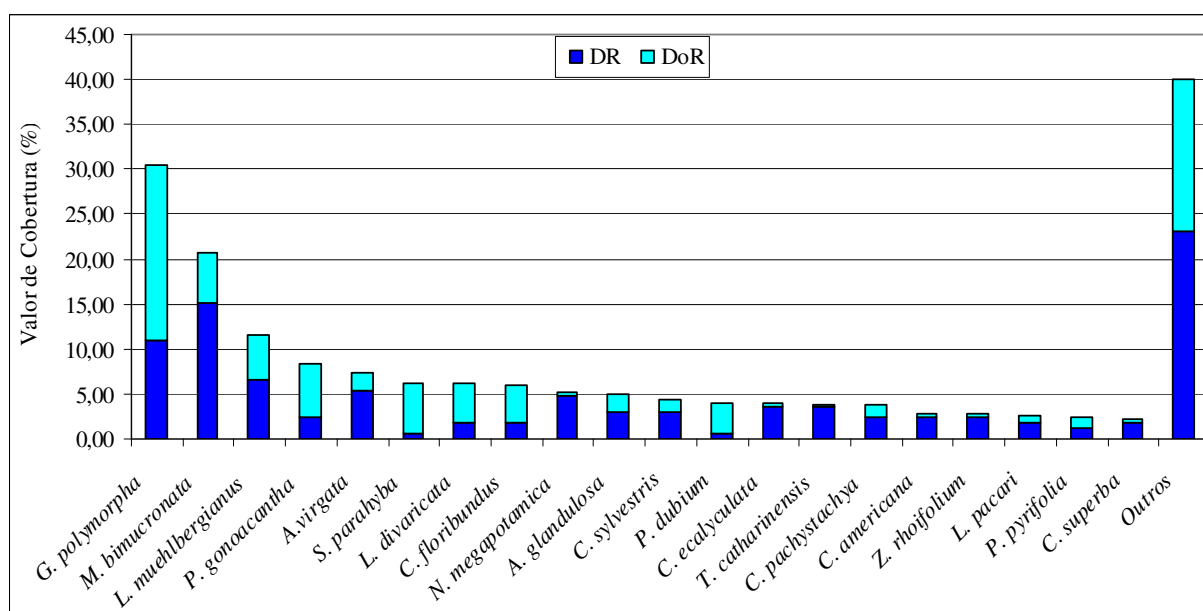


Figura 15. Vinte espécies arbustivo-arbóreas com maior IVC amostradas na área 3 na sub-bacia do Córrego do Cintra, Botucatu (SP)

As 20 primeiras espécies encontradas em todas as áreas do presente estudo não são exclusivas da mata ripária e Floresta Estacional Semidecidual ou restritas a estes ecossistemas, mas são espécies de ampla distribuição, e podem ocorrer em outros ecossistemas. Nos estudos de Guaratini et al (2008), realizados em 25 fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Paraná e interior de São Paulo, foram encontradas florestas com peculiaridades próprias de diferentes altitudes, mata ciliar próxima do cerrado e mata de brejo, que apresentaram baixa similaridade. Entre todas as espécies amostradas nas três áreas (Tabela 5), a Figura 16 mostra aquelas em comum, com valores significativos de IVC. Essas espécies

são típicas de Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa, mata ciliar e algumas de matas de brejos, segundo SÃO PAULO (2003). Dentre as 20 espécies mais importantes e exclusivas de cada área amostral, ou seja, que não aparecem em outra, na área 1 foram encontradas as espécies *Endlicheria paniculata* (canela-do-brejo), *Nectandra lanceolata* (canelão-amarelo), *Talauma ovata* (magnólia-do-brejo). Na área 2, a espécie *Anadenanthera colubrina* (angico-vermelho) e na área 3, *Mimosa bimucronata* (maricá-de-espinho).

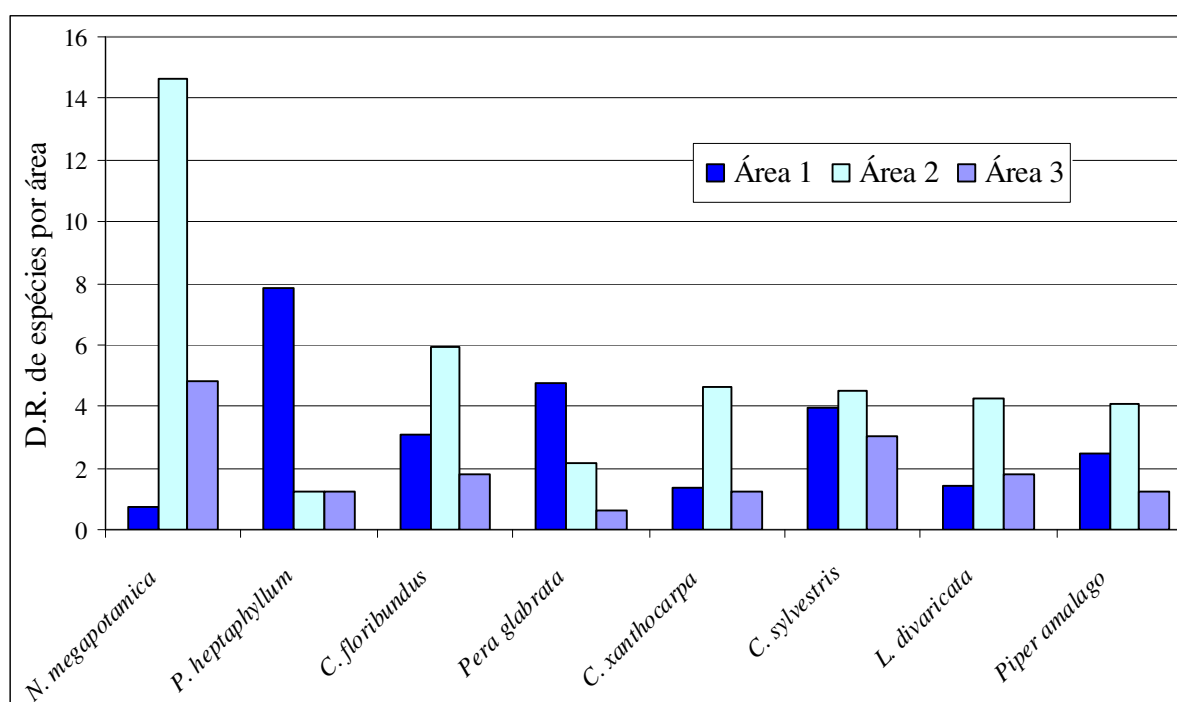


Figura 16. Densidade relativa das espécies mais numerosas encontradas nas áreas 1, 2 e 3

Entre as três áreas de estudo, somente nas áreas 2 e 3 foi encontrado a espécie exótica *Psidium guajava*, devido ao fato desta estar relacionada principalmente à amostragem ser realizada, em área antropizada próximo às chácaras e sede da propriedade. A mesma espécie foi encontrada nos estudos de Battilani et al. (2011), sugerindo invasão natural por parte das mesmas nas formações naturais, na região de estudo. *Pinus elliottii*, também espécie exótica, foi encontrada somente na área 1.

6.2. Classes sucessionais nas áreas 1, 2 e 3

Os resultados obtidos referentes às três áreas amostrais indicam diferenças sucessionais em cada uma delas, pelos diferentes históricos de perturbação já referidos anteriormente, em Materiais e Métodos no capítulo 5.

A Figura 17 mostra a porcentagem das espécies dos grupos sucessionais amostrados nas áreas de estudo. Na Tabela 5 está apresentado o grupo ecológico (última coluna) de cada espécie amostrada, segundo as metodologias aplicadas por vários autores. Pode-se observar que houve predomínio, nas três áreas como um todo, de espécies secundárias tardias (36,55%) e pioneiras (28,97%), ou seja, mais de 50% dos indivíduos pertenceram a estes grupos sucessionais. Assim, os fragmentos amostrados podem ser considerados em nível intermediário de sucessão, entre jovem a maduro, o que indica que sofreram perturbações recentes, devido à presença das pioneiras e das secundárias iniciais. Guaratini et al (2008) verificaram que na Floresta Estacional Semidecídua, tanto os distúrbios de origem natural quanto antrópicos (retirada seletiva de espécies arbóreas) determinaram o aparecimento de espécies de estádios intermediários, fundamentados na deciduidade sazonal do dossel da floresta e perturbações antrópicas. De acordo com Martins et al (2009), as espécies pioneiras e secundárias iniciais não toleram sombreamento e possuem baixa longevidade, sendo encontradas em clareiras naturais, matas ciliares e em clareiras antrópicas; as secundárias tardias toleram o sombreamento apenas na fase jovem; e as clímax típicas de sub-bosques são tolerantes à sombra em todas as fases do ciclo da vida. Assim, a classificação em grupos sucessionais fundamenta-se no conhecimento prévio da regeneração dessas espécies em diferentes nichos (Ex. clareiras).

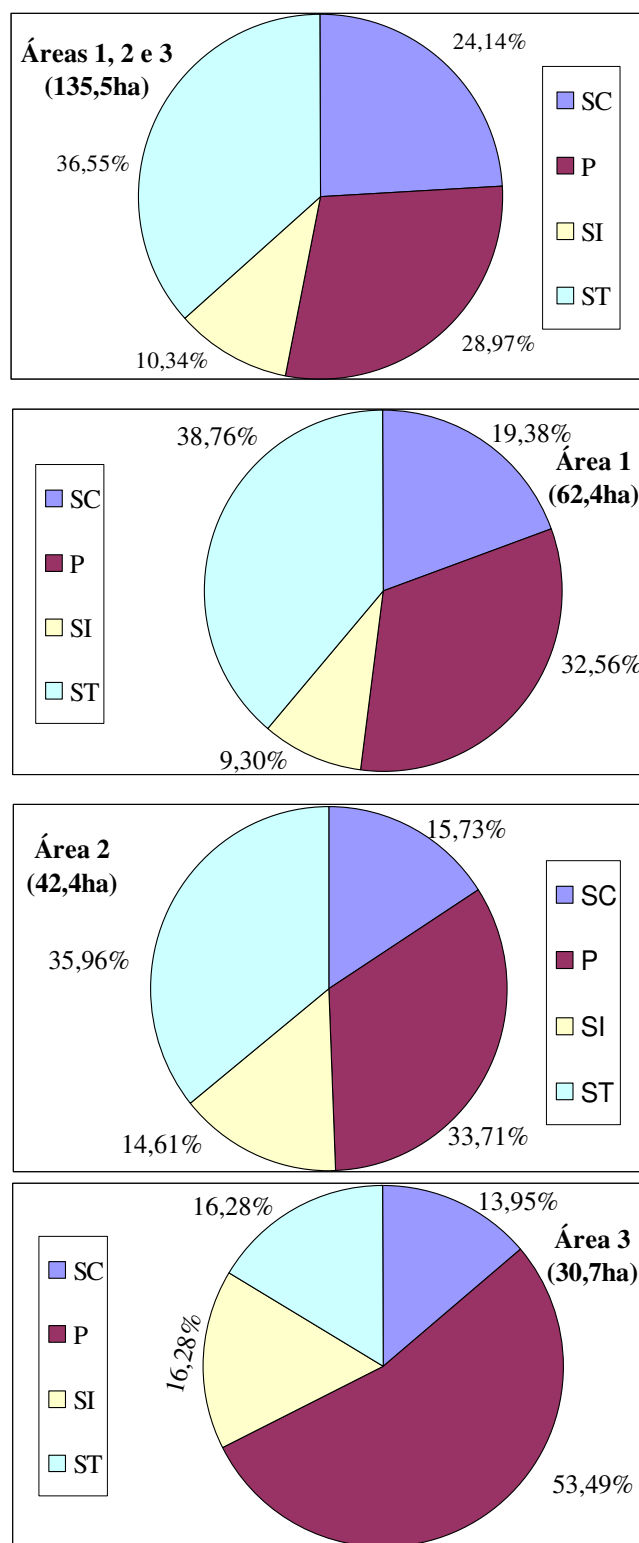


Figura 17. Porcentagem das espécies dos diferentes estádios sucessionais, amostrados das três áreas como um todo (áreas 1, 2 e 3) e por local de estudo (área 1, área 2 e área 3) do fragmento de mata da sub-bacia do Córrego do Cintra. P = pioneiras; SI = secundárias

iniciais; ST = secundárias tardias, e SC = sem caracterização

Nos estudos de Madergan (2006), em revisão sobre Floresta Estacional Semidecídua, a proporção do “sem caracterização” (SC) foi alta somente em um deles, com 35%, podendo influenciar o resultado dos outros grupos ecológicos e não permitindo a análise do trabalho. Nos demais trabalhos, a proporção dos grupos foi inferior a 19,2%. Na avaliação da Figura 17, com relação às espécies “SC”, observa-se que nas três áreas os valores foram inferiores a 19,38%, não interferindo na avaliação da presente análise sucessional.

De acordo com a Figura 17, ocorre a predominância das espécies consideradas secundárias tardias nas áreas 1 e 2 e reduzida quantidade de pioneiras, com relação à área 3. O mesmo ocorreu nos estudos de Guaratini et al (2008), pois cerca de 70% das espécies ocuparam estádios finais de sucessão, aliados a áreas perturbadas, ocupadas por espécies iniciais de sucessão. Esta projeção pode ser observada na Figura 5, que mostra a fitofisionomia densa através de imagem aérea de 2008, também observada na Figura 8 que mostra, inclusive, a preservação e manutenção dos limites das APPs. No ribeirão Borá (SP), Alcalá et al (2006) encontraram as espécies arbóreo-arbustivas secundárias iniciais, e no ribeirão Cubatão a maioria foi de espécies pioneiras, cujas categorias sucessionais mostram que houve o predomínio de espécies iniciais (pioneira e secundária inicial), sugerindo caracterização sucessional em estágio inicial de regeneração.

Na área 1, a dominância das espécies com estágio sucessional tardias e pioneiras (mesmo somado ao secundário inicial) não superaram 50%, mas se pode considerá-los entre as duas classes. O mesmo ocorre na Figura 18, quando o percentual das espécies é inferior a 50% nos estádios secundários tardios, destacando com maior número de indivíduos (43,3%), indicando ser estágio mais avançado de sucessão em relação às pioneiras. O Tabela 5 mostra as espécies mais significativas encontradas nesta área, nos diferentes grupos: *Protium heptaphyllum* (almecegueira), *Calophyllum brasiliense* (guanandi) e o *Euterpe edulis* (palmito juçara) na classe secundária tardia, as espécies *Cronton floribundus* (capixingui), *Casearia sylvestris* (lagarteiro) e o *Pera glabrata* (sapateiro) integram a classe sucessional pioneira e, para classe secundária inicial, as espécies *Actinostemon conceptionis* (folha-fedorenta), *Tapirira guianensis* (peito-de-pombo) e a *Hedyosmum brasiliense* (erva-cidreira-do-brejo).

Da mesma forma como ocorreu na área 1, na área 2 as espécies do estágio sucessional tardia e a pioneira (mesmo somada à secundária inicial) também não superaram 50%. Poderíamos considerá-lo como estágio mais avançado de sucessão (secundária inicial), se somássemos o número de indivíduos dos estádios secundário inicial e primária, pois obteríamos o número superior a 50%, apesar de porcentuais baixos entre as suas espécies nos dois estádios. Diferente desta, nos estudos na Mata da Câmara (Floresta Estacional Semidecidual), em São Roque, Cardoso-Leite e Rodrigues (2008) observaram que a dominância de poucas espécies indicou perturbações na área de estudo, evidenciando uma floresta em estágio de sucessão inicial.

Na Tabela 5, área 2, entre as espécies mais significativas, a *Nectandra megapotamica* (canelinha), a *Cupania tenuivalvis* (camboatã-mirim) e a *Campomanesia xanthocarpa* (gabirola-do-mato) pertencem à classe secundária tardia; as espécies *Cronton floribundus* (capixingui), *Casearia sylvestris* (lagarteiro) e *Piper amalago* (falso jaborandi) integram a classe sucessional pioneira, e a classe secundária inicial inclui as espécies *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré), *Tapirira guianensis* (peito-de-pombo) e *Syagrus romanzoffiana* (jerivá).

Na área 3, das 20 espécies de maior IVC (Figura 15), 13 foram pioneiras, 4 secundárias iniciais, 1 sem classificação e somente 2 foram consideradas tardias, o que demonstra predomínio das pioneiras, também observado na Figura 18 com o número de indivíduos superior a 50%. Esta área apresenta estágio inicial de sucessão dominante e número reduzido de secundárias tardias. Em se tratando da dominância de espécies pioneiras, estudos realizados por Rodrigues e Gandolfi (2001) recomendam que sejam utilizadas, no enriquecimento e reflorestamento dessas áreas, as espécies secundárias tardias.

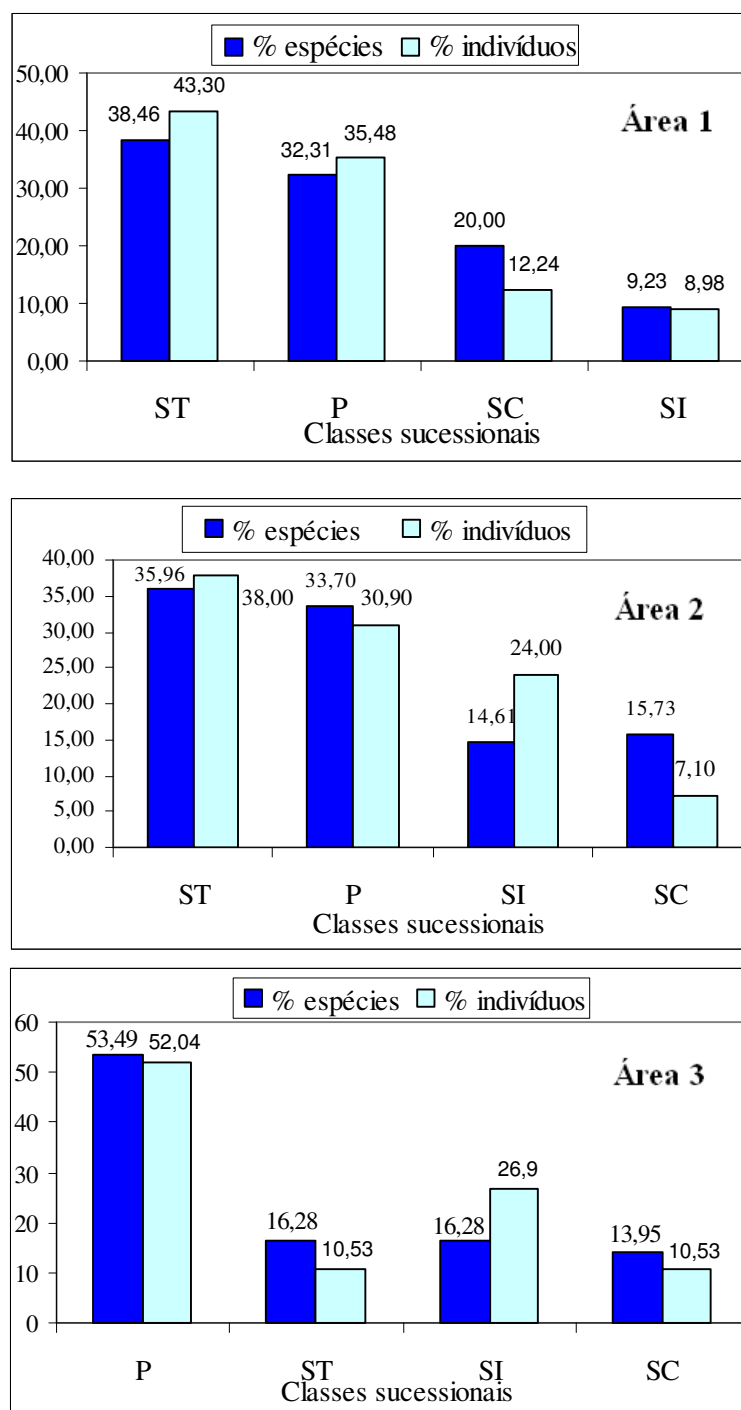


Figura 18. Comparação entre a porcentagem de espécies e indivíduos distribuídos em classes sucessionais da área 1, 2 e 3 da sub-bacia do Córrego do Cintra. P = pioneiras; SI = secundárias iniciais; ST = secundárias tardias, e SC = sem caracterização

Através das Figuras 10 e 11 e da descrição detalhada anteriormente da área 3, observou-se um ambiente mais fragmentado comparando-o com as áreas 1 e 2 (Figuras 8 e 9). A análise da porcentagem de espécies pioneiras nessa área é superior a 50%, ou seja, indica estágio inicial de sucessão (Figura 17).

As matas ripárias ocorrem em uma significativa variação de solos, cujos reflexos aparecem nos diversos tipos de formações florestais, variando desde as de terrenos mais encharcados até os mais secos, com fisionomias distintas, de acordo com o gradiente de umidade e influência fluvial do solo. As formações de interflúvio chegam até as margens dos cursos d'água, onde o rio e o lençol freático não exercem influência direta (TITO JACOMINE, 2001).

As classes de solos apresentadas à montante do P₄ e à jusante do P₅, em azul no mapa (Figura 4), através de análise semidetalhada e detalhada, foram importantes para discutir a sucessão ecológica entre as áreas, além da observação em campo. Em análise mais detalhada, a área de assoreamento, que reduz ou indefine a calha do curso d'água, provocado pela erosão ou arraste dos solos localizados a montante do P₅, indica área alagada com deposição de solo do tipo neossolo flúvico (RYbd) e textura arenosa (Figura 11), cuja declividade está entre 3 e 6% (Figura 2). Segundo Tito Jacomine (2001), este solo normalmente é encontrado em Floresta Estacional Semidecidual e em áreas de várzea, sujeito a encharcamentos por eventuais inundações. É um solo heterogêneo quanto a granulometria, estrutura e propriedades químicas, em função dos sedimentos aluviais e que apresentam caráter flúvico. As espécies predominantes na presente área de várzea e sobre o neossolo flúvico foram densos grupamentos de maricá-de-espinho e, em quantidades mais esparsas, as candeias, além da fisionomia predominantemente herbácea no referido solo, o que caracteriza a baixa riqueza e número de indivíduos. De acordo com a EMBRAPA FLORESTAS (2004a), o maricá-de-espinho é encontrado em várzea e beira de córregos sujeitos a inundações periódicas ou em locais úmidos e às vezes encharcados em Floresta Estacional Semidecidual do interior paulista. A candeia, segundo Durigan et al. (2002), é uma árvore de médio porte, heliófita, que ocorre em zonas ecotonais entre Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, colonizando áreas abertas, geralmente sobre solos arenosos e terrenos úmidos às margens de rios, podendo ser observado no capítulo 7 (Figura 11).

O predomínio do Gleissolo Háplico distrófico (GXd), que se estende nas três áreas vegetadas (Figura 4), segundo Tito Jacomine (2001), são solos hidromorfos mal a muito mal drenados, com horizonte mineral escuro e teores elevados de matéria orgânica. A vegetação é representada também pela mata de brejo, com árvores espessas e de grande porte como o guanandi e palmito juçara encontrados no presente estudo. O horizonte glei é mineral, de cores cinzentas devido à presença de ferro reduzido, com textura argilosa. Segundo Ivanauskas e Rodrigues (1997), nestes locais ocorrem solos hidromórfos (Orgânicos, Gleissolos, Areias Quartzosas Hidromórfas, Plintossolos e outros), compondo relevo de morretes e canais superficiais de pequena dimensão, representando uma superfície irregular, por onde a água circula com certa orientação.

Os mesmos tipos de solos foram encontrados nos estudos de Teixeira e Assis (2005), em regiões de florestas paludosas em Rio Claro SP, sendo os gleissolos flúvicos distróficos gleicos (neossolo flúvico) e gleissolos Háplicos distróficos típicos, que possuem textura mais argilosa, ambos de coloração vermelha.

Conforme se pode observar na Tabela 5, entre as espécies mais significativas em toda a área 3, *Mimosa bimucronata* (maricá-de-espinho), *Gochnatia polymorpha* (candeia) e *Aloysia virgata* (lixreira) são integrantes da classe pioneira; as espécies *Lonchocarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo), *Cordia ecalyculata* (café-de-bugre) e *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré) integram a classe sucessional secundária inicial, enquanto a classe secundária tardia inclui as espécies *Nectandra megapotamica* (canelinha), *Campomanesia guazumifolia* (sete-capotes) e *Campomanesia xanthocarpa* (gabirola-domato). Além do *Mimosa bimucronata* (maricá-de-espinho), a espécie mais encontrada e com maior IVC nesta área (Figura 15), o *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré) está presente em Floresta Estacional Semidecidual e ocorre naturalmente em solos muito variados, de baixa a boa fertilidade (EMBRAPA FLORESTAS, 2004b), o que justifica estar presente nas três áreas.

De acordo com Fonseca e Rodrigues (2000) e Cardoso-Leite e Rodrigues (2008), comparando-se a proporção de indivíduos de espécies dos diferentes grupos ecológicos e áreas de amostragens com os resultados de outros trabalhos da região, em Floresta Estacional Semidecidual no interior do Estado de São Paulo, pode-se observar (Tabela 4) que estes se mostraram muito similares ao das áreas 1 e 2 do presente estudo,

mesmo não atingindo 50% do total. Os fragmentos estudados por Dislich *et al.* (2001) e Cardoso-Leite *et al.* (2004) apresentaram predomínio de espécies pioneiras, no entanto, pode-se dizer que o primeiro se encontra num estágio sucessional mais avançado que o encontrado nos estudos do segundo autor, pois apresenta uma proporção relativamente maior (35%) de espécies secundárias tardias, enquanto o segundo apresentou próximo da metade deste valor (16%). Da mesma forma, a área de amostragem de Dislich *et al.* (2001) é maior em relação a de Cardoso-Leite *et al.* (2004), porém, predominaram as pioneiras na menor área (60,1%), semelhante à área 3 do presente estudo, denotando mata em processo de regeneração. Esses resultados muito provavelmente refletem a categoria de proteção das áreas comparadas, nas duas áreas que constituem Reservas Florestais. Nos estudos de Fonseca e Rodrigues (2000) e de Leite-Rodrigues (2008) os autores apresentaram área de amostragem pequena (2 e 0,945ha), mas obtiveram também resultados semelhantes às áreas 1 e 2 do presente estudo. Dessa forma, pode-se dizer que das áreas estudadas e presentes na Tabela 4, com exceção da área 3 do presente estudo e nos estudos de Cardoso-Leite *et al.* (2004), todas encontram-se no estado sucessional mais avançado, independente do tamanho da área.

Tabela 4. Porcentagem de espécies amostradas dos diferentes estádios sucessionais, nos fragmentos de mata da sub-bacia do córrego do Cintra, Botucatu/SP, em comparação com outros trabalhos realizados em Floresta Estacional Semidecidual no Estado de São Paulo bem como os dados dos grupos ecológicos (GE).

GE	Presente estudo			Cardoso-Leite (1995)	Fonseca e Rodrigues (2000)	Dislich <i>et al.</i> (2001)	Cardoso-Leite <i>et al.</i> (2004)	C- L- Rodrigues (2008)		
	A ₁ =62,4A ₂ =42,2A ₃ =30,7ha			A=127,89ha	A=2ha	A=10,21ha	A=0,13ha	ABC=0,945ha		
P	32,56	33,71	53,49	22,2	16,4	49,0	60,1	19,2	24,3	15,7
SI	9,30	14,61	16,28	33,1	34,4	16,0	16,0	29,5	24,3	32,9
ST	38,76	35,96	16,28	34,7	45,9	35,0	16,0	43,6	43,9	48,6
SC	19,38	15,73	13,95	10,0	2	0,0	7,9	7,7	7,6	2,8

P= espécie pioneira; SI= espécie secundária inicial; ST= espécie secundária tardia;

SC= sem caracterização

6.3. Classes de altura nas áreas 1, 2 e 3

Nesse trabalho, a estratificação foi estabelecida a partir de estimativas das alturas dos indivíduos amostrados. A Figura 19 representa o histograma com a distribuição

de freqüência das classes de altura das copas com intervalo de dois metros, fechados à esquerda.

Pela distribuição das classes de altura, observa-se que a área 1 apresenta vegetação exuberante (Figura 5), com maior número de indivíduos em todas as classes de tamanho, seguida das áreas 2 e 3 que apresentaram, respectivamente, estádios sucessionais maduro à pioneira, com menor número de indivíduos e menor área de mata. A maior parte dos indivíduos amostrados concentrou-se no dossel (Figura 19), onde a classe de sub-bosque (1,3 a 5,0m) foi a mais frequente, e a classe intermediária (5 a 13m) foi menor, sendo ambas representadas pelas espécies dominantes já mostradas nas Figuras 17 e 18.

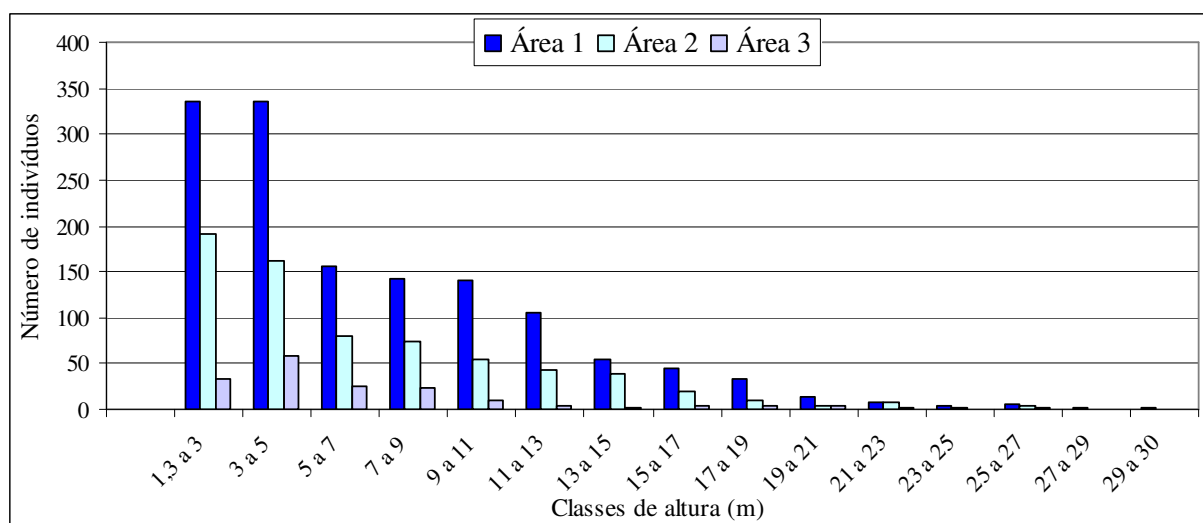


Figura 19. Distribuição do número de indivíduos por classes de altura em intervalos fixos de 2 metros fechados à esquerda. áreas 1, 2 e 3 da sub-bacia do Córrego do Cintra

A menor altura encontrada no presente estudo foi considerada acima da altura do peito (1,3m), e a máxima estimada na área 1 foi de 30m. Estas foram representadas principalmente pelas espécies de maior porte *Chorisia speciosa* St. Hil. *Ravenana* (paineira), *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntz (jequitibá-branco) e *Cedrela fissilis* Vell. (cedro). As espécies desta classe ocorrentes no estrato intermediário ou médio (5 a 10m), em condições de sub-bosque, foram principalmente *Allophylus edulis* (juçara), *Cabralea canjerana* (canjerana), *Calophyllum brasiliense* (guanandi), *Casearia sylvestris* (lagarteiro), *Luehea grandiflora* (açoita-cavalo), *Pera glabrata* (sapateiro), *Protium*

heptaphyllum (almecegueira), *Tabernaemontana catharinensis* (leiteiro), *Tibouchina mutabilis* (manacá), *Trema micrantha* (pau-pólvora) e *Campomanesia xanthocarpa* (gabioba-do-mato). As espécies *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Chorisia speciosa* St. Hil. *Ravenana* (paineira), *Nectandra lanceolata* (canelão-amarelo), *Cariniana estrellensis* (jequitibá-branco), *Cabrlea canjerana* (canjerana), *Calophyllum brasiliens* (guanandi), *Hymenaea courbarill*. Var. *stil.* (jatobá), *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré), *Croton floribundus* (capixingui), *Schyzolobium parahyba* (guapuruvu) e o *Pseudobombax longiflorum* (embiruçu) foram as que apresentaram maiores alturas (18 a 30m) e diâmetros (0,54 a 0,99m) nesta área.

Na área 2 a altura máxima atingiu 26m, com representantes das espécies de maior porte *Cariniana estrellensis* (jequitibá-branco), *Cedrela fissilis* (cedro) e *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré). No estrato intermediário ou médio, em condições de sub-bosque, ocorreram principalmente *Cabrlea canjerana* (canjerana), *Casearia sylvestris* (lagarteiro), *Eutherpe edulis* (juçara) e *Protium heptaphyllum* (almecegueira). As espécies *Chorisia speciosa* (paineira), *Machaerium acutifolium* (jacarandá-do-campo), *Centrolobium tomentosum* (araribá), *Nectandra megapotamica* (canelinha), *Diatenopteryx sorbifolia* (*Maria-preta*), *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré), *Acacia polyphylla* (monjoleiro), *Pseudobombax longiflorum* (embiruçu), *Cariniana estrellensis* (jequitibá-branco), *Anadenanthera colubrina* var. *ce* (*Gr.*) (angico-vermelho) e *Cedrela fissilis* (cedro) foram as que apresentaram maiores alturas (18 a 26m) e diâmetros (0,51 a 0,94m) nesta área.

Já na área 3, os representantes foram as espécies *Alchornea glandulosa* (tapiá), *Nectandra megapotamica* (canelinha) e *Schizolobium parahyba* (guapuruvu), com árvores de grande porte e esparsas de até 25m de altura, em uma área em que, segundo os dados da Figura 17, está em pleno processo de sucessão pioneira. Nesta classe, no estrato intermediário ou médio, em condições de sub-bosque, ocorreram principalmente a *Cecropia pachystachya* (embaúba), *Mimosa bimucronata* (marica-de-espinho), *Persea pyrifolia* Nees (abacateiro-do-mato) e *Rapanea guianensis* Aubl. (capororoca). As espécies *Peltophorum dubium* (*Spreng.*) *Taub.* (canafistula), *Croton floribundus* (capixingui), *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré), *Schizolobium parahyba* (guapuruvu), *Erythrina mulungu* (mulungu) foram as que apresentaram maiores alturas (10 a 25m) e diâmetros (0,29 a 0,53m) nesta área.

As Áreas 1 e 2 apresentaram-se mais conservadas, considerando-se a

diversidade de espécies, maior altura do dossel, maiores diâmetros. A área 3 possui uma mata fragmentada quanto sua estrutura e função, em avançado processo de sucessão ecológica, com predomínio de gramíneas e muitas espécies *Mimosa bimucronata* (maricá-de-espinho). A espécie *Croton floribundus* foi encontrada nas 3 áreas deste estudo e, segundo Cassola (2008), essa espécie é comum em áreas perturbadas e que se regeneram em clareiras decorrentes de exploração de madeira, ocorrentes em dossel e sub-bosques.

6.4. Diversidade e Similaridade

Na comparação das espécies entre as áreas estudadas, observaram-se 28 espécies comuns entre as três áreas, 54 estiveram presentes em duas das 3 áreas e, respectivamente, 46, 14 e 3 espécies ocorreram exclusivamente nas áreas 1, 2 e 3. Assim, constatou-se que somente 19,32% das espécies amostradas foram comuns a todas as áreas, 37,24% ocorreram em duas das três áreas e 43,44% ocorreram somente em uma das áreas amostradas.

Tabela 5. Espécies arbustivo-arbóreas com maior IVC amostradas nas áreas 1, 2 e 3 na sub-bacia do Córrego do Cintra, Botucatu (SP), e organizadas por espécie, nome popular e família, seguidas dos parâmetros quantitativos dos indivíduos amostrados: NI= n° de indivíduos; D. R.= Densidade relativa (%); DoR= dominância relativa; IVC= índice de valor de cobertura (%); grupo ecológico GE - P = espécie pioneira, SI = espécie secundária inicial, ST = espécie secundária tardia ou clímax, SC = sem classificação. A classificação do GE foi realizado segundo dados dos seguintes autores: Fonseca e Rodrigues (2000)¹, SÃO PAULO (2001)², Cardoso-leite et al. (2004)³, Alcalá et al. (2006)⁴, Gruaratini et al. (2008)⁵ e Cardoso-leite e Rodrigues (2008)⁶

Nome popular	Nome científico	Família	Área 1					Área 2					Área 3						
			NI	DR	DoR	IVC	GE	NI	DR	DoR	IVC	GE	NI	DR	DoR	IVC	GE		
monjoleiro	<i>Acacia polyphylla</i>	Fabaceae						3	0,43	2,81	3,24	P ²							
folha-fedorenta	<i>Actinostemon conceptionis</i> (C. & H)	Euphorbiaceae	30	2,17	0,06	2,23	SC	2	0,29	0,02	0,31	SC							
tamanqueira	<i>Aegyphylla integrifolia</i> (Jacq.) Mold.	Euphorbiaceae	5	0,36	0,21	0,57	SC	1	0,14	0,24	0,38	SC	2	1,21	0,07	1,28	SC		
cerveja-de-pobre	<i>Agonandra excelsa</i>	Opiliaceae	3	0,22	0,87	1,09	SC												
tapiá	<i>Alchornea glanudulosa</i> Endl. & Poep	Euphorbiaceae	11	0,8	0,76	1,56	P ²	3	0,43	0,07	0,5	P ²	5	3,03	1,97	5	P ²		
chal-chal	<i>Allophylus edulis</i> (A. St. Hil. & al.)	Sapindaceae	20	1,45	0,41	1,86	P ²	13	1,88	0,01	1,89	P ²	1	0,61	0,02	0,63	P ²		
lixeira	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) A.Juss	Verbenaceae	11	0,8	0,2	1	P ²	8	1,16	0,32	1,48	P ²	9	5,45	1,93	7,38	P ²		
canela-de-veado	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	Rubiaceae	9	0,65	0,02	67	ST ²												
angico-vermelho	<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>ce</i> (Gr.)	Fabaceae						3	0,43	4,71	5,14	P ²							
mata-barata	<i>Andira cf. anthelmia</i> (Vell.) J.F. Mac	Fabaceae	4	0,29	0,04	0,33	ST ²												
laranjinha-do-mato	<i>Angostura pentandra</i> (A.St.-Hil.) Alb	Rutaceae	15	1,1	0,57	1,67	SC												
araticum-cagão	<i>Annona cacans</i> Warm.	Annonaceae	1	0,07	0,05	0,12	P ²	2	0,29	1,35	1,64	P ²							
peroba-rosa	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	Apocynaceae	1	0,07	0,27	0,34	ST ¹	1	0,14	0	0,14	ST ¹							
guatambú	<i>Aspidosperma ramiflorum</i> Müll.Arg.	Apocynaceae	1	0,07	0,02	0,09	ST ²												
guaritá	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Anacardiaceae						1	0,29	0	0,29	ST ²							
pau-marfim	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (En) E.	Rutaceae	7	0,51	0,14	0,65	ST ²	2	0,29	0	0,29	ST ²							
pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i> Link.	Fabaceae	7	0,51	0,07	0,58	P ²	7	1,01	0,4	1,41	P ²							
canjerana	<i>Cabralea canjerana</i> Vell.	Meliaceae	17	1,23	2,59	3,82	ST ²	10	1,45	3,4	4,85	ST ²							
guanandi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Clusiaceae	100	7,24	14,06	21,3	ST ²	23	3,33	2,23	5,56	ST ²							
araçarana	<i>Calyptanthes clusiaefolia</i> O.Berg	Myrtaceae	3	0,22	0,01	0,23	ST ²	2	2,29	0,53	2,82	ST ²							

Nome popular	Nome científico	Família	Área 1					Área 2					Área 3				
			NI	DR	DoR	IVC	GE	NI	DR	DoR	IVC	GE	NI	DR	DoR	IVC	GE
sete-capotes	<i>Campomanesia guazumifolia</i> C. O.B	Myrtaceae	3	0,22	0,01	0,23	ST ²	1	0,14	0,05	0,19	ST ²	2	1,21	0,21	1,42	ST ²
gabiroba-do-mato	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	Myrtaceae	19	1,37	0,12	1,49	ST ²	32	4,64	0,4	5,04	ST ²	2	1,21	0,12	1,33	ST ²
jequitibá-branco	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Lecytidaceae	5	0,36	4,07	4,43	ST ²	6	0,87	2,77	3,64	ST ²					
lagarteiro	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Flacourtiaceae	55	3,98	0,58	4,56	P ¹	31	4,49	0,35	4,84	P ¹	5	3,03	1,42	4,45	P ¹
chuva-de-ouro	<i>Cassia ferruginea</i> (Schrader) S. ex D	Fabaceae						1	0,14	1,4	1,54	SI ⁶					
embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Cecropiaceae	17	1,23	0,21	1,44	P ²	17	2,46	1,55	4,01	P ²	4	2,42	1,31	3,73	P ²
cedro	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	12	0,87	0,95	1,82	P ²	3	0,43	2,39	2,82	P ²					
cedro-do-brejo	<i>Cedrela odorata</i> var. <i>xerogei</i> . R. & H	Meliaceae	1	0,07	0,34	0,41	P ²										
araribá	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill. ex B	Fabaceae	9	0,65	0,68	1,33	P ²	7	1,01	4,03	5,04	P ²	2	1,21	0,68	1,89	P ²
paineira	<i>Chorisia speciosa</i> St. Hil. <i>Ravenana</i>	Bombaceae	3	0,22	2,45	2,67	SI ⁵	2	0,29	1,46	1,75	SI ⁵					
guatambú-de-leite	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (M. & E	Sapotaceae	3	0,22	0,2	0,42	ST ²	7	1,01	0,58	1,59	ST ²					
congonha	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.H	Cardiopteridaceae	6	0,43	0,33	0,76	SC										
folha-de-bolo	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	Polygonaceae	2	1,44	0,44	1,88	SC										
saguaraji-vermelho	<i>Colubrina glandulosa</i> Perk.	Rhamnaceae	2	1,44	0,44	1,88	ST ⁵	1	0,14	0,39	0,53	ST ⁵					
copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	8	0,58	0,42	1	ST ²										
café-de-bugre	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Boraginaceae	4	0,29	0,58	0,87	SI ¹	6	0,87	0,3	1,17	SI ¹	6	3,64	0,36	4	SI ¹
baba-de-boi	<i>Cordia superba</i> Cham	Boraginaceae	12	0,87	0,39	1,26	P ²	9	1,3	0,06	1,36	P ²	9	1,82	0,41	2,23	P ²
louro-pardo	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) A. ex Steu.	Boraginaceae	8	0,58	0,82	1,4	ST ²										
capixingui	<i>Cronton floribundus</i> Sprengel	Euphorbiaceae	43	3,11	6,24	9,35	SI ²	41	5,94	8,04	13,98	SI ²	3	1,82	4,22	6,04	SI ²
camboatã	<i>Cupania racemosa</i> Radlk.	Sapindaceae	28	2,03	0,69	2,72	ST ²	43	6,23	0,49	6,72	ST ²					
camboatã-mirim	<i>Cupania tenuivalvis</i> Radlk.	Sapindaceae	5	0,36	0	0,36	SC	1	0,14	0	0,14	SC					
maria-mole	<i>Dendropanax cuneatum</i> (DC.) D. &	Araliaceae	1	0,07	0	0,07	ST ²	5	1,18	0,46	1,18	ST ²					
maria-preta	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Sapindaceae						2	3,36	3,07	3,36	P ²					
canela-do-brejo	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spr.) J.F.M.	Lauraceae	13	0,94	2,47	3,41	ST ⁶										
mulungu	<i>Erythrina mulungu</i> Martius ex Benth.	Fabaceae	1	0,07	0,3	0,37	P ²						2	1,21	12,1	13,31	P ²
mercurio-da-mata	<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hi.	Erythroxylaceae	1	0,07	0	0,37	ST ⁴										
mamoninha	<i>Esebeckia febrifoga</i>	Rutaceae						2	0,29	0	0,29	SI ¹					

Nome popular	Nome científico	Família	Área 1					Área 2					Área 3						
			NI	DR	DoR	IVC	GE	NI	DR	DoR	IVC	GE	NI	DR	DoR	IVC	GE		
pau-de-cotia	<i>Esembeckia grandiflora</i>	Rutaceae						1	0,14	0	0,14	P ²							
eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	Myrtaceae	10	0,72	2,38	3,1	SC	3	0,43	2,05	2,49	SC	5	3,03	19,44	22,47	SC		
grumixama	<i>Eugenia cf. florida DC.</i>	Myrtaceae	2	0,14	0,01	0,15	ST ²												
pitanga	<i>Eugenia uniflora L.</i>	Myrtaceae											1	0,61	0,01	0,62	ST ²		
juçara	<i>Euterpe edulis Mart.</i>	Arecaceae	93	6,73	1,35	8,08	ST ²	17	2,46	0,82	3,28	ST ²							
figueira-branca	<i>Ficus guaranitica Schodat</i>	Moraceae	2	0,14	0,17	0,31	P ²												
candeia	<i>Gochnatia polymorpha (Less.) Cabr.</i>	Asteraceae	31	2,24	3,27	6,1	P ²	9	2,18	0,88	2,18	P ²	18	10,9	19,63	30,53	P ²		
marinheiro-do-brejo	<i>Guarea guidonia (L.) Sleumer</i>	Meliaceae	1	0,07	0	1,21	P ²												
marinheiro	<i>Guarea macrophylla Vahl</i>	Meliaceae	16	1,16	0,05	1,21	SC	2	0,64	0,35	0,64	SC							
mutamba	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	Malvaceae	6	0,43	0,15	0,58	P ²	3	0,53	0,1	0,53	P ²							
ipê amarelo	<i>Handroanthus ochraceus Mattos</i>	Bignoniaceae	6	0,43	0,09	0,52	SC												
erva-cidreira-brejo	<i>Hedyosmum brasiliense Mart. Ex Mi.</i>	Chlorantaceae	29	2,1	0,8	2,9	SC	12	1,94	0,2	1,94	SC							
licurana	<i>Hyeronima alchorneoides Allemão</i>	Euphorbiaceae	14	1,01	0,05	1,06	P ²	8	1,37	0,21	1,37	P ²							
jatobá	<i>Hymenaea courbaril L. var. stil.</i>	Caesalpiniaceae	3	0,22	2,4	2,62	ST ²	1	0,14	0	0,14	ST ²							
ingá	<i>Inga cf. striata Benth.</i>	Fabaceae	5	0,36	0,06	0,42	SC	3	0,5	0,07	0,5	SC							
Ingá-branco	<i>Inga laurina (Sw) Willd.</i>	Fabaceae						1	0,15	0,01	0,15	ST ²							
ingá	<i>Inga marginata Willd.</i>	Fabaceae	1	0,07	0	0,07	P ²												
ixora	<i>Ixora venulosa Benth</i>	Rubiaceae	2	0,14	0,01	0,15	ST ⁵	1	0,14	0	0,14	ST ⁵							
jacarandá	<i>Jacaranda micrantha Cham.</i>	Bignoniaceae	2	0,14	0,02	0,16	SI ⁶	2	0,42	0,13	0,42	SI ⁶							
dedaleiro	<i>Lafoensia pacari Saint-Hilaire</i>	Lythraceae	5	0,36	0,62	0,98	P ²						3	1,82	0,67	2,49	P ²		
aroeira-mansa	<i>Lithraea molleoides (Vell.) Engl.</i>	Anacardiaceae	4	0,29	0,13	0,42	P ²	4	0,95	0,37	0,95	P ²	1	0,61	0,55	1,16	P ²		
feijão-cru	<i>Lonchocarpus guilleminianus (Tul.)</i>	Fabaceae	3	0,22	0,17	0,39	P ²												
embira-de-sapo	<i>Lonchocarpus muehlbergianus Hass.</i>	Fabaceae	18	1,3	0,51	1,81	SI ¹	6	1,93	1,06	1,93	SI ¹	11	6,67	4,96	11,63	SI ¹		
açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata Martius</i>	Malvaceae	20	1,45	7,14	8,59	P ²	15	4,26	2,09	4,26	P ²	3	1,82	4,35	6,17	P ²		
jacarandá-do-cam	<i>Machaerium acutifolium Vogel</i>	Fabaceae	6	0,43	1,31	1,74	ST ²	13	1,88	7,19	9,07	ST ²							
jacaranda-bico-pato	<i>Machaerium aculeatum Raddi</i>	Fabaceae	3	0,22	0,84	1,06	P ²	1	0,14	0	0,14	P ²	1	0,61	0,06	0,67	P ²		

Nome popular	Nome científico	Família	Área 1					Área 2					Área 3						
			NI	DR	DoR	IVC	GE	NI	DR	DoR	IVC	GE	NI	DR	DoR	IVC	GE		
falso-jaborandi	<i>Piper aduncum L.</i>	Piperaceae	4	0,29	0	0,29	P ⁴												
falso-jaborandi	<i>Piper amalago L.</i>	Piperaceae	34	2,46	0,5	2,96	SC	28	4,06	0,56	4,62	SC	2	1,21	0,21	1,42	SC		
falso-jaborandi	<i>Piper cf. mollicomum Kunth.</i>	Piperaceae	7	0,51	0	0,51	SC												
pau-jacaré	<i>Piptadenia gonoacantha (Mart.) M.</i>	Fabaceae	36	2,61	3,17	5,78	SI ⁵	40	5,8	12,75	18,55	SI ⁵	4	2,42	5,86	8,28	SI ⁵		
amendoim-campo	<i>Platypodium elegans Vogel</i>	Fabaceae	1	0,07	0,67	0,74	ST ²												
almecegueira	<i>Protium heptaphyllum (Aubl.) M.</i>	Burseraceae	108	7,82	3,23	11,05	ST ²	9	1,3	0,34	1,64	ST ²	2	1,21	0,01	1,22	ST ²		
pessegueiro-bravo	<i>Prunus myrtifolia (L.) Urb.</i>	Rosaceae	8	0,58	0,2	0,78	P ²	3	0,43	0,64	1,07	P ²							
embiruçu	<i>Pseudobombax longiflorum</i>	Malvaceae	5	0,36	1,36	1,72	SC	2	0,29	3,56	3,85	SC							
goiaba	<i>Psidium guajava L.</i>	Myrtaceae						4	0,58	0,07	0,65	P ³	2	1,21	0,16	1,37	P ³		
psicotria	<i>Psychotria carthagenensis Jacq.</i>	Rubiaceae	5	0,36	0	0,36	ST ⁵	3	0,43	0	0,43	ST ⁵							
pau-terra	<i>Qualea dichotoma Mart.</i>	Vochysiaceae	5	0,36	0,1	0,46	ST ²												
espora-de-galo	<i>Randia armata (Sw.) DC.</i>	Rubiaceae	1	0,07	0	0,07	SC	1	0,14	0,07	0,21	SC							
capororoca	<i>Rapanea guianensis Aubl.</i>	Myrsinaceae	23	1,66	1,53	3,19	P ²	16	2,32	1,16	3,48	P ²	2	1,21	0,06	1,27	P ²		
capororoca-branca	<i>Rapanea umbellata (Mart.) Mez</i>	Myrsinaceae	5	0,36	0	0,36	P ²												
saguaragi-amarelo	<i>Rhamnidium elaeocarpum Reissek</i>	Rhamnaceae						3	0,43	0,02	0,45	SI ⁴							
carvalho-brasileiro	<i>Roupala brasilienses Klotzsch</i>	Proteaceae	1	0,07	0,41	0,48	ST ⁶	1	0,14	0	0,14	ST ⁶							
pau-formiga	<i>Ruprechtia laxiflora Meisn.</i>	Polygonaceae	1	0,07	0	0,07	SI ⁶	2	0,29	0,07	0,36	SI ⁶							
aroeira-pimenteira	<i>Schinus terebinthifolius Raddi</i>	Anacardiaceae	1	0,07	0	0,07	P ²						1	61	0,61	61,61	P ²		
guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba (Vell.) S.F.</i>	Fabaceae	1	0,07	0	0,07	P ²						1	0,61	5,59	6,2	P ²		
arubá	<i>Simarouba amara Aubl.</i>	Simaroubaceae	1	0,07	0	0,07	SC												
limãozinho-do-mat	<i>Siparuna brasiliensis</i>	Siparunaceae	1	0,07	0	0,07	SC												
peixe-podre	<i>Siparuna guianensis Aubl.</i>	Siparunaceae	6	0,43	0	0,43	SC												
folha-de-prata	<i>Solanun argenteun Dunal</i>	Solanaceae						2	0,29	0	0,29	P ⁵							
falsa-espinheira-san	<i>Sorocea bonplandii (Baill.) W.C.B.</i>	Moraceae	4	0,29	0,01	0,3	SC	2	0,29	0	0,29	SC							
laranjinha-do-camp	<i>Styrax ferrugineus Ness & Mart.</i>	Styracaceae	5	0,36	0,05	0,41	P ³	1	0,14	0	0,14	P ³							
laranjinha	<i>Styrax pohlii A. DC.</i>	Styracaceae											1	0,61	0	0,61	SC		
jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana (Cham.) G.</i>	Arecaceae	15	1,1	1,9	3	SI ¹	13	1,88	3,51	5,39	SI ¹							

O Índice de diversidade de Shannon (H') das espécies encontradas na área 1 é maior em relação às áreas 2 e 3 (Tabela 6). Estas diferenças podem ser atribuídas às dimensões das áreas de amostragem e à riqueza de espécies entre uma área e outra e a equidade de cada uma. No entanto, os resultados de H' obtidos nas três áreas podem estar superestimados devido ao reduzido tamanho das áreas de amostragem. Por isso os resultados devem ser interpretados com muito cuidado. Diferentemente, a baixa equidade ocorreu nos estudos de Madergan (2006) por influência de uma única espécie, totalizando 56% dos indivíduos amostrados em quase todas as parcelas, cuja dominância relativa elevada influenciou sobremaneira as condições de vida das demais espécies da comunidade.

Silva (2010), em Rubião Júnior, estudando a florística entre os fragmentos do Jardim Botânico, Instituto de Biociências da Unesp de Botucatu, no entorno e à jusante do P₁ (Figura 6) e Mata do Butignoli, encontrou índice de Jaccard de 0,20, considerado baixo. Esse baixo valor é justificado pela presença do Jardim Botânico na porção inicial da área 1 do presente estudo e esta ser caracterizada pela presença do eucalipto e reflorestamento no seu entorno, enquanto a Mata do Butignoli, com área de mata ripária de menor pressão antrópica, apresenta árvores de grande porte e *Eutherpe edulis*. Cerqueira et al (2008) e Madergan (2006) também compararam a similaridade florística em resultados de vários trabalhos no Estado de São Paulo, em áreas com diferentes transectos de um mesmo fragmento, encontrando valores de Jaccard entre 0,030 e 0,3564, também considerados baixos, e somente um próximo de 0,50, considerado alto. Segundo os mesmos autores, fatores como a variação das condições abióticas, histórico de perturbação, altitude, distância do oceano, período de estiagem, incidência de geadas e distância geográfica dos fragmentos podem ter influenciado na similaridade florística entre os levantamentos. Entretanto, estes índices levam em conta apenas a presença ou ausência das espécies, e não sua abundância em cada área. As áreas 1 e 2, conforme a Figura 5, além de apresentar em conectividade entre si, apresentam mata densa, com influência de pastos sobre a mata, com histórico de flagrantemente de exploração de madeira e remoção de cercas para ampliação de área de pastagem, como já foi descrito no capítulo 5 em Material e Métodos.

Na Tabela 6, a diferença da diversidade (H') entre as áreas 1 e 2 foi influenciada pela diversidade da primeira. Jandoti (2009) também comparou o resultado do H' obtidos em seu estudo (3,37 nats/ind⁻¹) com os de vários outros, realizados em mata ripária

sobre domínio de Floresta Estacional Semidecidual no nordeste do Paraná, que variaram entre 2,13 a 3,56 nats/ind⁻¹, mantendo o valor médio obtido. O valor mais baixo obtido no presente estudo ($H' = 3,313$ nats/ind⁻¹), na área 3, quando comparado ao de outras florestas ripárias, justifica em parte pela sua dimensão, e pela localização (mata de várzea) e histórico de fragmentação.

Os Índices de Shannon (H'), Pielou (J) e de Simpson (Tabela 6) são considerados altos em todas as áreas, quando comparados a outros estudos realizados em Floresta Estacional Semidecidual. Os valores entre 0,9452 e 0,9712 (Simpson) e 0,8391 e 0,8808 (Pielou) significam o quanto a diversidade representa em relação à máxima possível para o número de espécies existentes em cada área, onde os valores podem variar entre 0 e 1. Então, nas áreas estudadas, considerando-se a notação $D-1$ para o índice de Simpson, quanto maiores os valores, maior é a diversidade, e os resultados apresentaram-se altos indicando que quase todas espécies estão igualmente representadas ou distribuídas pelo número de indivíduos (baixa dominância), possibilitando inferir que existe uma distribuição homogênea entre ambos. Certamente os valores de equidade poderiam ser diferentes, se fosse aumentada a intensidade amostral (número de pontos amostrais) nas três áreas, além do tamanho da área amostral utilizada, não significando, contudo, que tais espécies sejam naturalmente raras, mas que apresentam poucos indivíduos por unidade de área. Para o Índice de Pielou (J), que indica a relação entre a diversidade encontrada e a máxima possível para aquele número de espécies, os valores encontrados também foram altos.

Tabela 6. Distribuição do número de espécies, indivíduos e Índices de Diversidade florística nos locais de estudos

		Local		
		área 1	área 2	área 3
Dados gerais	Nº de espécies	129	88	43
	Nº de indivíduos	1380	690	171
	Shannon (H')	4,078	3,796	3,313
Índice de Diversidade	Pielou (J)	0,8391	0,8477	0,8808
	Simpson	0,9712	0,9668	0,9452

Nos estudos de Battilani et al. (2005), os valores de H' (3,413 nats/ind⁻¹) foram semelhantes aos encontrados em trabalhos realizados na Floresta Estacional Semidecidual, cujo Índice de Pielou (0,815) foi considerado alto, indicando que as populações das espécies ocorrentes nessa mata apresentaram distribuição homogênea, sugerindo estabilidade na abundância dessas espécies. Resultados semelhantes aos obtidos na área 3 como um todo, no presente estudo, foram encontrados nos trabalhos de Cassola (2008), em Floresta Estacional Semidecidual na Fazenda Edgardia na região de Botucatu. Este apresentou variação na riqueza de espécies de sub-bosque em três áreas (A,B e C) de estudo, com índice de Shannon de 3,66, 3,11 e 3,65 nats/ind⁻¹ e Pielou 0,77, 0,70 e 0,84 nats/ind⁻¹ respectivamente, visto que a maior diferença entre as áreas A e B pôde ser atribuída à maior riqueza de espécies da primeira. A maior diversidade da área C, em relação à B, apesar de um número menor de espécies amostradas, pode ser atribuída à maior equidade ou menor predominância de algumas poucas espécies. Comparando a área 1 com a área 2, através dos Índices de Jaccard e Sørensen (Tabela 7), a similaridade pode ser considerada de média a alta, sendo de 51% para Jaccard e 67% para Sørensen. Comparando a 1 com a 3, a similaridade é bem baixa, de 30% para Jaccard e 47% para Sørensen. Comparando a 2 com a 3, a

similaridade também é baixa, sendo de 30% para Jaccard e 47% para Sørensen. Observa-se, através dos índices, que as áreas 1 e 2 são mais semelhantes entre si em relação a área 3, pois esta é a mais diferente entre as duas por apresentar valores inferiores a 0,50.

Tabela 7. Distribuição do número de espécies, indivíduos de Similaridade florística nos locais de estudos.

		Local		
		área 1	área 2	área 3
Dados gerais	Nº de espécies	129	88	43
	Nº de indivíduos	1380	690	171
Índice de Similaridade	<u>Jaccard</u>			
	área 1		0,51	0,28
	área 2	0,51		0,30
	área 3	0,28	0,30	
	<u>Sørensen</u>			
	área 1		0,67	0,44
área 2	0,67		0,47	
área 3	0,44	0,47		

O trecho de área de várzea encontrada na área 3, solo hidricamente saturado (RYbd), está localizado à montante do P₄ e à jusante do P₅, em azul (Figura 4), no qual foi contabilizado um baixo número de indivíduos e espécies, influenciando significativamente na diversidade e na equidade da área como um todo. Vários estudos realizados em Floresta Estacional Semidecidual e em áreas de solos similares foram comparados entre si, como ocorreu com Madergan (2006), cujo H' esteve entre 2,45 e 3,09 nats/ind⁻¹, valores considerados baixos, devido às matas de brejo, determinantes desses ecossistemas. Os índices relativamente baixos de Pielou (0,55), denunciaram distribuição desigual de indivíduos por espécie, influenciado fortemente pelo índice de diversidade. Também em florestas paludosas (inundação permanente), Teixeira e Assis (2005) encontraram

valores baixos de diversidade para solos encharcados ($H' = 2,10 \text{ nats/ind}^{-1}$), com número restrito de espécies e poucos dominantes e também com Índice de Pielou relativamente baixo (0,54). Já em florestas aluviais (inundação temporária) no Paraná, Barddal et al (2003) estudaram a severidade de ambientes hidricamente saturados também com baixos índices de diversidade e equidade ($H' = 1,59 \text{ nats/ind}^{-1}$, Pielou = 0,47 e Simpson = 0,42), com abundância de espécies de pequeno porte e, em microelevações do solo, espécies com crescimento em diâmetro.

As classes de solos apresentadas na Figura 4 foram determinantes para se avaliar a diversidade e a similaridade nas áreas do presente estudo, devido à sua riqueza e número de indivíduos. Em particular, a área de várzea (à montante do P₄ e à jusante do P₅), constituída de solos saturados hidricamente, domínio da vegetação herbácea e predominância das espécies pioneiras e secundárias iniciais (maricá-de-espinho, candeia, embira-de-sapo, pau-jacaré).

Nos estudos de Teixeira e Rodrigues (2006) as espécies encontradas com maior frequência em 24 estudos em florestas ribeirinhas, nas cotas mais altas de altitude em Floresta Estacional Semidecidual, foram coincidentes às espécies importantes encontradas no presente estudo como a *Casearia sylvestris* (lagarteiro), *Copaifera langsdorffii* (copaíba), *Tapirira guianensis* (peito-de-pombo), *Endlicheria paniculata* (canela-do-brejo), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Calophyllum brasiliense* (guanandi), *Cecropia pachystachya* (embaúba), *Protium heptaphyllum* (almecegueira) e *Amaioua guianensis* (canela-de-veado) etc. Estudos semelhantes têm sua importância na ampliação do conhecimento florístico das formações florestais remanescentes, necessários para a conservação da biodiversidade e para a escolha das espécies para a restauração florestal em áreas desprovidas de vegetação em APPs.

6.5. Uso e ocupação do solo da sub-bacia do Córrego do Cintra em 1984 e 2008

Observaram-se, na Figura 20, diferenças na ocupação das várias classes de uso e ocupação do solo de toda a sub-bacia do Córrego do Cintra entre os dois períodos.

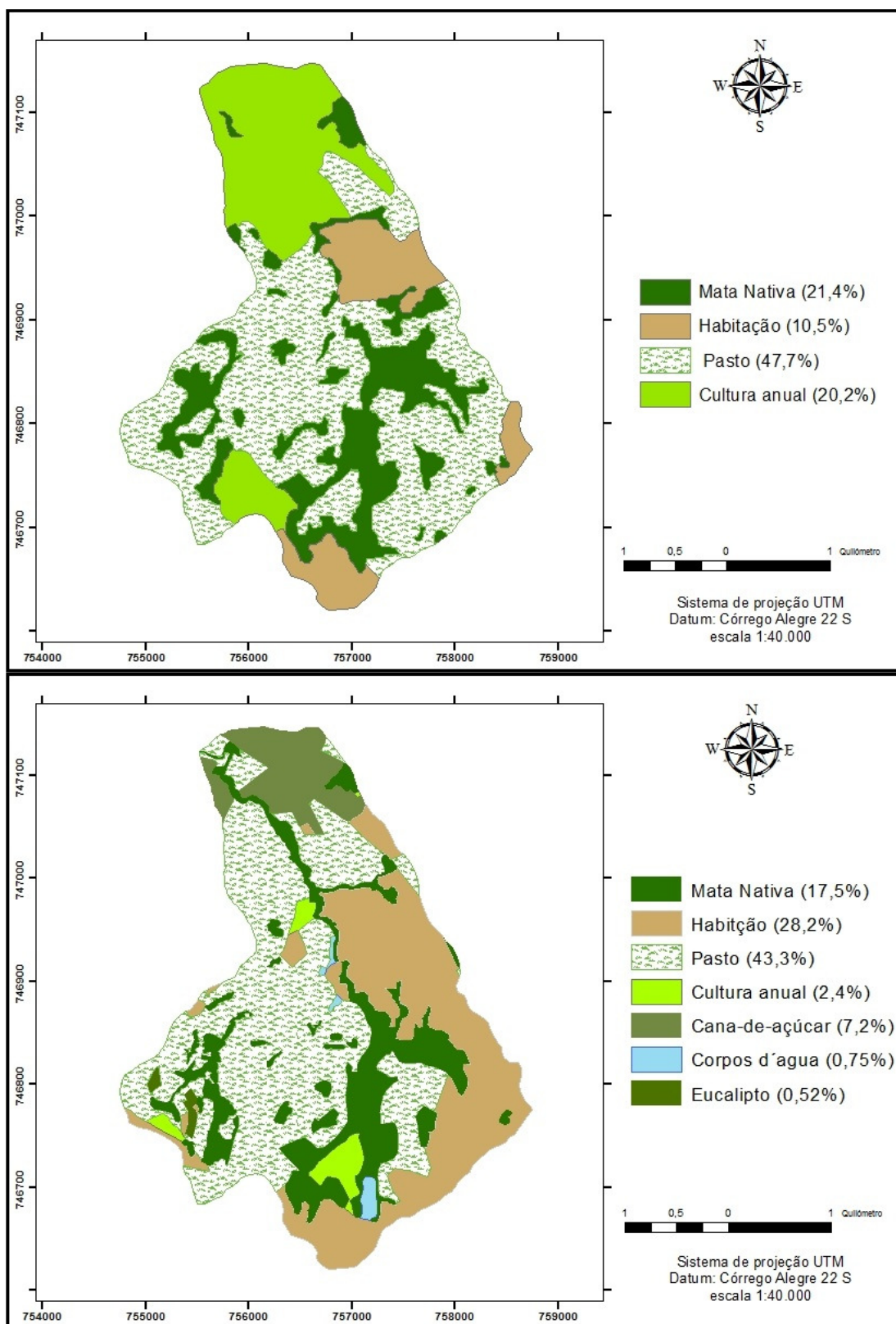


Figura 20. Comparação entre cartas de uso e ocupação do solo da sub-bacia do Córrego do

Cintra obtida de imagem de satélite de 1984 e 2008

A Figura 21 mostra que a distribuição da ocupação do solo em toda área da sub-bacia (1.136,8ha) e a área de pastagem, em 1984, são maiores se comparadas à imagem obtida em 2008, ou seja, reduziu de 47,79 para 43,35% (redução de 4,44%). O mesmo ocorre com os fragmentos de mata nativa (3,88%) e cultura anual (17,78%). Diferentemente, a área de habitação aumenta de 17,62% entre os dois períodos. As classes cana-de-açúcar e eucalipto não foram detectados em 1984. Quanto aos corpos d'água, da mesma forma, na época não existia o sistema de tratamento de esgoto por lagoas de estabilização (P₂), ou o complexo de lagoas do pesqueiro Aracatu, localizado no interior da sub-bacia. Devido à existência de mata ripária e de se tratar de um córrego de pequena vazão d'água, seu leito não foi detectado pela imagem. O mesmo ocorreu no estudo de Carrega et al. (2009), com o levantamento do uso do solo e vegetação natural da sub-bacia do Capivara (Botucatu SP), entre 2000 e 2006. O resultado mostrou um processo acelerado de substituições, com o decréscimo das áreas de pastagem em relação às áreas de culturas perenes e anuais. Diferente das pastagens degradadas, as culturas são mais vantajosas porque normalmente vem acompanhadas de práticas vegetativas (rotação e consorciação de culturas, reflorestamentos etc) e práticas mecânicas (plantio em nível, terraços etc) para a proteção, manutenção e recuperação do solo.

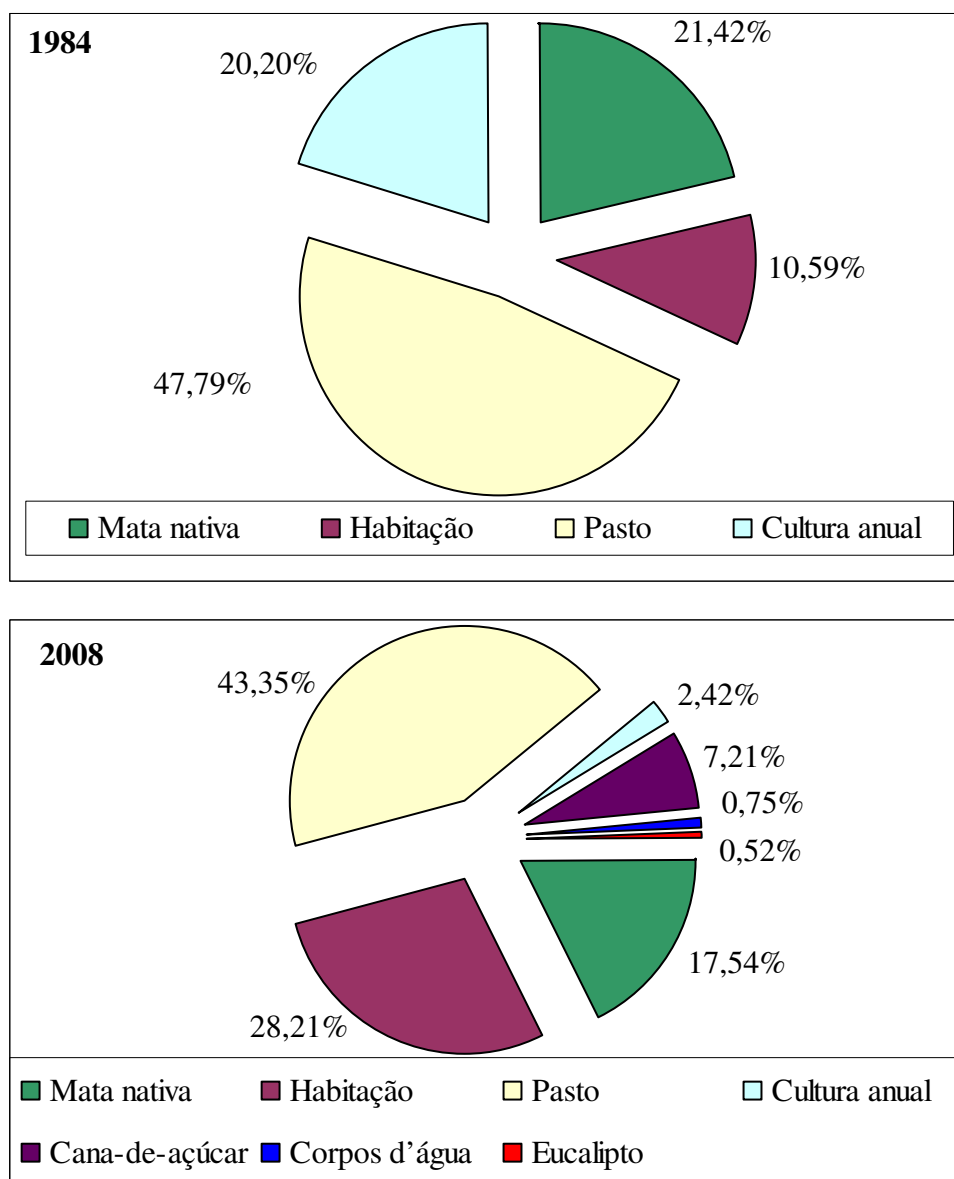


Figura 21. Dados do uso e ocupação o solo obtido através das imagens de satélite de 1984 e 2008

6.6. Avaliação das áreas de preservação permanente na sub-bacia do Córrego do Cintra em 1984 e 2008

A cobertura do solo em área de APP, na sub-bacia do Córrego do Cintra, aumentou entre os dois períodos (Figuras 22 e 23). De acordo com Ribeiro et al (2005), a delimitação automática das APPs, através de programas de georeferenciamento, elimina a subjetividade do processo, viabilizando o fiel cumprimento do Código Florestal

brasileiro, favorecendo a fiscalização ambiental. O intuito foi de mostrar, através de imagens, o quanto variou a ocupação do solo na área de APP, considerando a legislação em vigor (BRASIL, 1965), no seu artigo 2º, que enumera as áreas consideradas de preservação permanente (APP) e determinando, por exemplo, que as faixas marginais dos cursos de água tenham proteção específica, tomando em conta o entorno das nascentes (50m) e a largura do curso de água (30m em cada margem). Ribeiro et al. (2005) revelaram que a partir do mapeamento dessas áreas, a definição geográfica das reservas legais poderá apoiar-se em critérios ecologicamente estabelecidos, contribuindo para complementar eventuais lacunas e promover a melhoria na forma e função das APPs.

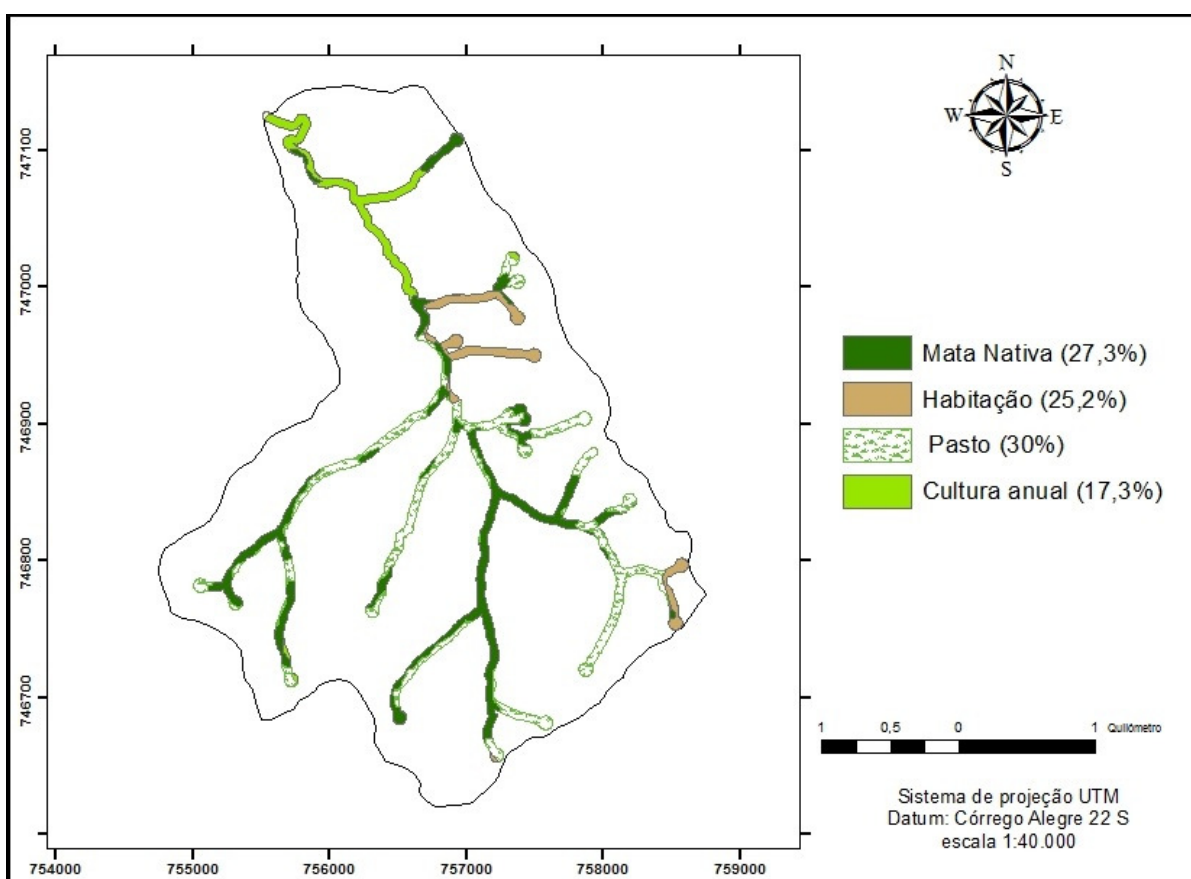


Figura 22. Avaliação das áreas de APP em 1984 na sub-bacia do Córrego do Cintra

A área de APP total de toda a rede de drenagem (21km) da sub-bacia do Córrego do Cintra é de 131,42ha e na análise comparativa das cartas das áreas de APP, de

1984 e 2008 (Figuras 22 e 24), foi observado aumento da mata nativa de 22,24%, além de 1,90% da área de habitação. O cultivo de cana-de-açúcar (3,27%) surgiu somente em 2008 e ocorreu a diminuição de pasto (13,80%) e de cultura anual (13,60%), embora ainda se observe também o predomínio de pasto e cultura anual nas áreas de APP. Em contrapartida, a Figura 23 mostra a diminuição significativa do pasto e o predomínio da mata nativa nas áreas delimitadas. A tendência à diminuição das áreas de pastagem pode ser explicada pela alta concentração de terras não produtivas, falta de motivação para investimentos rurais ou pela pressão de delimitação das APPs, bem como pela substituição do pasto pela cana-de-açúcar. A diminuição da pastagem é importante porque essas áreas normalmente iniciam um processo de erosão pela exposição do solo às intempéries e por não existir a proteção deste pelas matas. Nos estudos de Alencar et al. (1996), nas áreas agrícolas da Amazônia Oriental, a cobertura da mata tende a aumentar e a pastagem e as culturas tendem a ocupar as mesmas áreas que vinham ocupando nos últimos 10 anos.

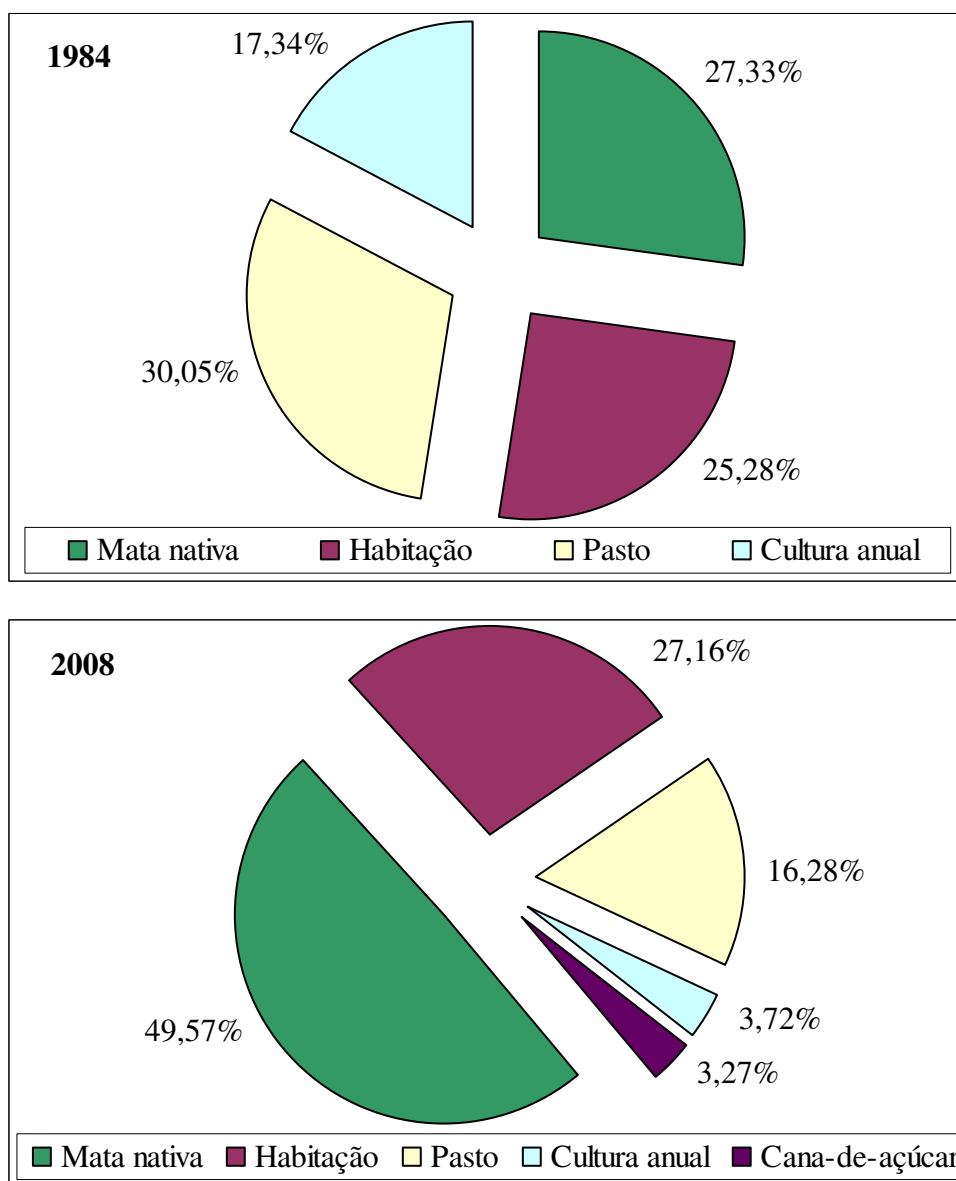


Figura 23. Dados do uso e ocupação o solo em área de APP obtido através das imagens de satélite de 1984 e 2008

Observando detalhadamente a parte inferior (Sul) da sub-bacia (Figura 22) nota-se que a mesma está ocupada por vegetação nativa e, no mesmo local, na Figura 24, está desprovida desta em 2008. Isso se deveu ao início de terraplanagem e construção das Lagoas de Estabilização de Tratamento de Esgoto - ETE- SABESP em 1997, concluída em 2000 (GRALHÓZ e NOGUEIRA, 2006). Com a ETE-SABESP, cuja área mede 2,5ha (SOUZA, 2005b), em pleno funcionamento, e a construção de várias lagoas para a prática esportiva de pesca e piscicultura (Aracatu), observou-se o surgimento de espelhos

d'água nestes locais, como mostra a imagem captada pelo satélite.

Árvores de eucalipto são encontradas na área 1, no entorno da ETE e no Jardim Botânico do Instituto de Biociências da Unesp, e alguns indivíduos nas áreas 2 e 3.

Quanto ao aumento de habitação, o Bairro Vista Alegre, localizado a leste da sub-bacia, passou por extensa ocupação humana, onde fontes pontuais e difusas de contaminação e pequenas culturas nas margens do córrego persistiram nos últimos anos (BELLUTA et al., 2010).

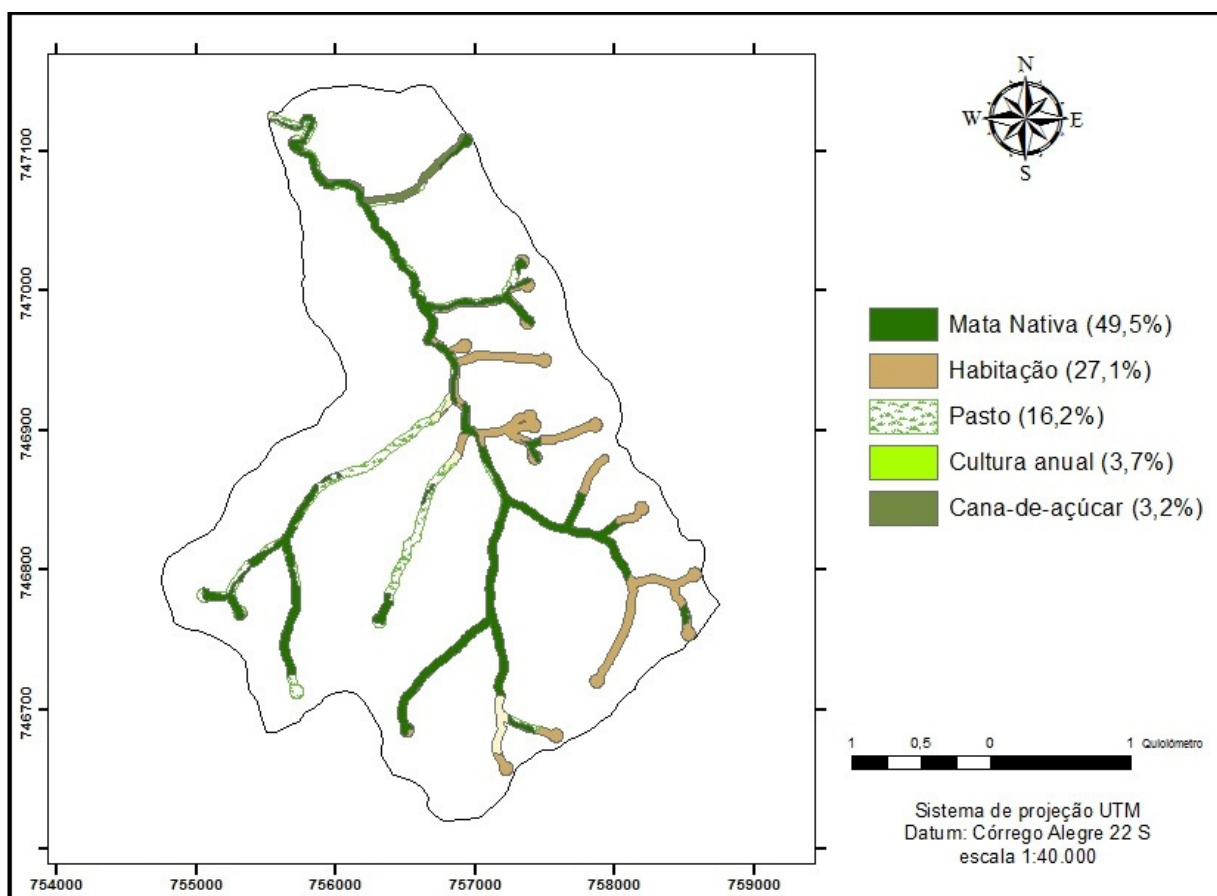


Figura 24. Avaliação das áreas de APP em 2008 na sub-bacia do Córrego do Cintra

Mesmo com o aumento de superfície de mata no mesmo período, a presença de área de várzea, e os dados da caracterização florística obtidos no presente estudo apontam a necessidade de recomposição dos pequenos fragmentos desprovidos de matas, no entorno de algumas nascentes e em trechos fragmentados em áreas de APP, de acordo com a legislação vigente. Ribeiro et al (2005) realizaram estudos na delimitação das áreas de APP e

verificaram a importância da coalescência natural entre as áreas das nascentes com as que estão situadas ao longo dos divisores d'água e destas com as zonas de proteção ripárias, formando, assim, um grande corredor ecológico ao longo de uma bacia hidrográfica. A recomposição entre os fragmentos com espécies nativas, para garantir sua conectividade ao longo da rede hidrográfica e em áreas hidrologicamente saturadas, desempenhará influência direta sobre a hidrologia da sub-bacia.

Principalmente na área 3 existe a conectividade na mata. A conectividade seria importante para a diversidade e circulação da fauna, e para cumprir a função de reduzir o escoamento superficial, evitando possíveis erosões e arraste de nutrientes e sedimentos para os cursos d'água, além de contribuir na regeneração e resgate da diversidade das espécies. Estes fatores induzem a necessidade do manejo adequado da sub-bacia, para fins de garantir a quantidade e a qualidade da água e a biodiversidade.

6.7. Variáveis de qualidade de água do Córrego do Cintra no período de 2007 a 2009

As análises de água realizadas no Córrego do Cintra apontam, através do teste de Tukey, alterações significativas, e o gráfico de caixas nos dá um sumário completo dos dados, nos pontos e nos períodos, onde se observa a mediana, a dispersão, a simetria e potenciais outliers (SOKAL e ROHLF, 1995). Quanto aos parâmetros avaliados no presente estudo, estes foram comparados aos valores máximos permitidos (VMP), de acordo com o artigo 42º do BRASIL (2005), pois como a sub-bacia do Córrego do Cintra ainda não está enquadrada em uma classe, esta deve seguir os índices da Classe II (BRASIL, 2005).

6.7.1. Parâmetros organolépticos: odor, turbidez e cor

Foi observada a presença marcante de odor e alteração na cor da água no Córrego do Cintra, nos pontos 1, 2 e 3, nos três períodos e em quase todas as amostragens (Apêndice). O VMP para a cor é de $75 \text{ Pt.L.} \cdot 10^{-1}$ (BRASIL, 2005), e os pontos 4 a 8 superaram esse limite somente no 3º período, na última amostragem, dezembro/2009, devido a pluviosidade estar acima da média (Figura 25) em relação aos outros dois períodos, influenciando diretamente na cor. Marques et al. (2007), no Vale do Ribeira SP, também obtiveram valores superiores ao máximo permitido para cor no período de cheia, o que é comum quando a pluviosidade é elevada, pelo arraste de substâncias e particulados através do

escoamento superficial. Além da pluviosidade, o P₁ foi influenciado pela existência de lançamento de esgoto indevido e o P₂ pela ETE-SABESP, pois apesar do tratamento de todo esgoto gerado no Campus da Unesp e Distrito de Rubião Júnior, as características originais da água não são restabelecidas, devido à permanência da alta concentração de algas e íons inorgânicos. O P₃ está localizado à montante do bairro Vista Alegre e, por isso, não sofre influência urbana, além da presença da densa mata ripária, assim as alterações observadas na qualidade da água neste ponto são devido às influências do P₁ e P₂ (Figura 6).

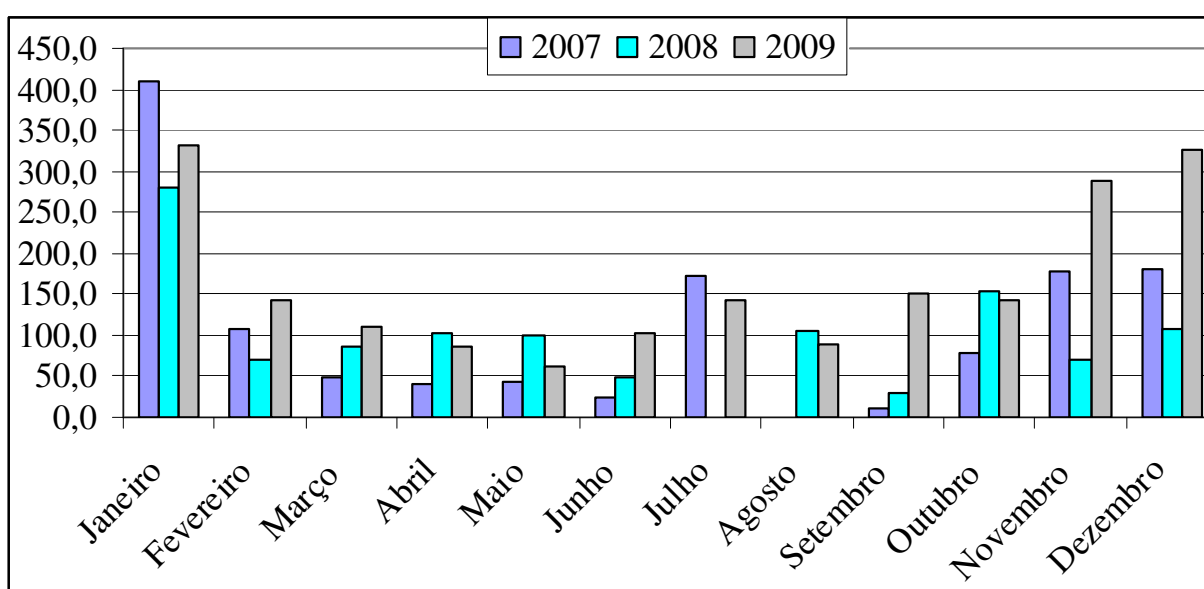


Figura 25. Totais pluviométricos mensais nos anos 2007, 2008 e 2009. Dados obtidos no Depto de Recursos Naturais/Ciências Ambientais – FCA/Lageado – UNESP – Botucatu

Considerada oposto à transparência sob o ponto de vista ótico, a turbidez mostra a quantidade de partículas suspensas na água e que alteram a transparência. A Figura 26 mostra valores inferiores a 100 NTU, considerados normais (BRASIL, 2005) e similares estatisticamente entre si, representado pelas letras A e B, com exceção dos valores atípicos (“*” potencial outlier). Nos pontos entre 3 a 8, somente na última amostragem (Apêndice), mês de maior pluviosidade (Figura 25), quando esta foi superior a 327 mm de chuva, a turbidez também aumentou significativamente, similar aos estudos de Santos et al. (2007) e Marques et al. (2007), que apresentaram as mesmas características em áreas agrícolas.

A variação e a amplitude (dispersão) dos valores foram assimétricos no período 3 (Figura 26), porém não variou estatisticamente em relação ao 2º período devido à proximidade das medianas, mas variou em relação ao 1º período conforme as letras minúsculas (“a” e “b”) que comparam as médias entre si.

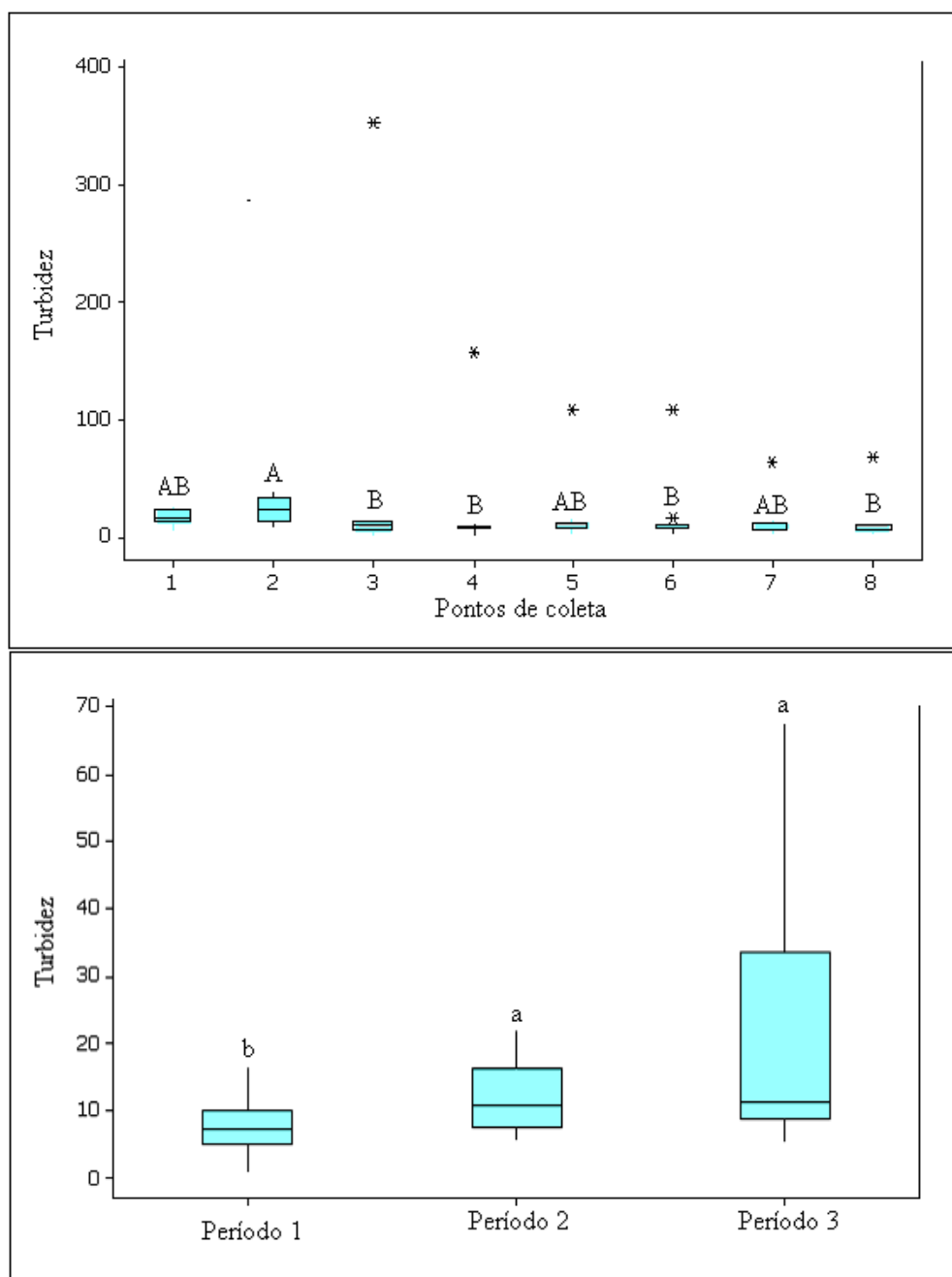


Figura 26 Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação da turbidez por ponto de amostragem e período com diferenças significativas no Córrego do Cintra

A temperatura do ar mínima, no inverno, durante toda amostragem e em todos os pontos foi de 12,2 °C e a máxima, no verão, foi de 30,2°C. Já para a temperatura da água, a mínima foi de 13,8°C no inverno e a máxima, no verão, foi de 23,4°C (Apêndice), considerada normais para as épocas. O aumento da temperatura, oriundo de possível lançamento de esgoto ou efluente no curso do córrego no momento de coleta, não foi encontrado. As temperaturas da água, no presente estudo, são compatíveis aos dados de Bottino et al. (2010) e Santos et al. (2007), com sensível diminuição em trechos dos rios com presença de matas de galeria, não tendo havido indicadores de elevação da temperatura causada por lançamentos de efluentes pontuais.

6.7.2. Parâmetros físico-químicos: pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, cloretos e carbono orgânico total

Entre os atributos físico-químicos, o pH esteve levemente ácido no P₁ e diferente estatisticamente em relação aos outros pontos, caracterizada pela letra “C” (Figura 27). O caráter levemente ácido obtido no P₁ se deve ao lançamento indevido de esgoto neste local e confirmado pelo seu cheiro característico, conforme já descrito no histórico de uso e ocupação da área 1, no Capítulo 7 e dados obtidos por Belluta et al (2008, 2009 e 2010). É importante afirmar também que esta nascente (P₁) não é protegida pela mata nativa e está em processo de sucessão caracterizada pela grande quantidade de herbáceas. A partir do P₂, aumentou gradativamente para alcalino até o P₈, considerado estatisticamente similar em relação aos pontos 3, 4, 6 e 7, caracterizados pela letra “A”. Belluta et al. (2009) discutiram em seu estudo essa tendência à alcalinidade da nascente à foz, pois pode ocorrer desagregação mecânica do solo e basalto presente no leito e borda do rio que podem se acumular no represamento de água situado na base da cachoeira (P₈), além do carreamento de espécies alcalinas oriundas das áreas de cultivo no entorno do córrego. A letra “B”, nos pontos 2 e 5, também são considerados similares em relação aos pontos 3, 4, 6 e 7. O potencial *outlier* e a amplitude (dispersão) dos valores mostram a variação do conjunto de valores do pH em cada ponto. O gráfico de caixas, entre os três períodos e com todos os pontos, mostra as medianas próximas entre si (7 e 7,5); no período 2 a amplitude dos valores aumentou sensivelmente e, no período 3, bruscamente em relação ao período 1. No entanto, os períodos 2 e 3 não variaram estatisticamente em função da proximidade de suas medianas conforme mostram as

letras minúsculas (“a” e “b”) que comparam as médias. Apesar da pluviosidade elevada na 4ª amostragem (Apêndice-Tabela 27), o pH manteve-se na faixa de 6,0 a 9,0, faixa essa ideal para a manutenção da vida aquática, de acordo com BRASIL (2005). O mesmo ocorreu nos estudos realizados por Marques et al. (2007), com sensível redução nos níveis de pH em período chuvoso com média superior a 600mm quando, mesmo assim, os valores mantiveram-se no limite.

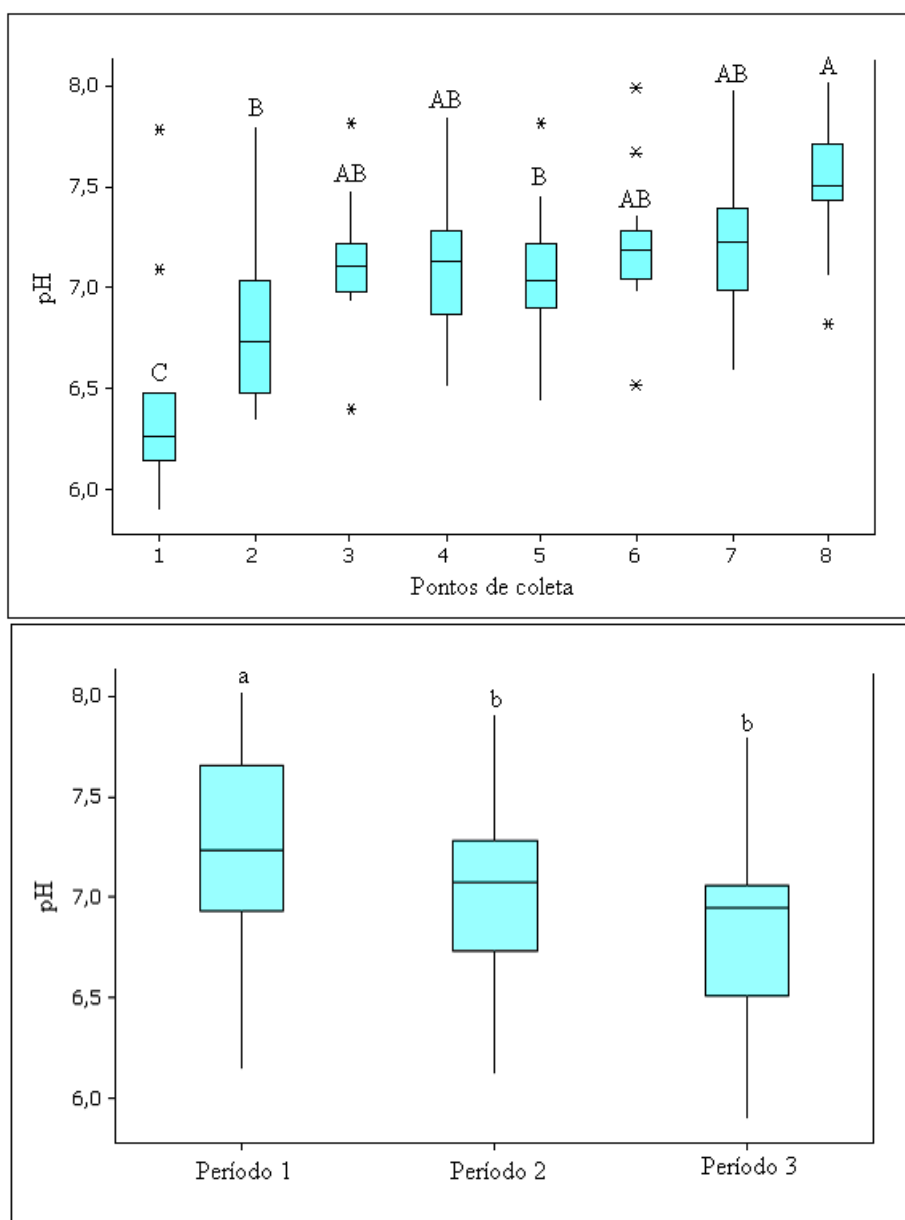


Figura 27. Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação do pH por ponto

de amostragem e período com diferenças significantes no Córrego do Cintra

Na Figura 28 o gráfico de caixas mostra os valores de CE obtidas em cada ponto e, com exceção do P₂ e P₃, os demais pontos são considerados estatisticamente similares por apresentarem amplitude dos valores e mediana próximas entre si, caracterizado pela letra “C”, bem como o P₃, similar aos pontos 4, 5 e 6 por apresentarem a mesma letra em comum (“B”), diferenciando estatisticamente somente o P₂ pela letra “A”. A CE nos pontos 2 e 3 é mais elevada por estes estarem localizados a jusante da desembocadura de efluente (ETE-SABESP) (P₂). As letras minúsculas (“a”) nos 3 períodos comparam as médias entre si e demonstram que não variaram estatisticamente. As Figuras 28 e 29 mostram, respectivamente, o elevado valor no P₂ para CE e cloreto, pois, em se tratando de ETE, pode-se esperar valores acima do permitido para os demais macroelementos, em virtude da intensa degradação e mineralização da matéria orgânica por parte de microorganismos. Nos estudos de Batista et al. (2006), na bacia do Acaraú (CE), os autores observaram que a CE da água tinha maior sensibilidade ao íon cloreto na parte baixa da sub-bacia, em relação a outros macroelementos na parte alta da região do semi-árido. Em águas naturais a CE é indicador de poluição, com valores superiores a 100µScm⁻¹ (CETESB, 2012) e, no caso do Córrego do Cintra, os valores variaram de 14,5 a 442,50 (P₁ e P₂) nos três períodos (Apêndice), seguido do decréscimo da CE devido ao efeito de diluição até o P₈ (Figura 28), fato este também observado nos estudos de Valente et al. (1997), Conte e Leopoldo (2001), Gralhóz e Nogueira (2006) e Belluta et al. (2009).

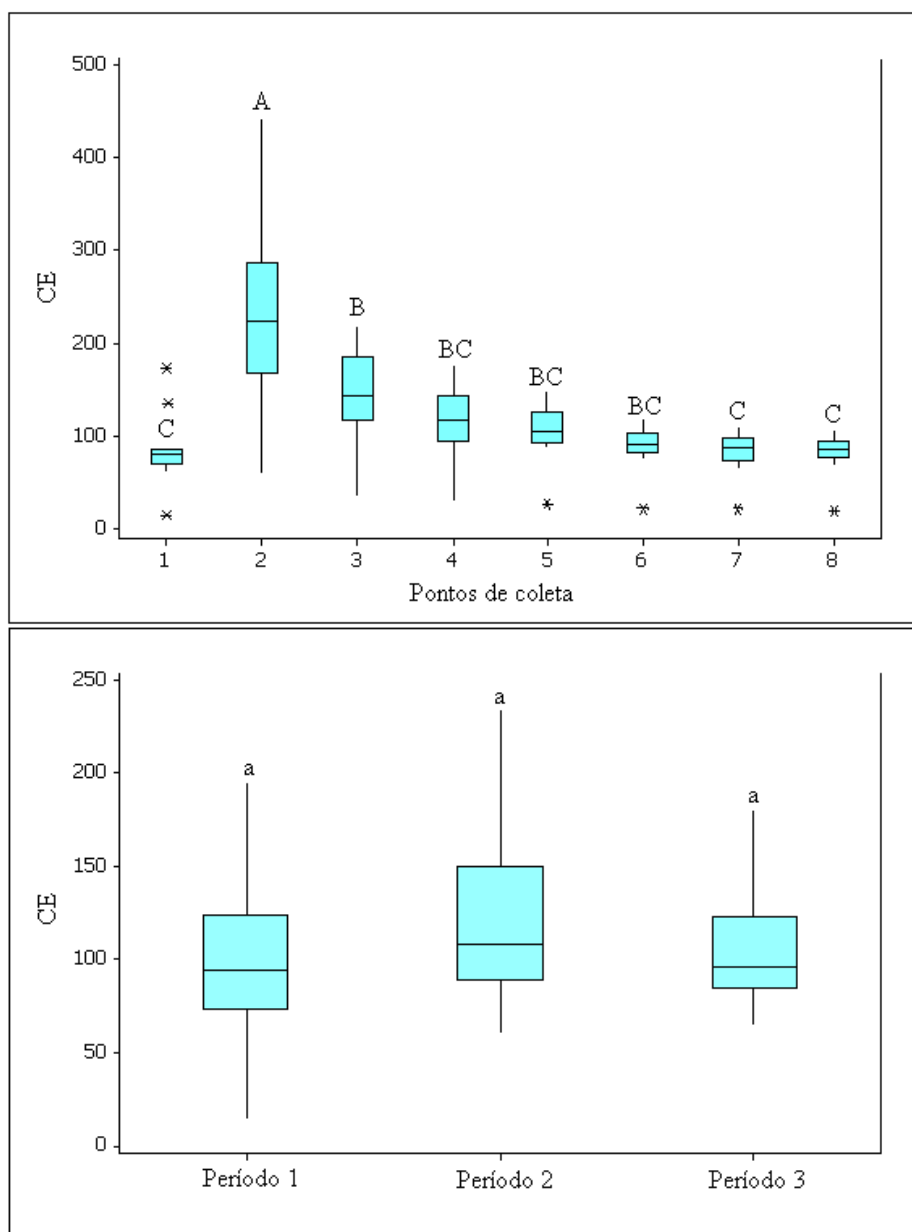


Figura 28. Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação da CE por ponto de amostragem e período com diferenças significativas no Córrego do Cintra

Os resultados para a variável cloreto, com exceção do P₂, são similares estatisticamente entre si (“B”) e no P₃ pode também ser considerado similar ao P₂, apesar deste apresentar maior amplitude (2,0 a 62,48mg.L⁻¹) entre os valores encontrados nesse período, que é caracterizado pela letra “A”. Apesar da amplitude dos valores mostrados na Figura 29, estes estão muito abaixo de 250mg.L⁻¹, considerado VMP de acordo com BRASIL (2005). Assim, a CE e o cloreto demonstraram íntima relação com as características

do ponto de lançamento de efluente tratado (P_2). Observa-se, mais uma vez, o fator diluição através do decaimento gradativo da concentração do íon cloreto dissolvido no curso do córrego.

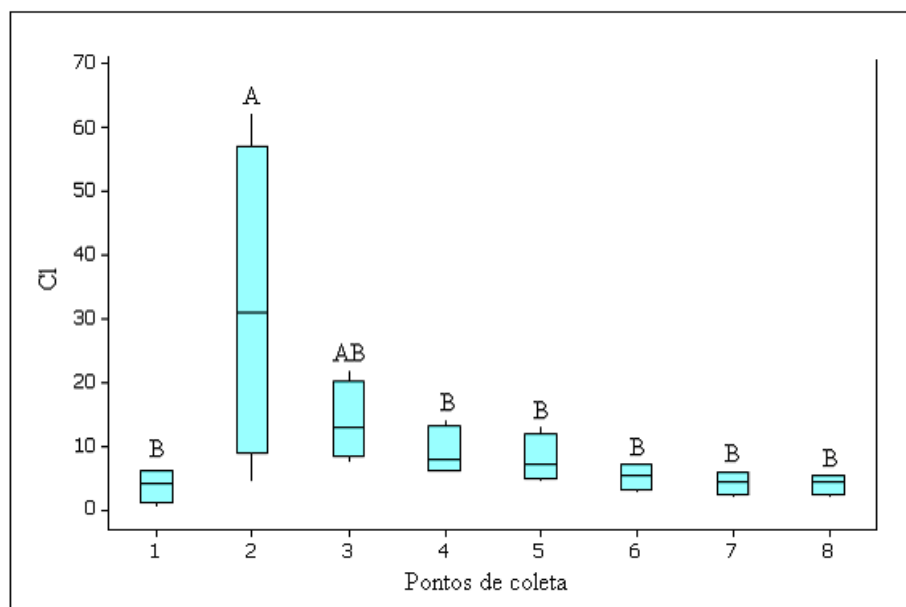


Figura 29. Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação da Cloreto por ponto de amostragem e em um único período com diferenças significativas no Córrego do Cintra

As variáveis OD, DBO^5_{20} , COT, Fosfato Total e NT podem ser estudados em conjunto, pois envolvem a relação da matéria orgânica e depleção da concentração do OD presentes na água. O baixo nível de OD na nascente é comum e aumenta gradativamente em contato com o ar atmosférico e a turbulência da água. Normalmente os baixos níveis de OD são indicativos de degradação de matéria orgânica provocada por microorganismos, podendo levar à supressão deste composto no corpo d'água (P_1 e P_2). Na Figura 30 foi observada baixa concentração de OD no P_1 , devido à concentração de matéria orgânica oriunda de esgoto *in natura* relatado no histórico de uso e ocupação da área 1, no Capítulo 5.3.1 e nos estudos de Belluta et al (2008, 2009 e 2010). No P_2 , apesar de estar localizado após a ETE, verificou-se a eficiência no Sistemas de Estabilização de Lagoas (SABESP) pelo aumento da concentração do OD gerado a partir da proliferação de algas, da intensa atividade fotossintética e consequente consumo de CO_2 (SOUZA, 2005b). Nos demais pontos de amostragem, localizados à jusante, o nível de OD aumenta gradativamente,

provocado pela turbulência e depuração natural das águas. Observa-se, através das letras, diferenças significativas no curso d'água em função da distância do ponto de contaminação (P_1). As letras minúsculas (“a”) comparam as médias entre os períodos e demonstram não variar estatisticamente. Valores semelhantes obtidos em trabalhos pioneiros na mesma área de estudo, foram apresentados por Gralhóz e Nogueira (2006) e Belluta et al. (2009). Entre os três períodos e em todos os pontos, a mediana manteve-se entre 7 e 7,5 $\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$. Já a amplitude dos resultados foi maior no período 1.

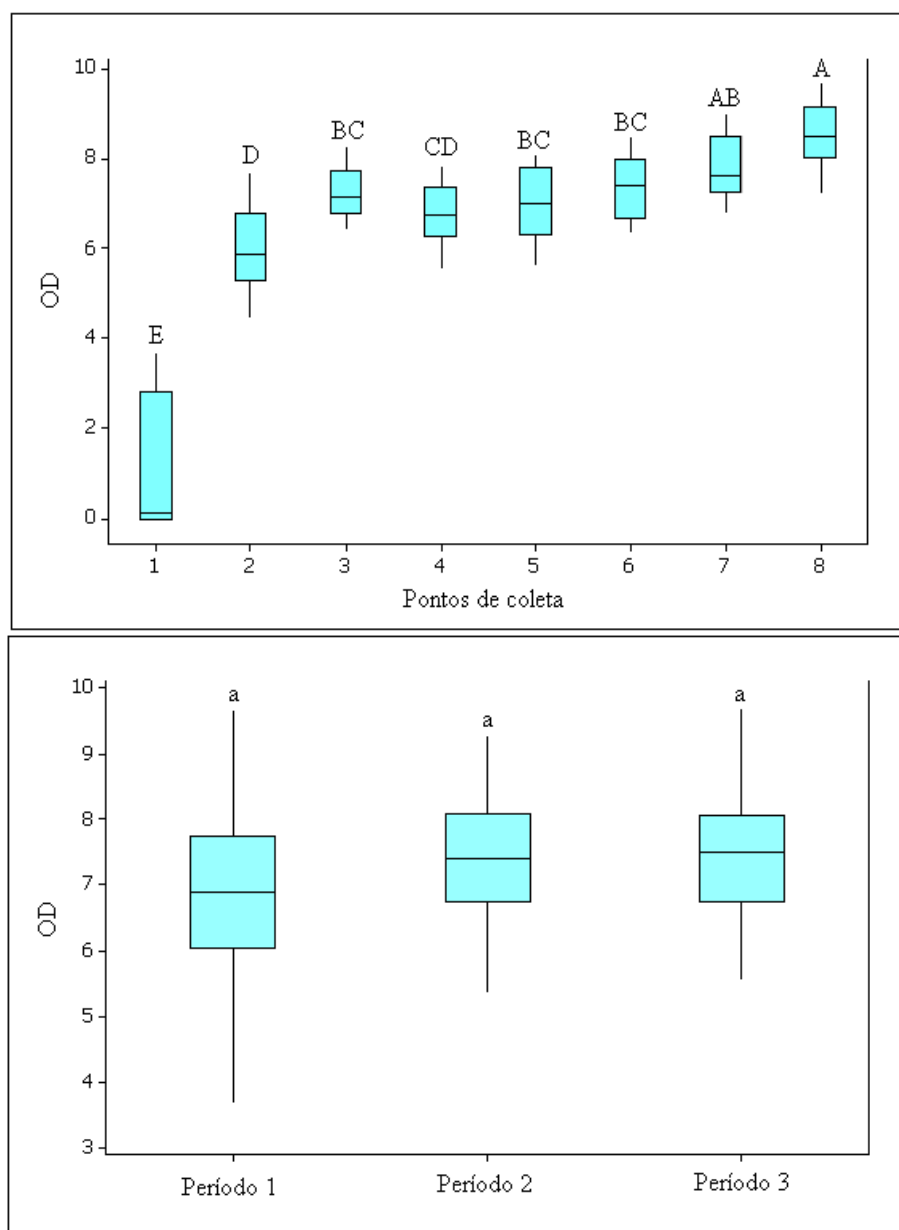


Figura 30. Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação do OD ($\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$) por ponto de amostragem e período com diferenças significativas no Córrego do Cintra

A representação do perfil longitudinal do curso d'água principal (Figura 31) permitiu que se obtivesse a visualização do comportamento do relevo que acompanha o canal principal, desde a sua nascente até o ponto de desague (foz). Tanto a altitude quanto a declividade influenciaram diretamente na concentração de OD no corpo d'água. A declividade entre a nascente (P₁) e o último ponto de amostragem (P₈) é de 235m e, de acordo com os estudos de Gralhóz e Nogueira (2006) e Belluta (2008), a presença de inúmeras quedas d'água e a velocidade que a correnteza corpo d'água adquire, provocam a turbulência e conseqüente oxigenação da água, permitindo elevada oxidação da matéria orgânica presente e conseqüente aumento do OD. De acordo com seu estudo na sub-bacia do Rio Canha, Bottino et al. (2010) encontraram concentrações acima de 5mg.O₂.L⁻¹ e, com o significativo aumento da declividade, a velocidade e a turbulência da água favoreceram a oxigenação da água no curso do córrego.

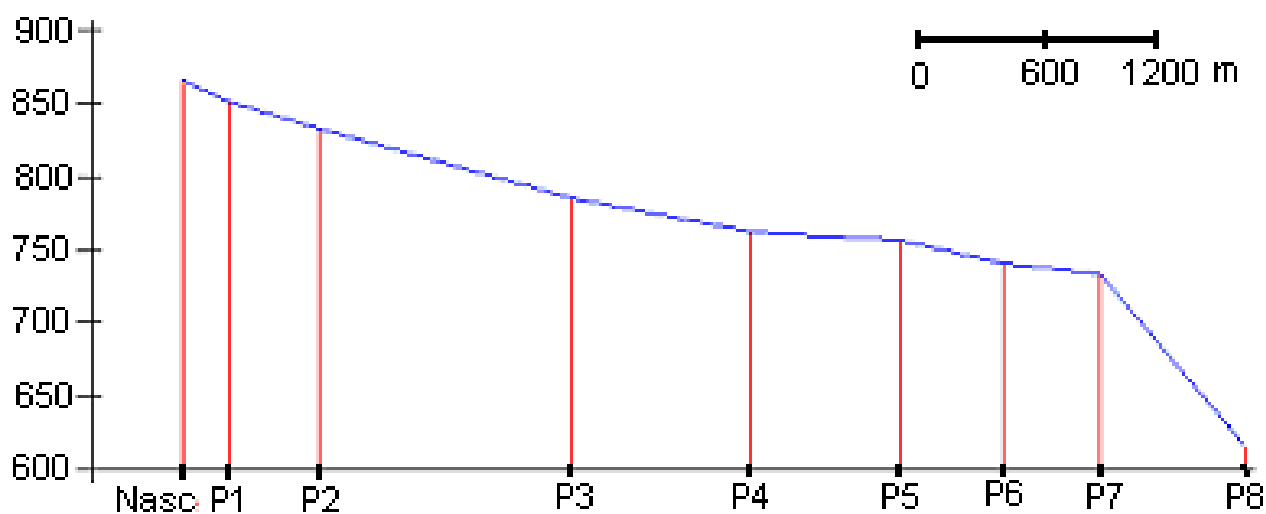


Figura 31. Perfil do Córrego do Cintra/Araquá em termos de altitude (BELLUTA, 2008)

Os valores de DBO_{20}^5 , observadas nos pontos 1, 2, 4 e 8 mostram decaimento (Figura 32), pois estes refletem a oxidação da matéria orgânica biodegradável e conseqüentemente, o consumo de oxigênio no tempo definido (5 dias), à temperatura de 20°C. O P₁ apresenta maior amplitude dos valores e a mediana está próxima de 8mgO₂.L⁻¹, representada pela letra “A”, bem como no P₂ que está em torno de 5mgO₂.L⁻¹. Já os pontos 4 e 8 são também similares estatisticamente (“B”). As letras minúsculas (“a”) comparam as

médias entre os períodos e demonstram não variar estatisticamente. Segundo a Resolução do Conama, BRASIL (2005), os valores para a DBO^5_{20} devem estar inferiores a $5\text{mgO}_2.\text{L}^{-1}$, valor esse que significa baixa demanda de O_2 em função da matéria orgânica e suficiente para preservar a vida nos corpos d'água. O P_1 está seriamente comprometido devido ao lançamento de esgoto não tratado (*in natura*) relatado no histórico de uso e ocupação da área 1, no Capítulo 7. Já o P_2 , o efluente tratado, relatado no histórico da área 2, está nos níveis aceitáveis pela Resolução (BRASIL, 2005). Entre os períodos, as amplitudes dos valores de todas as amostragens também são semelhantes estatisticamente.

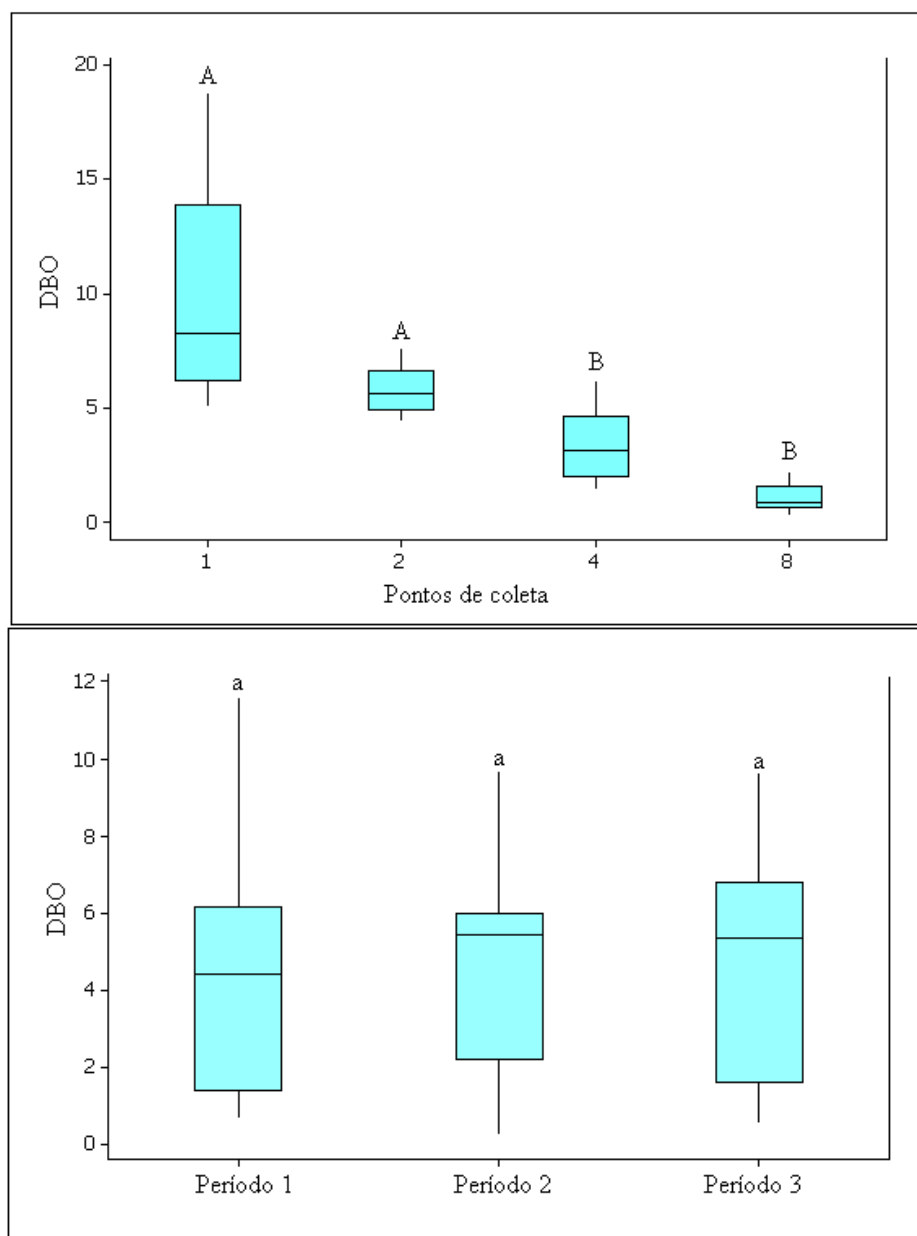


Figura 32. Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação da DBO_{20}^5 por ponto de amostragem e período com diferenças significativas no Córrego do Cintra

Outro parâmetro que reflete a carga orgânica no corpo d'água é o COT. A Figura 33 mostra similaridade entre o conjunto de resultados em cada ponto de amostragem, onde as letras "A" e "B" mostram a proximidade das medianas de cada ponto de amostragem e a semelhança estatística entre si. A maior amplitude entre o grupo de valores está no P_2 , mas as medianas entre os pontos estão bem próximas. Entre os períodos, ocorreu aumento da amplitude entre os valores e elevação da mediana somente no período 3,

caracterizando maior concentração orgânica em relação aos outros períodos. As letras minúsculas (“a” e “b”) comparam as médias entre os períodos e demonstram diferença estatística no período 3. Silva et al. (2010), em seu estudo no Rio Descoberto, em Goiás, encontraram em duas estações não só o COT, mas também o Cloreto, Fosfato total, DBO^5_{20} e OD, que determinaram índices de qualidade de água e indicadores de ocupação urbana desordenado às margens do córrego.

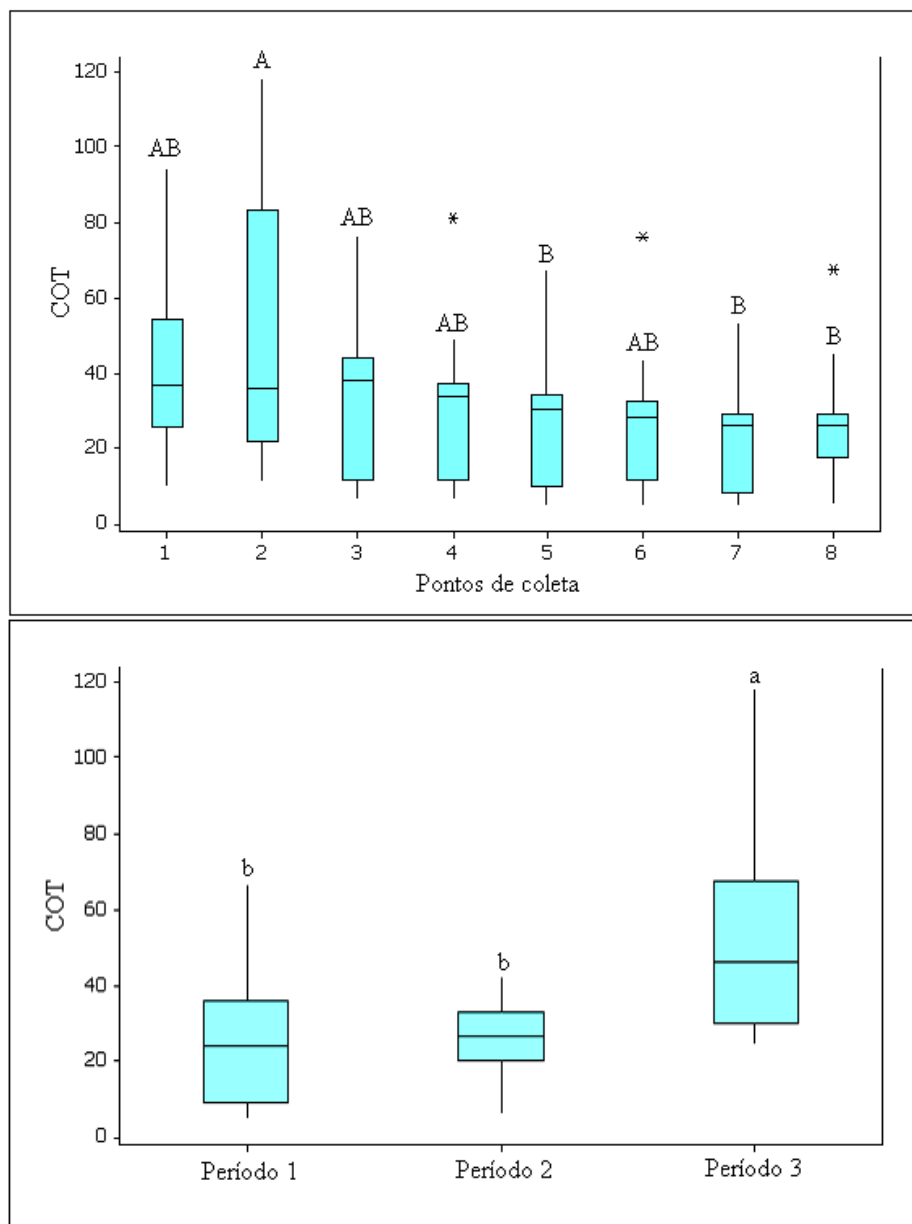


Figura 33. Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação da COT por ponto de amostragem e período com diferenças significativas no Córrego do Cintra

Na análise e comparação dos parâmetros físico-químicas estudados entre os pontos 1 e 2, era esperado para o P₁ nível baixo de pH, baixos teores de OD, CE, Cloreto e COT e alto teor de DBO₅²⁰ devido ao baixo volume de carga orgânica clandestina lançado neste local. Ao contrário deste ponto, foi observado no P₂ (ETE-SABESP) maior volume da carga de matéria orgânica em relação ao P₁, pois promove o aumento da concentração de sais dissolvidos na água e a oxidação de toda matéria orgânica oriunda do Campus da Unesp e no Distrito de Rubião Júnior. O pH no P₂ é maior em relação ao P₁ devido ao monitoramento realizado pela Sabesp para favorecer a proliferação de algas, aumento da fotossíntese e conseqüente aumento de OD.

6.7.3. Espécies químicas: fosfato total e nitrogênio total

O fosfato total e o nitrogênio total apresentaram valores elevados nos pontos 2 e 3, e diminuição gradativa até o P₈. Tanto na Figura 34 como na 37, somente o P₂ variou significativamente (“A”), diferente dos demais pontos que podem ser considerados similares estatisticamente, como evidenciado pelo fato de as letras estarem em comum entre os pontos (“C” e “B”). Além do fator diluição do córrego, pela entrada dos tributários, de acordo com Nuvolari et al. (2003), a degradação e conversão do nitrogênio orgânico (esgoto bruto) em nitrogênio amoniacal (poluição recente), nitrito (forma intermediária) e nitrato (forma antiga) leva a autodepuração do córrego. Assim como o nitrogênio, também o fosfato total em excesso, dissolvido em águas naturais pode levar ao processo de eutrofização dos ambientes lênticos.

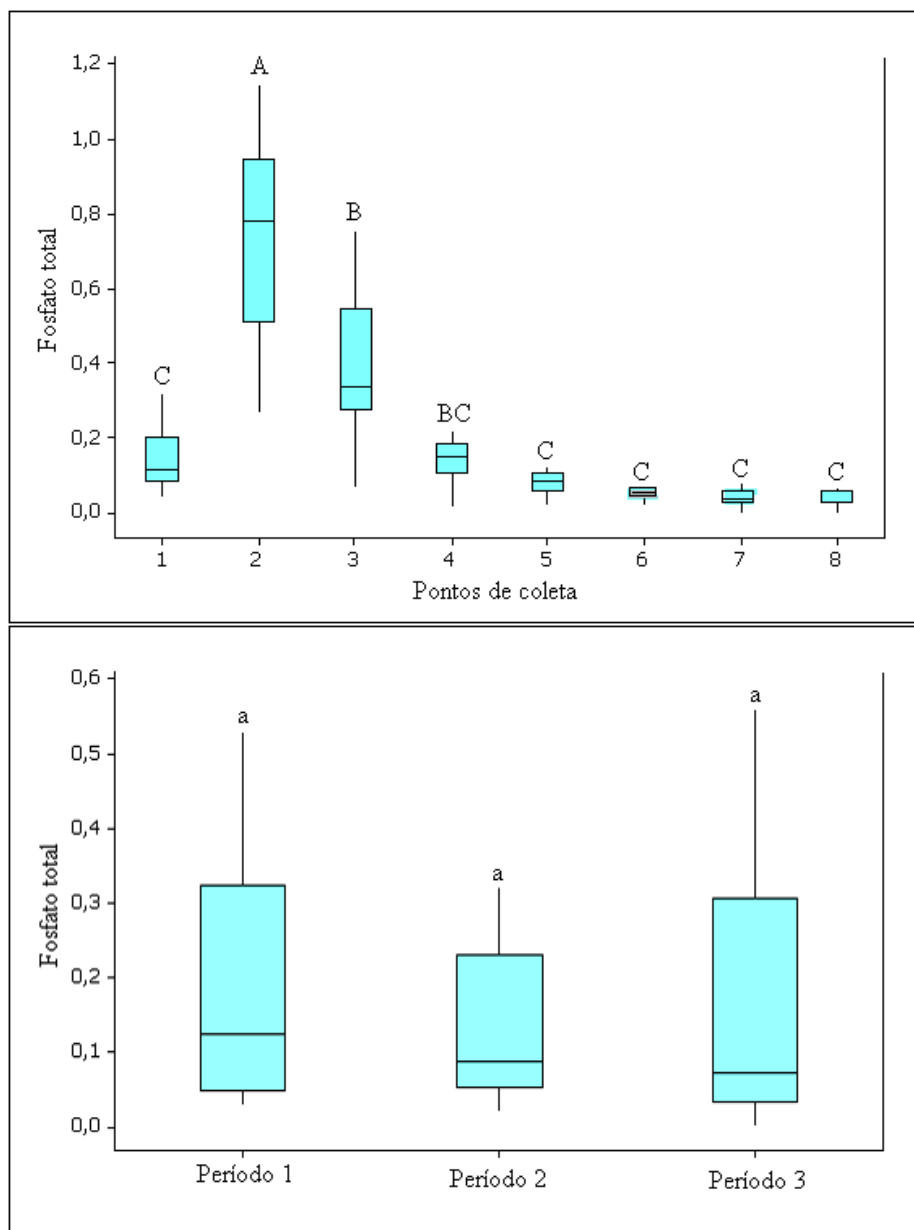


Figura 34. Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação do fosfato total por ponto de amostragem e período com diferenças significantes no Córrego do Cintra

O fosfato total foi analisado nos três períodos e o nitrogênio total em 2 períodos (2008 e 2009), sendo que ambos apresentaram mediana bem próxima ao primeiro quartil, demonstrando dispersão assimétrica dos resultados com variação significativa da amplitude dos valores obtidos (Figuras 34 e 35). As letras minúsculas nos 3 períodos para o fosfato total e nos 2 períodos para o NT, demonstraram semelhança estatística entre si devido a proximidade das medianas. Nos estudos realizados no Córrego do Cintra em dois períodos

distintos, sendo o primeiro antes da construção da ETE-SABESP (1996) e o segundo, o início de funcionamento (2000), Gralhóz e Nogueira (2006) verificaram que o teor de nitrogênio após tratamento foi reduzido em 27 vezes na região do ponto de despejo (P₁) e 11 vezes na foz do córrego (P₆), enquanto o fósforo total reduziu cerca de 50 vezes ao longo do mesmo córrego. Como essas águas atingirão a represa do Tietê (Barra Bonita), possivelmente esta receberá a carga residual de toda sub-bacia. Segundo Prado (2004), em seus estudos realizados na represa do Tietê (1990 a 2002), na desembocadura do Rio Araquá, que recebe também as águas do Cintra, o nível de poluição era inferior ao da represa, para a maioria dos parâmetros, e apresentava elevada transparência da água, contribuindo pouco na eutrofização da represa que já era eutrófica pela concentração de material poluidor vindo de São Paulo.

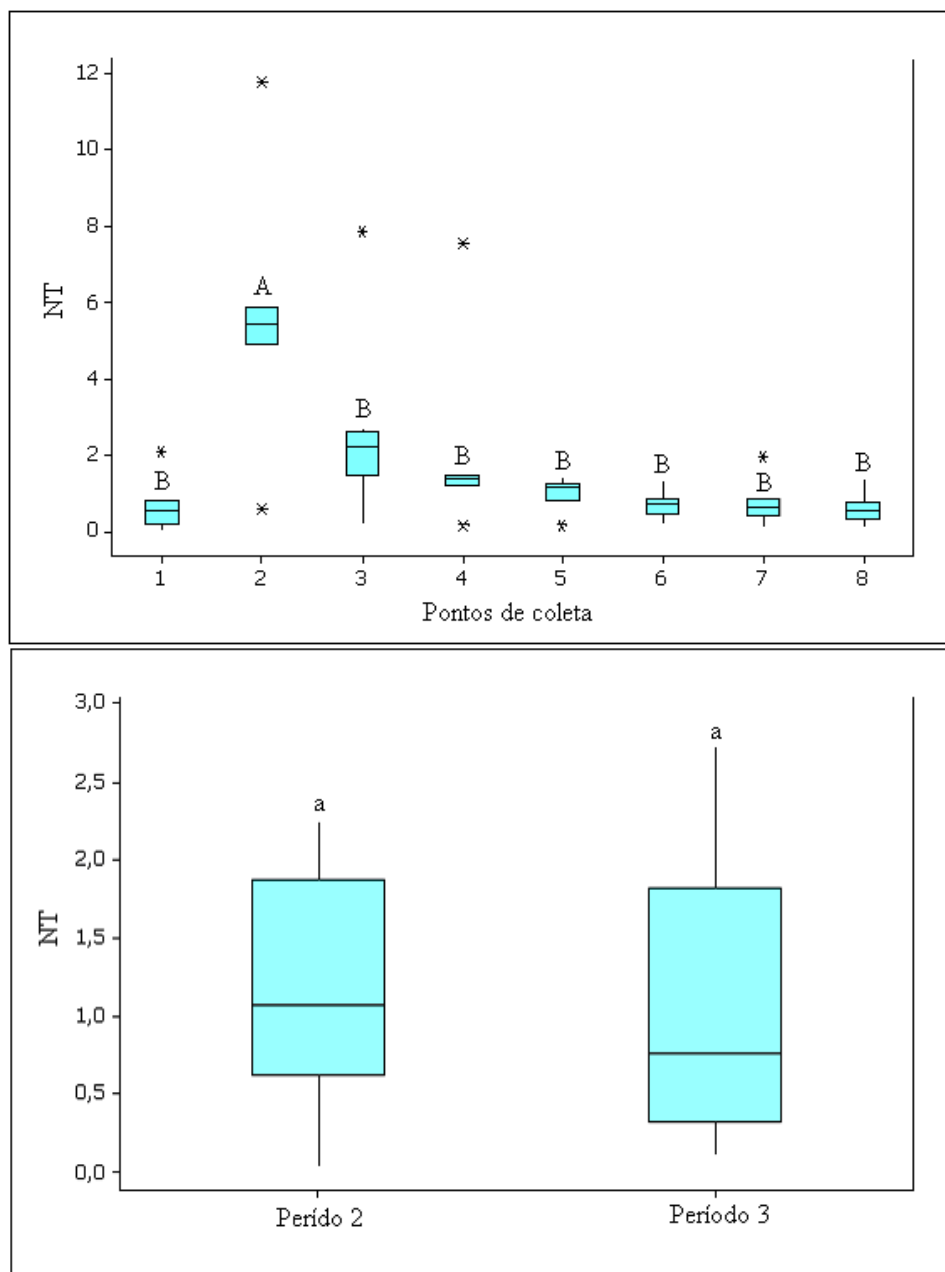


Figura 35. Comparação entre médias (Teste de Tukey) mostrando a variação NT por ponto de amostragem e período com diferenças significativas no Córrego do Cintra

O Córrego do Cintra apresentou contaminação pontual nas duas nascentes principais (P_1 e P_2) com base na análise de quase todos os parâmetros e, à jusante destes, indicou a melhora da qualidade da água. Nas análises físico-químicas realizadas no Parque Estadual da Cachoeira da Marta, na sub-bacia do Capivara, Traficante (2011) também encontrou contaminação próximo à sua nascente (Córrego do Roseira) pela influência da área do entorno, onde ocorre pastagem e fragmentada mata ciliar (P_1). Neste local, o NT, fosfato

total e CE apresentaram valores relativamente altos, além do baixo OD em relação aos outros locais de amostragens, indicando contaminação difusa. Semelhante ao presente estudo, através autodepuração natural, estes parâmetros indicaram boa qualidade da água à jusante das Cachoeiras da Marta e do Canela (P₅).

6.7.4. Parâmetros microbiológicos: coliformes termotolerantes (CTT) e totais (CT)

Nas análises realizadas em 2007 (Tabela 8), foram obtidos resultados acima dos VMP de CTT para balneabilidade e dessedentação de animais em várias amostragens e pontos. Os resultados em P₁ foram altos na 2^a e 5^a amostragens (vermelho), com 1.100 e 15.000 NMP/100ml respectivamente, valores estes que, estando acima de 1000 NMP/100ml, são considerados impróprios para recreação de contato primário (BRASIL, 2000) e dessedentação de animais (BRASIL, 2005). Da mesma forma em P₄, na 1^a, 3^a e 5^a amostragens os resultados foram, respectivamente, de 1100, 2800 e 4300 NMP/100ml. Tanto no P₅ como no P₇, na 1^a amostragem, foi obtido 1.100 NMP/100ml e no P₈, somente na 3^a o resultado estava também impróprio, com 2800 NMP/100ml.

Já na 5^a amostragem o P₇ apresentou o padrão de qualidade própria classificada como “Muito boa” (<500NMP/100ml), com presença de 460NMP/100ml. Os demais pontos e amostragens podem ser considerados de qualidade “Excelente”, pois mostraram resultados inferiores a 250NMP/100ml. Quanto aos CT, ainda em 2007, são relevantes as quantidades encontradas, já que na natureza estão presentes em grande número e variedades. Neste período, a quantidade de CT aumentou consideravelmente a partir da 3^a amostragem em todos os pontos, cujos valores variaram de 1100 a 460.000 NMP/100ml. Os pontos 4 a 8 são os mais vulneráveis, pois estão situados a jusante do bairro Bela Vista e Parque Ecológico Pavuna (última cachoeira), como mostra a Figura 5, pela presença humana e de animais domésticos. A pluviosidade estava inferior a 172,6mm ao longo dos anos, nos três períodos de estudo, com exceção de novembro e dezembro de 2009 e em janeiro (períodos 1, 2 e 3), que estavam entre 280 a 410mm de chuva (Figura 25). Nos meses de novembro e janeiro não foram realizadas amostragens, mas em dezembro estas foram realizadas nos três períodos, sem contribuir para os resultados de CTT, pois foram inferiores a 240 (Tabela 8), em todas as amostragens, mas para CT os valores variaram de 1.100 a 46.000NMP/100ml no período 1, de 930 a 4.300NMP/100ml no período 2 e 700 a 3.900NMP/100ml no período 3 (Apêndice).

Segundo Pulido et al (2005), a presença de CT deve ser interpretada de acordo com o tipo de água: devem estar ausentes em água potável e servir de alerta de que ocorreu contaminação, sem identificação da origem. Para os demais usos (proteção das comunidades aquáticas, aquicultura, irrigação de hortaliças, etc), o VMP para Classe II (BRASIL, 2005) é de 1000 CTT por 100ml em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

Em 2008, o número de CTT no P₄, obtido na 1ª amostragem, foi de 280NMP/100ml, e a água foi considerada de qualidade “Muito Boa”, e “satisfatória” para o P₈, com 750NMP/100ml. Nos demais pontos estes estavam inferiores a 240NMP/100ml (“Excelente”). O número de CT variou entre os pontos e as amostragens de 3 a 11.000NMP/100ml. No P₁ apresentou 4.300NMP/100ml somente na 4ª amostragem, no P₄ apresentou 2.400 NMP/100ml na 1ª amostragem e no P₇ o maior valor, com 11.000 NMP/100ml na 3ª amostragem.

Os números de CTT para o ano de 2009 também apresentaram qualidade “Excelente” para a maioria das amostras, com exceção dos pontos 6 e 7 na 1ª amostragem, com 930 e 430NMP/100ml, considerados qualidade “Satisfatória” e “Muito boa”, respectivamente. No P₈, base da segunda cachoeira do Parque Ecológico da Pavuna, os resultados estavam inferiores a 250NMP/100ml, ou seja, considerados “Excelente”, para todo o uso da Classe II do BRASIL (2005) e balneabilidade (BRASIL, 2000). Os mesmos resultados de CTTs foram encontrados por Traficante (2011), em seu estudo à jusante das cachoeiras da Marta e do Canela, locais esses de intensa visitação e recreação por parte de turistas de Botucatu e região. Para o CT, a partir do P₃, os valores variaram de 2.100 a 11.000 NMP/100ml em quase todos os pontos e amostragem.

Tabela 8. Resultado de VMP dos Coliformes termotolerantes (CTT) e Totais (CT) obtidos do Apêndice nos anos de 2007, 2008 e 2009

Período	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	Δ CT (NMP)
2007	05/fev.	11/abr.	13/jun.	06/agos.	08/out.	03/dez.	
P ₁	240	1.100	20	4	15.000	21	1.100 a 110.000
P ₂	3	3	3	3	3	210	1.000
P ₃	240	15	210	3	15	23	15.000 a 460.000
P ₄	1.100	43	2.800	93	4.300	23	1.100 a 110.000
P ₅	1.100	150	20	9	75	7	7.500 a 110.000
P ₆	43	93	11	7	150	75	21.000 a 110.000
P ₇	1.100	23	28	15	460	23	11.000 a 46.000
P ₈	93	9	2.800	4	21	23	9.300 a 150.000
2008	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a			Δ CT (NMP)
	02/abr.	02/jul.	22/set.	17/dez.			
P ₁	23	21	21	230			23 a 4.300
P ₂	3	23	43	43			3 a 43
P ₃	32	93	150	43			150 a 930
P ₄	280	23	23	93			210 a 2.400
P ₅	240	9	23	240			43 a 1100
P ₆	43	7	9	23			23 a 460
P ₇	93	7	210	93			93 a 11.000
P ₈	750	43	21	9			150 a 460
2009	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a			Δ CT (NMP)
	25/mar.	24/jun.	30/set.	14/dez.			
P ₁	230	4	23	23			150 a 930
P ₂	3	4	3	7			23 a 93
P ₃	150	240	43	3			240 a 3900
P ₄	240	150	23	4			1.500 a 4.300
P ₅	230	150	23	3			750 a 9.300
P ₆	930	210	15	9			1.100 a 4.600
P ₇	430	43	11	9			150 a 4.600
P ₈	120	20	9	4			700 a 7.500

Comparando o presente resultado com os dados de CTT e CT obtidos no estudo de Belluta et al. (2009), nos mesmos pontos de amostragem, observou-se que os valores não superaram 2400NMP/100ml no período de estudo (jun/2005 a maio/2006) para ambos coliformes. No P₁, local de contaminação por lançamento de esgoto *in natura*, já referido no histórico do Capítulo 5.3.1., área 1, os valores foram inferiores a 240NMP/100ml e no P₂ (ETE-SABESP) apresentou número de 2400NMP/100ml somente na última amostragem

De acordo com os resultados obtidos, as amostragens de 2008 e 2009 apresentaram melhores valores em relação a 2007. Foi observado também que as amostragens realizadas no P₂, nos três períodos, apresentaram números inferiores a 250NMP/100ml que é considerado “excelente” e, no caso de ETE, confere eficiência ao processo de tratamento de efluente pelo sistema de lagoas de estabilização. Verificou-se que o P₁, através das análises físico-químicas, indicou contaminação por esgoto e foi confirmado pelas análises microbiológicas no período 1, cujos valores variaram de 1.100 NMP/100ml (2^a amostragem) e 15.000 NMP/100ml (5^a amostragem), enquanto nos outros foram inferiores a 250 NMP/100ml (“excelente”). A positividade significativa dos resultados está em função do lançamento de esgoto no córrego, ou seja, depende do dia e hora em que está ocorrendo a contaminação. Como não se sabe o local exato onde está ocorrendo o lançamento de esgoto, não se pode prever o momento da contaminação.

6.7.5. Análise de componentes principais em 2008 e 2009

A análise de componentes principais (ACP) é um método que tem como finalidade básica a análise dos dados usados, visando a sua redução, eliminação de sobreposições e a escolha das formas mais representativas de dados, a partir de combinações lineares das variáveis iniciais (MALINOWSKI, 2002). Os parâmetros turbidez, CE, DBO⁵₂₀, COT e fósforo total foram utilizados nesta análise por estarem presentes em todos os pontos e períodos de amostragem. Na Figura 36, a ACP mostra a disposição de cada ponto de amostragem em 2008 e 2009 e, de acordo com a carga orgânica presente, mostra o panorama da condição da qualidade da água do Córrego do Cintra.

Os pontos 5, 6,7 e 8 (CP₂) representam uma condição de baixa carga orgânica em relação aos pontos de maior carga (P₁,P₂, P₃ e P₄) (CP₁). As ACP nos dois períodos mostram o panorama da amostragem obtida e representada no gráfico de caixas dos

parâmetros submetidos a essa análise (Figuras 26, 28, 32, 33 e 34), ou seja, revela a contaminação pontual no córrego e, nos demais pontos, o efeito da diluição por conta da entrada dos tributários, auto-depuração e consequente decaimento dos valores das variáveis no sentido nascente-foz ou $CP_1 \rightarrow CP_2$.

O gráfico aponta que os resultados estudados foram efetivos na identificação e monitoramento do corpo d'água afetado pelas descargas de efluentes. Os estudos Margalef (1983) apud Silva e Sacomani (2001), demonstraram que o uso de variáveis com altos valores de correlação com o primeiro componente principal indicaram que estas medidas são suficientes para diagnosticar uma alteração ambiental.

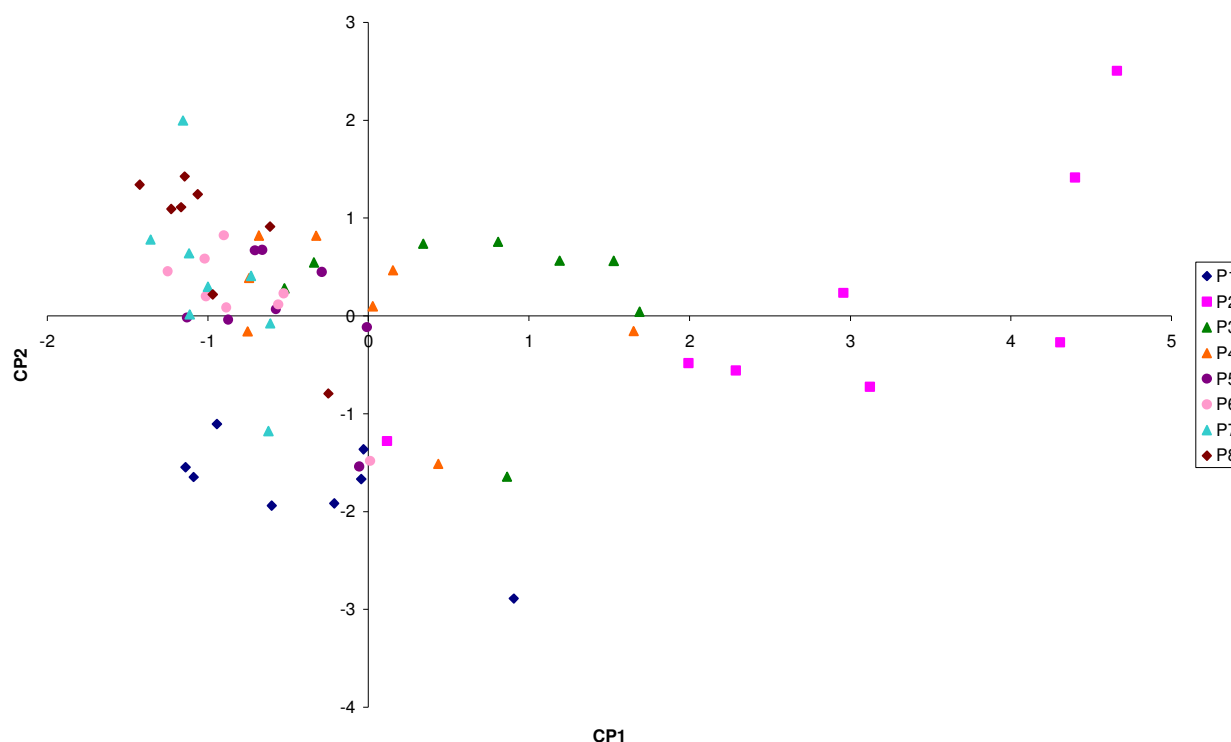


Figura 36. Análise de componentes principais referentes ao período de 2008 e 2009

6.7.6. Metais mais tóxicos: Pb, Cu, Cd, Fe, Ni e Zn (íons metálicos)

Os resultados dos metais mais tóxicos estão dispostos em tabelas, em ordem cronológica e de número de pontos de amostragens, sendo seis em 2007 e quatro em 2008 e 2009 (Apêndice). Na Tabela 9 foram selecionados e dispostos somente aqueles que superaram os limites estabelecidos em BRASIL (2005), classe II. Os atuais resultados serão

comparados com os valores médios obtidos do trabalho de Belluta et al. (2008), onde os autores avaliaram os mesmos metais dissolvidos em água e em sedimentos na mesma sub-bacia, e em pontos de amostragem no período de junho/2005 a maio/2006 bem como aos estudos de Souza (2005b), que analisou metais na ETE-SABESP (P₂).

O íon chumbo (Pb) foi encontrado em todos os pontos no ano de 2007, mas não em todas as amostragens, cujo valor variou de 0,011 a 0,18mg.L⁻¹, considerado acima dos VMP que é de 0,010mg.L⁻¹. Em 2008 este elemento foi encontrado dissolvido em água somente no P₁ (1ª amostragem), com valor de 0,165 mg.L⁻¹ e nos outros pontos nada foi detectado. Na amostragem de 2009 foram detectados valores abaixo do VMP. No período de junho/2005 a maio/2006 este metal apresentou valores médios maiores entre 0,033 (P₄) a 0,044mg.L⁻¹ (P₁) para metais dissolvidos e nos sedimentos variou de 13,0 (P₄) a 20,9mg.L⁻¹ (P₂).

O íon Cu (cobre) foi detectado em 2007, somente no P₂ (0,010mg.L⁻¹), e os maiores valores foram obtidos em 2009, com 1,95, 1,35 e 1,325 mg.L⁻¹ nos pontos 4, 6 e 8 respectivamente. Nos demais pontos e em algumas amostragens os valores variaram de 0,041 a 1,25mg.L⁻¹. Em 2008 foram detectados valores abaixo do VMP para esse metal que é de 0,003mg.L⁻¹. Segundo os resultados de Belluta et al. (2008), este metal apresentou também valores médios maiores que variaram de 0,031 (P₁) a 1,026mg.L⁻¹ (P₈) para metais dissolvidos sendo que nos sedimentos variou de 0,07 (P₁) a 3,08mg.L⁻¹(P₃).

Para o íon Cd (cádmio), teores acima do VMP (0,001mg.L⁻¹) foram detectados em todos os pontos, mas não em todos os períodos, com exceção do P₈, na 4ª amostragem em 2008 (<0,001mg.L⁻¹). Os teores mais elevados desse metal foram encontrados no P₁, em 2007 e em 2008, cujos valores variaram de 0,04 a 0,07mg.L⁻¹. No período de junho/2005 a maio/2006 este metal apresentou valores médios maiores entre 0,0030 (P₁) a 0,0723mg.L⁻¹ (P₅) para metais dissolvidos e, nos sedimentos, variaram de 0,83 (P₆) a 1,28mg.L⁻¹ (P₁).

Foram detectados valores elevados para o íon Fe (ferro) em todos os pontos e amostragens nos três períodos. As concentrações variaram de 0,4 a 2,25 mg.L⁻¹ em 2007 e no P₁ foi detectado, na 5ª amostragem, o maior valor com 11,0 mg.L⁻¹. Em 2008, as concentrações encontradas variaram de 0,07 a 2,55mg.L⁻¹ e as maiores concentrações foram encontrados no P₁, com 9,42mg.L⁻¹ na 1ª e 5,25 na 2ª amostragem. Em 2009, as concentrações

maiores foram encontradas no P₃, na 4^a amostragem, com 6,388 mg.L⁻¹, no P₅, 4^a com 7,37 mg.L⁻¹ e no P₈, 3^a amostragem, com 5,89 mg.L⁻¹. Nos demais pontos e amostragens as concentrações variaram de 0,41 a 5,038 mg.L⁻¹. Os resultados do Fe, segundo os dados de Belluta et al. (2008), apresentaram valores médios entre 1,70 (P₃) a 10,4mg.L⁻¹ (P₁) para metais dissolvidos, variando nos sedimentos de 11,4 (P₁) a 70,1mg.L⁻¹ (P₇)

Os metais Ni (níquel) e Zn (zinco) foram detectados somente no P₃ em 2008, com as concentrações 0,026 e 0,061 mg.L⁻¹ na 3^a amostragem. Nas demais amostragens e pontos alguns valores não atingiram o VMP e em outros não foram detectados. Já no período de junho/2005 a maio/2006 o Ni apresentou valores médios entre 0,020 (P₁) a 0,15mg.L⁻¹ (P₇) para metais dissolvidos, e nos sedimentos tais valores variaram de 2,10 (P₆) a 9,90mg.L⁻¹ (P₂). Para o metal Zn dissolvido em água, variou de 0,02 (P₈) a 0,192mg.L⁻¹ (P₄) e para os sedimentos, de 0,29 (P₈), 1,13 (P₂) a 1,22mg.L⁻¹ (P₆).

Os resultados dos metais analisados entre os quatro períodos de estudo (junho/2005 a maio/2006 e 2007, 2008 e 2009) mostraram altas concentrações nas análises de 2005/2006. Ao se considerar o histórico das principais nascentes do Córrego do Cintra (P_1 e P_2), pode-se justificar a alta concentração de todos os metais analisados dissolvidos na água e em sedimento. Segundo Gralhóz e Nogueira (2006), isto ocorreu antes da construção da ETE-SABESP (1997), quando os efluentes domésticos, hospitalares e laboratoriais ainda eram lançados *in natura* na cabeceira do corpo d'água (P_1). Somente a partir de 2000 todo esgoto foi destinado para tratamento (P_2), com significativa redução residual. Lembrando que, segundo Pinto (2005) apud Belluta et al. (2008), as principais fontes de metais são os fertilizantes (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) e pesticidas (Cu, Pb e Zn) encontrados na agricultura, além da queima de combustíveis fósseis que emitem Pb, Cd, Zn, Cu particulados durante sua combustão e que ficam dispersos na atmosfera, precipitando no solo e contaminando os corpos de águas. Estes metais também são lixiviados dos resíduos de baterias (Pb, Zn, Cd, Ni), pigmentos e tintas (Pb, Cd, Zn), uso médico (Cu, Zn,) e dos aditivos em combustíveis e lubrificantes (Pb). Então, é comum em ambientes hospitalares e de pesquisa o uso de insumos químicos, farmacêuticos e reagentes em geral contendo os mais variados tipos de metais e, o que é pior, a sua destinação nem sempre é correta, sendo normalmente descartado no esgoto. Desta forma, os resultados obtidos dos metais em 2005/2006 são altos. Segundo Belluta et al. (2008), todos os metais em sedimentos apresentaram as mesmas influências das fontes de contaminação e, com exceção do P_2 , os demais pontos foram influenciados pelo esgoto bruto lançado *in natura*, diretamente, no Córrego do Cintra (P_1) até 1990, antes da construção da lagoa de estabilização, sendo que, ainda hoje, são encontrados resíduos de metais na calha do córrego. Então, com o funcionamento da ETE-SABESP, os valores dos metais continuaram sendo maiores e acima dos VMP nos sedimentos e dissolvidos em água, mas estão bem abaixo dos valores apresentados em 2005/2006.

Souza (2005b) estudou a qualidade do efluente tratado nas lagoas de estabilização de esgoto - SABESP (ETE) (P_2) e revela dados referentes a metais dissolvidos no efluente tratado coletados em dois pontos na lagoa facultativa secundária. Os teores de Cd, Ni e Zn, não superaram o VMP e o Pb apresentou valores que variaram de 0,108 a 0,166 mg.L⁻¹, o Cu com 0,009 mg.L⁻¹ e o Fe variando de 0,104 a 1,267 mg.L⁻¹, também acima do VMP. Comparando os resultados das análises realizadas nos estudos de Souza (2005b) com o

presente estudo, os valores de metais dissolvidos no efluente tratado, detectado na ETE (P₂), estão bem mais baixos na análise atual, possivelmente devido à destinação correta do esgoto realizado nas dependências do Campus, pois todo resíduo químico (orgânico e inorgânico) é reciclado pela empresa prestadora de serviço Ambicamp, desde agosto de 2008.

Assim, através das análises realizadas, foi observado que o P₁ contribuiu significativamente para a contaminação pontual pelos elementos Pb, Cu, Cd e Fe, devido aos teores acima dos VMPs dos mesmos em todos os períodos e na maioria das amostragens. Da mesma forma, os mesmos metais foram detectados no P₂ (ETE-SABESP) e, em ambos os pontos, o Cu, Cd e o Fe se destacaram pela alta concentração. Foram encontrados no P₁ teores de Cd que variaram de 40 e 70 vezes o VMP (2007 e 2008), respectivamente, e o Fe com teores de até 50 vezes. Já no P₂ as concentrações para os dois elementos foram inferiores a 10 vezes para o Cd e 6,5 vezes para o Fe. Somente no P₁ (2008) o Pb foi detectado em teores 16,5 vezes maior que o VMP, mas não foi detectado nos outros pontos. O Cu teve uma concentração maior de até 19 vezes no P₂, 100 vezes no P₃ e no P₈ foi maior ainda, com até 147 vezes.

Assim, os resultados das amostragens do P₁ sinalizam a existência de um importante foco pontual de contaminação que, somados ao encontro das águas com teores dos metais detectados no P₂, localizado na bifurcação à montante do P₃ (Figura 5), revelaram a contaminação significativa da água pelos metais ao longo do Córrego do Cintra. Com exceção do metal Cu no P₈, o efeito de diluição provocado pela entrada dos tributários mostra o decaimento da concentração desses elementos ao longo do curso do córrego (Apêndice).

As áreas de cultura anual (cana-de-açúcar), habitação urbano rural e pastagem localizadas entre o P₄ e P₇ (Figura 21) podem ter contribuído para a contaminação difusa das águas do Córrego do Cintra pelo metal Cu, e detectado mais à jusante no P₈ na última amostragem (2009). Na análise de 2005/2006, este metal dissolvido em água também apresentou alto valor médio neste ponto, chegando a 114 vezes o VMP, bem como o Fe com 35 vezes no P₁ e os metais Ni 5 vezes entre o P₄ e P₈, e Cd no P₅ (70x). Desta maneira essas áreas podem ter sofrido influência da precipitação de particulados oriundos dos escapamentos dos carros movidos a combustíveis fósseis e do arraste pelas águas pluviais de resíduos provenientes da rodovia Marechal Rondon (Km 255 a Km 259) próximo do córrego conforme foi avaliado por Belluta et al. (2008).

O P₇ e P₈ estão localizados à jusante da sub-bacia do Córrego do Cintra, ou seja, em outra sub-bacia inserida no Araquá, cujas águas têm o mesmo destino, o Rio Tietê. O entorno do P₇ apresenta restrita mata ripária, com medida inferior à exigida pela legislação (30m), além da presença dominante da cultura de cana-de-açúcar. Assim, além das áreas entre os pontos 4 e 5, a cultura de cana-de-açúcar (P₇) e a proximidade da Rodovia Marechal Rondon podem estar contribuindo para a contaminação de alto teor de Cu no P₈, visto que nessa cultura o uso de defensivo agrícola é intenso. O P₈ está localizado no Front da Cuesta, em área considerada APA, não havendo qualquer possibilidade de contaminação através de cultura.

O parâmetro físico-químico condutividade elétrica (CE) analisado entre os pontos 4 a 6 na amostragem de 2009 estiveram entre $86\mu\text{Scm}^{-1}$ a níveis de até $176\mu\text{Scm}^{-1}$, valor significativo da composição iônica da água e indicativo de poluição, quando está acima de $100\mu\text{Scm}^{-1}$ (CETESB, 2012). Segundo Tundisi e Matsumura Tundisi (2010), em regiões onde há uma floresta ripária bem conservada a condutividade elétrica, que é um fator fundamental na medida da qualidade da água, é muito baixa ($< 20 \mu\text{S.cm}^{-1}$). Em regiões com ausência de floresta ripária esta condutividade é muito mais elevada ($> 100 \mu\text{S.cm}^{-1}$), o que evidencia aumento da composição iônica de água, resultado da drenagem superficial.

A pluviosidade (Figura 26) nos meses referentes às 3^a e 4^a amostragens (setembro e dezembro/2009) variou de 150,5 e 327,1mm. Tanto a CE como a pluviosidade no período da amostragem podem justificar a influência da área desprovida de mata ripária e a presença de culturas anuais no entorno do córrego, bem como a presença do metal Cu dissolvido na água, já que este faz parte da formulação de fertilizantes, defensivos agrícolas, combustíveis fósseis etc. A restrita e fragmentada mata ripária neste trecho do córrego (P₄ a P₅ e P₇) possivelmente deixou de cumprir sua função na filtragem e retenção dessas substâncias, assim como pode ter ocorrido com os metais Cu, Ni e Cd nos estudo de Belluta et al. (2008), onde a mata já era fragmentada.

6.7.7. Defensivos agrícolas

As análises destes compostos foram realizadas utilizando amostras de água bruta, dada a sensibilidade e eficiência do aparelho. Os compostos analisados foram: herbicidas (ametrina, amicarbazone, atrazina, clomazone, diuron, diclosulam, Diquetonitrila-

DKN, hexazinona, imazapic, imazapir, isoxaflutol, metolaclor, pendimentalin, sulfentrazone, sulfometuron, tebuthiuron), dois pesticidas do grupo carbamato (carbaril, carbofuran), um pesticida organofosforado, o malathion e um fenilpirazol, o fipronil. Para todos estes compostos, mesmo utilizando faixas de detecção em nanograma (ng.L^{-1}), nada foi detectado nas 32 amostras em 4 coletas realizadas no ano de 2009. Através de um levantamento exploratório prévio e visitas em cada uma das propriedades, segundo as informações obtidas, vários defensivos agrícolas eram utilizados. Além destes compostos, houve a intenção de se analisar outros grupos de inseticidas, como os piretróides e organoclorados, mas não foi possível fazer as análises no mesmo laboratório e esta foi inviável em outro, devido ao custo elevado.

7.0. Diagnóstico integrado da sub-bacia do Córrego do Cintra - Discussão

Com o propósito de avaliar espaço-temporalmente os aspectos hidrológicos e florísticos que colocam em risco a integridade da qualidade da água e mata ripária presente na sub-bacia do Córrego do Cintra, trabalhos pioneiros na área de estudo foram consultados para, juntamente com os dados atuais, caracterizar e diagnosticar possíveis efeitos negativos sob a sub-bacia. De acordo com Pulido et al. (2005), a degradação e a contaminação dos ecossistemas aquáticos minimizam a potencialidade do uso de suas águas, promovem a perda da biodiversidade e, em alguns casos, convertem-se em um risco para a saúde das populações ribeirinhas.

Para uma avaliação prévia da condição da mata e o gradiente longitudinal do córrego, foi utilizado um protocolo segundo metodologia consultada e utilizada por Belluta et al. (2009), cujos trechos analisados foram considerados os mesmos pontos de amostragens de água. O P₁ e P₂ (área 1) evidenciaram o trecho impactado pela presença de lançamento de esgoto *in natura* e pela área degradada provocada pela instalação da ETE-SABESP respectivamente; o P₃ (área 2) é um trecho natural e sem alterações na mata, apesar de apresentar cheiro característico de esgoto na água do córrego; P₄ (área 3) foi avaliado como trecho natural em processo de sucessão ecológica pela área de várzea, com reduzido número de indivíduos e espécies de árvores, além do predomínio de espécies herbáceas; o P₅, P₆ e P₇ (área 3) são trechos alterados e mata ripária em formação e, na sub-bacia adjacente, o ponto 8 foi considerado natural e sem alterações devido à sua localização

em Área de Proteção Ambiental (APA), localizados no Front da Cuesta de Botucatu.

Através da estrutura da vegetação das áreas em estudo foram avaliadas suas composições florísticas. Na área 1 (62,4ha), que compreende os pontos 1 e 2, as 10 famílias mais representativas foram Fabaceae (10,1%), com 113 indivíduos e 17 espécies, Lauraceae (6,2%), com 57 indivíduos e 11 espécies e Meliaceae (6,2%), com 72 indivíduos e 9 espécies. Entre as 20 espécies mais representativas estão *Protium heptaphyllum* (almecegueira), com 108 indivíduos, *Calophyllum brasiliense* (guanandi) (100), *Euterpe edulis* (juçara) (93), *Pera glabrata* (sapateiro) (66) e *Cronton floribundus* (capixingui) (43), quanto ao estágio sucessional, foram encontradas 32,56% de espécies pioneiras, 9,3% de secundárias iniciais e 38,76% de tardias, indicando ser esta uma área mais preservada, com maior número de espécies maduras.

Já na área 2 (P₃), entre as famílias mais representativas estiveram Fabaceae (13,6%), com 41 indivíduos e 12 espécies, Miliaceae (6,2%), com 27 indivíduos e 6 espécies, Euforbiaceae (5,7%), com 46 indivíduos e 5 espécies e Myrtaceae (5,7%) com 42 indivíduos e 5 espécies. Entre as 20 espécies mais representativas estiveram *Nectandra megapotamica* (canelinha), com 50 indivíduos, *Cupania racemosa* (camboatã) (43), *Cronton floribundus* (capixingui) (41) e *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré) (40); quanto ao estágio sucessional, foram encontradas 33,71% de espécies pioneiras, 14,61% de secundárias iniciais e 35,96% de tardias, sendo também considerada área preservada.

A área 3 (30,7ha) compreende os pontos 4, 5 e 6, e corresponde a área mais fragilizada e vulnerável de toda a sub-bacia, devido à fragmentação da mata ripária. A caracterização florística nesta área revela fragilidade pelo menor número de famílias, espécies e indivíduos e pelo estágio de sucessional, com a maioria (53,49%) de espécies pioneiras, 16,28% de secundárias iniciais e 16,28% de tardias, indicando ser uma área em processo de sucessão pela predominância das pioneiras. Entre as famílias mais representativas nesta área, destacou-se Fabaceae (16,3%), com 47 indivíduos e 7 espécies. Entre as espécies de maior número, *Gochnatia polymorpha* (candeia) (18), *Mimosa bimucronata* (maricá-de-espinho) (25) e *Lonchocarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo) (11). No trecho compreendido à jusante do P₄ e à montante do P₅, a área é alagada com o predomínio de *Gochnatia polymorpha* (candeia), espécie típica de terrenos higrófilos em caráter quase permanentes. Segundo Ivanauskas e Rodrigues (1997), essa umidade do solo contribui para a seletividade

das espécies ocorrentes nesta formação, relacionada à adaptabilidade fisiológica das mesmas para resistir à saturação hídrica com características florísticas e edáficas próprias.

A diversidade (H') das espécies foi considerada alta nas 3 áreas, devendo-se interpretar os índices com certo cuidado, devidos às áreas amostrais serem bastante pequenas, podendo estes estarem sendo superestimados. A equabilidade pode ser considerada boa nas 3 áreas. Quanto à semelhança, as áreas 1 e 2 foram consideradas similares entre si e a área 3, diferente em relação às outras;

Os estudos da condição da mata ripária, de 1984 até 2008, através de imagens de satélite, mostrou um aumento de 22,24% da mata nativa em áreas de APP, bem como o aumento da habitação, cultura anual e perene e consequente diminuição de áreas de pastagem. No mesmo período, foi constatada em toda área da sub-bacia a redução de 3,88% de áreas de mata nativa, 4,44% de pastagem e 17,78% de cultura anual, seguida de aumento das áreas de habitação, cana-de-açúcar e eucalipto.

Dados morfométricos foram obtidos para auxiliar no diagnóstico da presente

sub-bacia e, através de metodologia específica, Belluta et al. (2009), classificaram-na de 3ª ordem, o que indica que há vários rios tributários contribuindo para a sua vazão, além de não ser propenso a ocorrer enchentes, o que é menos impactante. Com essas características morfométricas e estudos do relevo local, este foi classificado como suave ondulando no P_1 e P_2 , e ondulado do P_2 (área 2) ao P_6 (área 3), dados esses confirmados por várias referências citadas em trabalhos semelhantes realizados na região. Essa característica da sub-bacia é propícia a agricultura familiar, muito comum no interior do Estado de São Paulo. A complexidade dos córregos (sistemas lóticos) deve-se ao uso da terra, geologia, tamanho e formas das bacias de drenagem, além das condições climáticas locais.

No tocante à qualidade da água, vários parâmetros foram avaliados em três períodos (2007, 2008 e 2009) e indicaram contaminação pontual no P_1 e P_2 . Os estudos de Souza (2005b) mostraram que nesses pontos o Sistema de Tratamento de Esgoto é eficiente e produz efluentes dentro dos níveis aceitáveis, porém, a qualidade de água não é restabelecida no local e sim à jusante deste ponto, pela sua autodepuração natural. Estes dados foram confirmados no presente estudo, quando o teor de OD atingiu níveis superiores a $9,0\text{mgO.L}^{-1}$, sendo baixos os demais parâmetros físico-químicos indicadores de matéria orgânica nos

pontos 7 e 8. Então, houve a melhora na qualidade da água no sentido nascente-foz a partir do P₃ ao P₈, onde estão localizadas as cachoeiras da Pavuna, um dos principais pontos turísticos da região. Os parâmetros microbiológicos para potabilidade da água mostraram que esta é imprópria pela presença de CTT e CT, mas pode ser usada para balneabilidade, com exceção dos pontos 1, 2 e 3, que foram considerados de qualidade “boa” na maioria das amostragens.

Ao contrário dos trabalhos de Bollmann (2008), que avaliaram a perda progressiva da qualidade da água do Rio Belém (PR), a partir da nascente em direção à sua foz, na presente análise do Córrego do Cintra os efeitos conjuntos de fontes pontual e difusa de poluição, indicaram piora da qualidade já nas nascentes principais, devido à fonte pontual significativa (P₁ e P₂), e melhora no sentido de sua foz, utilizando os mesmos parâmetros de qualidade de água. Diferente desses estudos, Bottino et al. (2010) observaram que a depleção do oxigênio na nascente ocorreu pela presença massiva da matéria orgânica oriunda da mata ripária e não de origem antrópica, cuja recuperação também ocorreu no curso do Rio Canha, no Vale do Ribeira (SP).

Entre os metais analisados, somente o Cu (2009), Pb (2007 e 2008), Cd e Fe (2007, 2008 e 2009) superaram os VMP. Entre estes, o Cd e o Fe apresentaram teores altos em todas as amostragens realizadas principalmente no P₁; o Cu apresentou valores significativos no P₈, evidenciando a existência de contaminação difusa, possivelmente pelos resíduos trazidos da Rodovia Marechal Rondon e de áreas de agricultura (P₄ ao P₇), por isso considerada vulnerável e desprovida de mata ripária. Estas concentrações do Cu também foram observadas nos estudos de Belluta et al. (2008). Apesar dos 20 defensivos agrícolas analisados não terem sido detectados no presente estudo, o Cu, um dos elementos presentes em sua composição, pode ter sofrido arraste pelas águas pluviais até o córrego, pois no represamento da água localizado a jusante do P₈ (base da cachoeira da Pavuna) foram detectadas concentrações deste metal de até 147 vezes seu VMP. Os fertilizantes foram analisados através do fósforo e nitrogênio, mas não indicaram contaminação nessa região em qualquer das amostragens.

Assim, a área 3 apresenta baixa riqueza de espécies arbóreas e reduzida APP, e é caracterizada também pelo predomínio de espécies do grupo ecológico pioneiro e como área em processo de sucessão, onde o reflorestamento e o estímulo à restauração serão necessárias. Impedir a invasão de animais domésticos em todas as áreas (1, 2

e 3), com a construção de cercas nas APP e coibir possíveis desmatamentos por parte dos proprietários, serão ações fundamentais para a regeneração e preservação da mata ripária e, conseqüentemente, para a melhora na qualidade da água, pela sua capacidade tampão.

No município de Botucatu e região (Anhembí, Areiópolis, Bofete, Conchas, Laranjal Paulista, Pardinho, Pratânia e São Manuel), segundo a avaliação feita por Catâneo e Bueno (2010), terão que aumentar a velocidade de implantação de área florestada, quando comparada à velocidade de regeneração efetiva de suas áreas de mata natural, para, numa condição macro, atingir os 20% da área total com florestas. As maiores urgências deverão ser implementadas pelos municípios de Areiópolis e Pratânia. A exemplo do município de Botucatu, a sub-bacia do Córrego do Cintra pode ser executada rapidamente, a curto prazo, por programas de reflorestamento utilizando espécies nativas da Floresta Estacional Semidecidual pelo órgão público, pela sociedade civil, através de ONGs e principalmente pelos proprietários de terras inseridos na presente sub-bacia.

A legislação ambiental brasileira é considerada uma das mais completas do mundo e um dos seus principais pilares é o Código Florestal (BRASIL, 1965) que determina, entre outras responsabilidades ambientais, a obrigação de se preservar áreas sensíveis e de se manter uma parcela da vegetação nativa no interior das propriedades rurais, as APPs e as reservas legais (RL). Sobre as possíveis mudanças deste código que vem sendo alterado no legislativo e aprovada por uma comissão especial do Congresso Brasileiro, Tundisi e Matsumura Tundisi (2010) revelam que, com o desmatamento e remoção de parte das APPs para uso na agricultura, serão causadas perdas econômicas relevantes, quantificadas pelo valor dos serviços ambientais proporcionados pelas florestas ripárias e mosaicos de vegetação, além da perda da capacidade tampão, aumentando a poluição do ar, do solo e da água e o controle dos processos naturais e funcionamento dos ecossistemas.

O processo de discussão do Código Florestal deve considerar a gestão integrada de território, dos recursos hídricos e proteção dos solos, fundamentada no conhecimento científico. Em duas cartas publicadas na revista Science, pesquisadores da USP, UNESP e UNICAMP alertam que “esta substituição levará, invariavelmente, a um decréscimo acentuado da biodiversidade, a um aumento das emissões de carbono para a atmosfera, ao aumento das perdas de solo por erosão, com conseqüente assoreamento de corpos hídricos, que, conjuntamente, levarão a perdas irreparáveis em serviços ambientais das quais a própria

agricultura depende sobremaneira, além de também poderem contribuir para o aumento de desastres naturais ligados a deslizamentos em encostas, inundações e enchentes nas cidades e áreas rurais”.

Se hoje o Código florestal vigente defende que as APPs sejam respeitadas com 30m de vegetação a cada lado de um rio de até 10m de largura, a exemplo do Córrego do Cintra, o que será desta e de outras sub-bacias se forem aprovadas as alterações do novo Código, que passará para 15m as áreas marginais? Se em 24 anos (1984 a 2008) houve redução de 3,88% da mata nativa na presente área de estudo e aumento de 22,22% nas APPs, o que acontecerá com a mata (área 1, 2 e 3) mesmo com trechos fragmentados que contabilizam 145 espécies e 55 famílias botânicas, se a agricultura atingir o novo limite próximo do córrego? Apesar da contaminação pontual logo nas nascentes (P_1 e P_2), como será a qualidade da água com a redução da mata ripária ao longo do curso d'água, após sua redução e o avanço da agricultura como fonte de contaminação difusa?

O Brasil precisa valorizar seus recursos naturais, adotando para o setor rural uma abordagem multifuncional que inclua, entre outras estratégias, o aumento da produtividade nas áreas já consolidadas, a diversificação da produção e o fortalecimento da agricultura familiar, bem como a promoção de sistemas agroflorestais e o pagamento por serviços ambientais.

8.0 CONCLUSÃO

Através da análise da estrutura e da influência da mata ripária na qualidade da água da sub-bacia do Córrego do Cintra foi possível fazer as seguintes considerações:

- No período de 1984 a 2008, as APPs foram recuperadas naturalmente em cerca de 22,24% do total da mata, representando maior proteção e beneficiando a qualidade da água do córrego pela retenção dos defensivos agrícolas e fertilizantes possivelmente presentes na área do seu entorno. Observou-se a diminuição de 3,88% da mata nativa e parte da pastagem (4,44%), substituída pelas áreas de habitação, cana-de-açúcar e eucalipto;
- As áreas 1 e 2 podem ser consideradas melhor preservadas devido à presença de maior número de famílias, espécies e indivíduos de grande e médio porte, com espécies localmente raras como o guanandi e o palmito juçara, além de sub-bosques caracterizados pelo estágio sucessional secundário inicial a tardio. Diferentemente, a área 3 está em estágio inicial, de sucessional pioneira, sendo mais fragmentada e apresentando reduzido número de indivíduos, espécies e famílias. Apesar das diferenças de tamanho e riqueza entre as três áreas, estas apresentaram boa equidade ou baixa predominância de algumas poucas espécies;
- A área que necessita ser revegetada ou regenerada por espécies nativas é a área 3, pois esta apresenta maior dissimilaridade com as outras áreas, largura de APP inferior a 30m e dominância de poucas espécies. Deve ser delimitada a medida de cada lado do

córrego de acordo com a legislação vigente e evitar a invasão de animais, por meio da instalação de cercas para estimular a regeneração natural;

- Existem 2 fontes poluentes pontuais, o P₁ e o P₂, pois no primeiro existe lançamento indevido de esgoto *in natura*, que apresenta fonte de contaminação orgânica e metais mais tóxicos Pb, Cd, Fe e Cu e o segundo, pela ETE-SABESP que trata todo o esgoto gerado no Campus da Unesp de Rubião Júnior. Apesar do efluente apresentar características organolépticas desagradáveis no ponto em que é feito o seu lançamento, além da presença dos mesmos metais em menor concentração, os efeitos da declividade e a turbulência das águas promovem a autodepuração natural das águas ao longo do córrego. A análise microbiológica, em 2008 e 2009 indicou qualidade da água “muito boa” a “Excelente” para recreação;
- Existe uma fonte difusa localizada à jusante do P₄ e à montante do P₅, caracterizada pela área de várzea, devido à presença no entorno da Rodovia Marechal Rondon, áreas de pasto e agricultura. Apesar de não serem detectados os 21 defensivos agrícolas analisados, acredita-se que possivelmente está ocorrendo contaminação por outro composto, não analisado, que tem o Cu em sua constituição. Através das análises dos metais, os teores de Cu indicaram VMP entre estes pontos e principalmente no P₈, que atingiu o teor de até 147 vezes a mais. Esses dados foram confirmados em outro estudo, no mesmo local, sugerindo contaminação por defensivos agrícolas ou resíduos oriundos da queima de combustíveis fósseis, na rodovia, que chegam até o córrego através do arraste pelas águas pluviais superficiais.

9.0 REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. O suporte geocológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. **Matas ciliares e recuperação**. 2. ed. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 2001. cap. 1, p.15-25.
- ADAD TAJRA, J. M. **Controle químico da qualidade de água**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1982. p. 34-35.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil 2012**. Brasília DF: ANA, 2012, 264p.
- ALCALÁ, M; FRANCESCHI, N. C. S.; STRANGHETTI, V. Florística de trechos de matas ciliares do ribeirão Borá e ribeirão Cubatão, Potirendaba-SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 18, p. 79-93, dez. 2006.
- ALENCAR, A. A. C. et al. Análise multitemporal do uso do solo e mudança da cobertura vegetal em antiga área agrícola da amazônia oriental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., Salvador. **Anais...** Salvador: INPE, 1996. p. 475-478.
- ARAÚJO JÚNIOR, A. A. et al. Diagnóstico físico conservacionista de 10 microbacias do Rio Capivara-Botucatu (SP): visando o uso racional do solo. **Irriga**, v. 7, n. 2, p. 106-121, 2002.
- ARCOVA, F. C. S. Influências das zonas ripárias sobre os processos hidrológicos de microbacias. In: RODRIGUES, V. A.; BUCCI, L. A. **Manejo de microbacias hidrográficas: experiências nacionais e internacionais**. Botucatu: FEPAF, 2006, p. 37-50.
- BARDDAL, M. L. et al. Caracterização florística e fitossociológica de um trecho sazonalmente inundável de floresta aluvial em Araucária-PR. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 37-50, 2003.
- BATISTA, T. M. et al. Modelagem da estrutura iônica das águas da bacia hidrográfica do Acaraú-Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n.1, p. 1-6, 2006.

BATISTELLA, M; MORAN, E. F. Geoinformação e o monitoramento ambiental na América Latina. **Ed Senac**. São Paulo. 2008, 283p.

BATISTELLA, M; CRISCUOLO, C.; BOLFE, E. L. Satélites de recursos naturais como suporte à gestão ambiental. In: BATISTELLA, M.; MORAN, E. F. **Geoinformação e o monitoramento ambiental na América Latina**. Ed Senac. São Paulo. 2008, cap. 1, p. 21-52.

BATTILANI, J. L. et al. Análise comparativa da estrutura de capões de Floresta Estacional Semidecídua na sub-região do Pantanal de Miranda-MS, Brasil, com diferentes métodos de amostragem. In: FELFILI, J. M. et al. **Fitossociologia no Brasil: métodos de estudos de casos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. cap. 21, p. 520-536.

BELLUTA, I. **Avaliação dos impactos provocados pela descarga de efluente tratado na microbacia do Cintra – Botucatu-SP**. 2008. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)– Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

BELLUTA, I.; SILVA, A. M. M.; VALENTE, J. P. S. The importance of watershed studies: the Cintra stream micro-watershed model. **Revista Multiciencias**, Caracas, v. 10, n. 3, 2010, p. 225-233.

BELLUTA, I. et al. Impactos provocados por metais potencialmente tóxicos dissolvidos em água e em sedimentos no Córrego do Cinta – Botucatu SP. **Revista Salusvita**, Bauru, v. 27, n. 2, p. 99-118, 2008

BELLUTA, I. et al. Impacts on the springs of Cintra stream (Botucatu, São Paulo State, Brazil) and downstream variations in water quality. **Acta Limnológica Brasiliencia**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 11-24, 2009.

BERNACCI, L. C. et al. O efeito da fragmentação florestal na composição e riqueza de árvores na região da reserva morro grande (planalto de Ibiúna, SP). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, 2006, v. 18, n. 1, p. 121-166.

BOLLMANN H. A. Avaliação da qualidade das águas do Rio Belém, Curitiba-PR, com emprego de indicadores quantitativos e perceptivos. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, 2008, p. 443-452.

BOTTINO, F. et al. Calibration of QUAL2K model in Brazilian micro watershed: effects of the land use on water quality. **Acta Limnológica Brasiliencia**, Porto Alegre, v. 22, n. 4, 2010, p. 474-485.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm>. Acesso em: 20 jan. 2010.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a política nacional de recursos hídricos, cria o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm>>. Acesso em: 23 out. 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n.274, de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre a saúde e bem-estar humano que podem ser afetados pelas condições de balneabilidade das águas doces, salobras e salinas e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 10 março 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n.357, de 17 março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de afluentes e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. 15 fevereiro de 2012

BUDOWSKI, G. **Distribution of tropical american rainforest species in the light of successional processes**. Turrialba, Costa Rica, v. 15, p. 40-42, 1965.

BUDOWSKI, G. The distinction between old secondary and climax species in tropical Central American lowland rainforest. **Tropical Ecology**, Varanasi, v. 11, p. 44-48, 1970.

BUCENE, L. C. **Sistema de informação geográfica na classificação de terras para irrigação, em Pardinho-SP**. 2002. 177 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

CALHEIROS, R. O. et al. **Preservação e recuperação das nascentes (de água e de vida)**. Piracicaba: Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ–CTRN, 2004. 53 p.

CALJURI, M. L.; MEIRA, A. D.; PRUSKI, F. F. Geoprocessamento aplicado aos recursos hídricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, CARTOGRAFIA, SENSORIAMENTO E GEOPROCESSAMENTO, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Universidade Federal de Lavras/Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p. 167-225.

CARDOSO-LEITE, E. **Ecologia de um fragmento florestal em São Roque, SP**: florística, fitossociologia e silvigênese. 1995. 234 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)-Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

CARDOSO-LEITE, E.; RODRIGUES, R. R. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de floresta estacional no sudeste do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 583-595, 2008.

CARDOSO-LEITE, E. et al. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de mata ciliar, em Rio Claro/SP, como subsídio à recuperação da área. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 31-41, 2004.

CARMO, J. R. **Otimização e avaliação de metodologias Olfatométricas voltadas ao saneamento ambiental**. 2005. 179 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

CARREGA, E. F. B.; CAMPOS, S.; JORGE, L. A. B. Evolução do uso do solo e vegetação natural na bacia do rio Capivara, Botucatu-SP. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 24, n. 1, p. 35-48, 2009.

CASSOLA, H. **Aspecto da estrutura fitossociológica e silvigenética em fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua com diferentes histórias de perturbação em Botucatu-SP**. 2008. 85 f. Dissertação (Mestrado em Conservação de Ecossistemas Florestais)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

CECÍLIO, R. A. et al. Mudanças climáticas globais associadas ao manejo de bacias hidrográficas e à gestão de recursos hídricos. In: CHICHORRO, J. F. et al. **Tópicos em ciências florestais**. Alegre: Ed. Universidade Federal do Espírito Santo, 2010. cap. 15, p. 399-425.

CERQUEIRA, R. M.; GIL, A. S. B.; MEIRELES, L. D. Florística das espécies arbóreas de quatro fragmentos de floresta estacional semidecídua Montana na fazenda Dona Carolina (Itatiba/Bragança Paulista, São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 33-49, 2008.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO. Determinação de oxigênio dissolvido: método de Winkler modificado pela azida sódica. São Paulo, 1989. 169 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO. Variáveis de qualidade de água. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em: 03 fev. 2012.

CONNELL, J. H.; SLATYER, R. O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **American Naturalist**, v. 111, p. 1119-1144, 1977.

CONTE, M. L. **Aspectos quantitativos e qualitativos das águas da Bacia Experimental do Rio Pardo, região de Botucatu, SP**. 1999. 157 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

CONTE, M. L.; LEOPOLDO, P. R. **Avaliação de recursos hídricos: Rio Pardo, um exemplo**. São Paulo: Ed. UNESP, 2001. 141 p.

COTTAM, G. e CURTIS, J. T. The use of distance measures in phytosociological sampling. **Ecology**. 1956, v. 37, n. 3, p. 451-460.

CREPANI, E. Princípios básicos de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, **INPE**, 1983. 45p.

DIAS, M. C. et al. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi-PR. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 183-195, 1998.

DISLICH, R.; CERSÓSIMO, L.; MANTOVANI, W. Análise da estrutura de fragmentos florestais no Planalto Paulistano-SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 321-332, 2001.

DONADIO, N. M. M.; PAULA, R. C.; GLABIATTI, J. A. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal ripário no município de Guariba-SP. **Revista do Instituto Florestal, São Paulo**, v. 21, n. 1, p. 1-17. 2009.

DURIGAN, G. et al. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. 2. ed. São Paulo: Instituto Florestal, 2002. 65 p.

EMBRAPA FLORESTAS. Maricá: Mimosa bimucrata. 2004a. Circular técnica, 94. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/circtec/edicoes.htm>>. Acesso em: 03 ago. 2012.

EMBRAPA FLORESTAS. Pau-jacaré: Piptadenia gonoacantha. Circular técnica, 91. 2004b. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/circtec/edicoes.htm>>. Acesso em: 03 ago. 2012.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.

ESRI (Environmental Systems Research Institute): Sistema ArchGis. www.img.com.br. Disponível em: <EUA>. Acesso em: 01 nov. 2012.

FEINBERG, M. Validation of analytical methods based on accuracy profiles. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 1158, p. 174-183, 2007.

FIGUEIROA, J. C. **Botucatu**: cidade dos bons ares e das boas escolas. São Paulo: Novha América, 2008. 200 p.

FONSECA, R. C. B.; RODRIGUES, R. R. Análise estrutural e aspecto do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu-SP. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 57, p. 27-43, 2000.

GOLDMAN, H. L.; HARGIS, L. G. **Phosphate**: containing anions: determination of anion. Washington, DC: Analytical Chemical, 1969. v. 41, 490 p.

- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. 3. ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1991. 2178 p.
- GRALHÓZ, G.; NOGUEIRA, M. G. **Eutrofização e contaminação crônica de um riacho de Cuesta (Córrego do Cintra) e avaliação do sistema de tratamento de esgotos**. São Carlos: Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental; Academia Brasileira de Ciências; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2006, p. 119-140.
- GREENBERG, A. E. et al. (Ed.). **Standard methods for examination of water and wastewater**. 21st. ed. Washington, DC: American Water Works Association; Water Pollution Control Federation, 2005. 1368 p.
- GUARATINI, M. T. G. et al. Composição florística da Reserva Municipal de Santa Genebra, Campinas SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 323-337, 2008.
- IVANAUSKAS, N. M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R. R. Classificação fitogeográficas das florestas do Rio Alto Xingu. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 3, p. 387-402, 2008.
- IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R. Aspectos ecológicos de um trecho de floresta de brejo em Itatinga-SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 139-153, 1997.
- JANDOTI, D. **Fitossociologia em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual na Estação Ecológica de Caiuá, Paraná, Brasil**. 2009. 40 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- KRUG, F. J. **Espectrometria atômica e abertura de amostras**. São Paulo: CENA-USP, 2003. 43 p. Curso.
- LIMA, P. R. A. **Balanço de espécies químicas em microbacias sob utilização agrícola: região de Botucatu-SP**. 2003. 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.
- LIMA, W. P. ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. **Matas ciliares e recuperação**. 2. ed. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 2001. cap. 3, p. 33-44.
- L'VOV, B. V. **Atomic absorption spectrochemical analysis**. London: Adam Hilger, 1970.
- MALINOWSKI, E. R. **Factor analysis in chemistry**. 2nd. ed. New York: Wiley, 2002. p. 98-121.

MADERGAN, C. M. **Estádio sucessional e estrutura fitossociológica de um fragmento de vegetação florestal existente às margens do rio Dourado em Guaiçara, SP**. 2006. 85f. Dissertação (Mestrado em Botânica)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Australia: Blackwell, 2004. 256 p.

MARCONDELLI, A. C. B. **Estrutura de uma comunidade arbórea de floresta estacional semidecídua não perturbada no noroeste paulista em relação à outra comunidade com indicadores de perturbação**. 2010. 47 f. Dissertação (Mestrado em Botânica)-Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Omega, 1983. 951 p.

MARQUES, M. N.; COTRIM, M. B.; FAUSTINO PIRES, M. A. Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 1171-1178, 2007.

MARTINS, S. V. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2009. 261 p.

MORO, M. F.; MARTINS, F. R. Método de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: FELFILI, J. M. et al. **Fitossociologia do Brasil: métodos e estudos de casos**. 6. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. cap. 6, p. 174-212.

MORRISON, D. F. **Multivariate statistical methods**. 3rd. ed. New York: McGraw Hill, 1990. 495 p.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 1974. 547 p.

NASCIMENTO, H. E. M. et al. Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual na região de Piracicaba. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v. 59, n. 2, 1999, p. 329-342.

NUVOLARI, A. et al. **As diversas opções de tratamento do esgoto sanitário**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003. 520 p.

ODIER, J. **L'analyse de l' eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer**. 6. ed. Paris: Bardas, 1978. p. 461-482.

PINTO, C. A. **Estudo da estabilização por solidificação de resíduos contendo metais pesados**. 2005. 229 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Química)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

PULIDO, M. P. A. et al. Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de água. **Revista Nova**, Bogotá, v. 3, n. 4, p. 69-79, 2005.

PRADO, R. B. **Geotecnologias aplicadas à análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP**, como suporte à gestão de recursos hídricos. 2004. 172 f. Tese (Doutorado em Engenharia)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

QUEIROGA, C. L. Analisadores de massa: QTRAP. In: _____. **Espectrometria de massas: princípios e aplicações**. 2009 Disponível em: <<http://www.espectrometriademassas.com.br/capitulos/>>. Acesso em: 04 mar. 2012.

RIBEIRO, C. A. A. S. et al. O desafio de áreas de preservação permanente. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 203-212, 2005.

RODRIGUES, V. A.; CARVALHO, W. A. Caracterização ambiental da (APP) na zona ripária. In: RODRIGUES, V. A.; BUCCI, L. A. **Manejo de microbacias hidrográficas: experiências nacionais e internacionais**. Botucatu: FEPAF, 2006. p. 143-159.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Org.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 2001. cap. 15.1, p. 235-247.

RODRIGUES, R.R. Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Org.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 2001. cap. 6.1, p. 91-100

SAMPAIO, A. C. F. et al. **Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de três bairros de Campo Mourão PR**. Revista Campo Digital, Campo Mourão PR, v.6, n.1, p. 31-43, 2011.

SANTANA, D. P. **Manejo integrado de bacias hidrográficas**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2004. 65 p. (Documentos, 30).

SANTANA, O. A.; ENCINAS, J. I. **Levantamento das espécies exóticas arbóreas e seu impacto nas espécies nativas em áreas adjacentes a depósitos de resíduos domiciliares**. Biotemas, Brasília DF, v. 21, n. 4, p. 29-38, 2008.

SANTOS, G. V. et al. **Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do Córrego Romão dos Reis, Viçosa, MG**. Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 931-940, 2007.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Resolução n. 21, de 21 de novembro 2001. Fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. Disponível em:
http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2001_Res_SMA_21.pdf . Acesso em 20 de abril 2012.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Resolução n. 47, de 26 de novembro 2003. Altera e amplia a Resolução SMA 21, de 21/11/2001, Fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. Disponível em:
<http://www.mp.sp.gov.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_estadual/leg_est_resolucoes/RESOLU%C3%87%C3%83O%20SMA%20N%2047.htm>. Acesso em 21 de abril de 2012.

SHIMADZU CORPORATION. **User's manual: TOC-V_{CPH}/TOC-V_{CPN} Total Organic Carbon Analyzer and the TOC Control V software.** Kioto, 2001. 352 p.

Silva, A. M. M.; Sacomani, L. B. Using chemical and physical parameters to define the quality of Pardo river water (Botucatu-SP-Brasil). **Water Research**, v.35, p.1609-1616, 2001

SILVA, I. C. **Caracterização fisionômica de fragmentos vegetacionais do Distrito de Rubião Júnior, Município de Botucatu, São Paulo.** 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

SILVA, R. F. B. **Planejamento do uso do solo em uma bacia hidrográfica para conservação dos recursos hídricos.** 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Irrigação e Drenagem)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

SILVA, W. J. et al. Serial discontinuity along the Descoberto River Basin, Central Brazil. **Acta Limnológica Brasiliensia**, Porto Alegre, v. 22, n. 3, p. 344-355, 2010.

SILVEIRA-GUERRA, M.; QUEIROZ, J. F.; CESNIC, R. Assessment of Orizanga and Itupeva rivers water quality at the Pardo-Mogi watershed (São Paulo State, Brazil). **Acta Limnológica Brasiliensia**, Porto Alegre, v. 22, n. 3, p. 335-343, 2010.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research.** 3rd. ed. New York: W. H. Freeman, 1995. 887 p.

SOUZA, A. J. et al. Aspectos físicos do município de Botucatu-SP. **Revista Ciência Geográfica**, Bauru, v. 9, n. 1, p. 54-75, 2003.

SOUZA, A. J. Botucatu: 147 anos na visão de nossas personalidades. In: FIGUEIROA, J. C.; VIEIRA, J. C. S.; RAMOS, M. D. **Botucatu: História de uma cidade.** 1ª ed. Botucatu SP, 2005a 476p.

SOUZA, K. F. **Caracterização da qualidade de efluentes e a possível utilização da**

- biomassa como fonte energética.** 2005. 221 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)– Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005b.
- TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. Colonização de clareiras naturais na floresta atlântica no Sudeste do Brasil. In: MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila.** Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 20, p. 57-66, 1997.
- TEIXEIRA, A. P.; ASSIS, M. A. Caracterização florística e fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta paludosa no município de Rio Claro (SP), Brasil. **Revista Brasileira de Botânica,** São Paulo, v. 28, n. 3, p. 467-476, 2005.
- TEIXEIRA, A. P.; RODRIGUES, R. R. Análise florística e estrutural do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta de galeria no município de Cristais Paulista, São Paulo-SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica,** Porto Alegre, v. 20, n. 4, p. 806-813, 2006.
- TITO JACOMINE, P. K. Solos sob matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. **Matas ciliares e recuperação.** 2. ed. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 2001. cap. 2, p. 27-31.
- TRAFICANTE, D. P. **Estudos limnológicos de balneabilidade no Parque Natural Municipal Cachoeira da Marta (Botucatu, SP, Brasil):** relação com possíveis fontes poluidoras. 2011. 60 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura)–Centro de Aquicultura da Unesp, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.
- TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia.** Porto Alegre: Artmed, 2006. 592 p.
- TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L.; FOLONI, L. L. **Parâmetros climáticos de Botucatu.** Botucatu: FCA/UNESP, 1971.
- TUNDIZI, J. G.; MATSUMURA TUNDIZI, T. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica,** São Paulo, v. 10, n. 4, p. 67-75, 2010.
- TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** 3. ed. São Carlos: RiMA, 2008. 247 p.
- TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.; ROCHA, O. Ecossistemas de águas interiores. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil.** 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006. cap. 6, p. 161-202.
- VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Contribuição da cidade de Botucatu-SP com nutrientes (fósforo e nitrogênio) na eutrofização da represa de Barra Bonita. **Eclética Química,** Araraquara, v. 22, p. 31-48, 1997.
- VEIGA, M. P. et al. Influência da mata ciliar sobre a qualidade da água do ribeirão Aurora, no

município de Astorga, Paraná. **Arquivos de Veterinária e Zoologia**, Umuarama, v. 6, n. 2, 2003, p. 149-142.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975. 239 p.

VITAL, T. R. A. et al. Produção de serrapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p.793-800, 2004.

VOGEL, A. I. A. **Text book of quantitative inorganic analysis including elementary instrumental analysis**. 3rd. ed. London: Longman, 1962. p. 274-275.

WATANABE, F. S.; ONSSEN, S. R. **Colorimetric determination of phosphate**. Proceedings of Soil Science Society of America, Madison, v. 29, p. 677, 1965.

WIESSMAN, J.; HARBAUGH, T. E.; KNAPP, J. W. **Introduction to hydrology**. New York: Intext Educational, 1972. 415 p.

Tabela 9 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2008 no P₁

AMOSTRAGENS		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
PARÂMETROS		2/4/2008	2/7/2008	22/9/2008	17/12/2008
Odor		C/odor	C/odor	C/odor	C/odor
Cor		20,0	70,0	70,0	10,0
Temperatura do ar	(°C)	24,3	21,6	19,6	20,8
Temperatura da água	(°C)	20,1	15,8	16,6	20,0
Oxigênio dissolvido	(mg.L ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00
D.B.O ₅	(mg.L ⁻¹)	9,72	6,54	6,50	6,10
Oxigênio consumido	(mg.L ⁻¹)	3,41	1,97	4,13	2,21
Fosfato P(PO ₄)	(mg.L ⁻¹)	0,11	0,04	0,09	0,06
COT	(mg.L ⁻¹)	9,75	25,50	26,81	39,49
NT	(mg.L ⁻¹)	2,09	0,04	0,43	0,64
Turbidez	(NTU)	14,50	22,00	18,10	19,40
pH		6,12	6,29	6,48	6,13
Condutividade Elétrica	(us/cm)	81,93	60,35	70,79	81,34
Coliformes Termotolerantes	(NMP)	23,0	21,0	21,0	230,0
Coliformes totais	(NMP)	23,0	210,0	210,0	4300,0
Pb	(mg.L ⁻¹)	0,0165	<0,005	0,005	<0,005
Cu	(mg.L ⁻¹)	0,005	0,003	0,004	0,003
Cd	(mg.L ⁻¹)	0,004	<0,001	0,007	0,001
Fe	(mg.L ⁻¹)	9,425	5,250	6,275	6,325
Ni	(mg.L ⁻¹)	0,010	<0,002	<0,002	0,002
Zn	(mg.L ⁻¹)	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050

Tabela 10 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2008 no P₂

AMOSTRAGENS		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
PARÂMETROS		2/4/2008	2/7/2008	22/9/2008	17/12/2008
Odor		C/odor	C/cheiro	C/cheiro	C/cheiro
Cor		80,0	70,0	100,0	100,0
Temperatura do ar	(°C)	23,3	23,0	16,2	19,5
Temperatura da água	(°C)	22,2	19,6	18,9	21,9
Oxigênio dissolvido	(mg.L ⁻¹)	5,88	5,34	5,83	5,73
D.B.O5	(mg.L ⁻¹)	5,68	4,95	5,63	5,43
Oxigênio consumido	(mg.L ⁻¹)	5,86	5,67	8,36	7,02
Fosfato P(PO ₄)	(mg.L ⁻¹)	0,78	0,79	0,92	0,92
COT	(mg.L ⁻¹)	18,63	59,38	35,53	88,41
NT	(mg.L ⁻¹)	5,32	4,82	5,00	5,73
Turbidez	(NTU)	18,20	21,50	32,00	36,70
pH		6,38	6,66	6,71	6,67
Cond. Elétrica	(us/cm)	236,00	180,80	277,40	306,40
Coliformes Termotolerantes	(NMP)	<3	23,0	43,0	43,0
Coliformes totais	(NMP)	<3	150,0	240,0	93,0
Pb	(mg.L ⁻¹)	0,008	0,006	<0,005	0,006
Cu	(mg.L ⁻¹)	0,004	0,004	0,005	0,005
Cd	(mg.L ⁻¹)	0,001	0,003	0,005	0,001
Fe	(mg.L ⁻¹)	0,162	0,210	1,508	0,968
Ni	(mg.L ⁻¹)	0,004	0,003	<0,002	0,003
Zn	(mg.L ⁻¹)	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050

Tabela 11 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2008 no P₃

AMOSTRAGENS		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
PARÂMETROS		2/4/2008	2/7/2008	22/9/2008	17/12/2008
Odor		C/ odor	S/odor	C/odor	C/odor
Cor		20,0	40,0	70,0	80,0
Temperatura do ar	(°C)	24,6	16,8	16,2	21,4
Temperatura da água	(°C)	20,2	16,7	15,1	20,2
Oxigênio dissolvido	(mg.L ⁻¹)	7,16	7,80	7,71	6,91
D.B.O ₅	(mg.L ⁻¹)				
Oxigênio consumido	(mg.L ⁻¹)	1,83	2,02	4,90	2,40
Fosfato P(PO ₄)	(mg.L ⁻¹)	0,25	0,32	0,52	0,57
COT	(mg.L ⁻¹)	7,49	42,35	30,64	37,88
NT	(mg.L ⁻¹)	1,27	2,11	2,25	2,03
Turbidez	(NTU)	7,50	8,50	13,10	12,10
pH		6,99	7,28	7,18	7,02
Cond. Elétrica	(us/cm)	150,30	135,90	160,20	209,20
Coliformes Termotolerantes (NMP)		32,0	93,0	150,0	43,0
Coliformes totais	(NMP)	750,0	240,0	930,0	150,0
Pb	(mg.L ⁻¹)	0,006	0,006	0,008	0,005
Cu	(mg.L ⁻¹)	<0,003	0,003	0,009	0,003
Cd	(mg.L ⁻¹)	0,001	0,002	0,045	<0,001
Fe	(mg.L ⁻¹)	0,070	0,116	2,554	0,558
Ni	(mg.L ⁻¹)	<0,002	0,009	0,026	0,002
Zn	(mg.L ⁻¹)	<0,050	<0,050	0,061	<0,050

Tabela 12 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2008 no P₄

AMOSTRAGENS		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
PARÂMETROS		2/4/2008	2/7/2008	22/9/2008	17/12/2008
Odor		S/odor	S/odor	C/odor	S/odor
Cor		20,0	40,0	60,0	70,0
Temperatura do ar	(°C)	22,8	17,8	17,8	20,8
Temperatura da água	(°C)	21,1	17,4	16,0	20,7
Oxigênio dissolvido	(mg.L ⁻¹)	6,82	7,31	7,61	5,93
D.B.O ₅	(mg.L ⁻¹)	2,27	2,96	5,73	5,53
Oxigênio consumido	(mg.L ⁻¹)	1,15	1,63	2,60	1,92
Fosfato P(PO ₄)	(mg.L ⁻¹)	0,16	0,05	0,17	0,17
Turbidez	(NTU)	11,80	7,30	7,83	10,80
COT	(mg.L ⁻¹)	7,40	36,24	28,71	32,50
NT	(mg.L ⁻¹)	1,39	1,21	1,34	1,42
pH		6,96	7,35	7,26	7,03
Condutividade Elétrica	(us/cm)	129,20	107,40	131,80	171,50
Coliformes termotolerante	(NMP)	280,0	23,0	23,0	93,0
Coliformes totais	(NMP)	2400,0	240,0	210,0	240,0
Pb	(mg.L ⁻¹)	0,006	0,005	<0,005	<0,005
Cu	(mg.L ⁻¹)	0,004	0,003	0,004	0,005
Cd	(mg.L ⁻¹)	0,001	<0,001	0,002	0,001
Fe	(mg.L ⁻¹)	0,234	0,156	1,301	1,163
Ni	(mg.L ⁻¹)	<0,002	0,002	<0,002	0,002
Zn	(mg.L ⁻¹)	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050

Tabela 13 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2008 no P₅

AMOSTRAGENS		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
PARÂMETROS		2/4/2008	2/7/2008	22/9/2008	17/12/2008
Odor		s/odor	S/odor	C/odor	S/odor
Cor		20,0	40,0	40,0	70,0
Temperatura do ar	(°C)	21,5	19,6	16,2	20,6
Temperatura da água	(°C)	19,6	17,5	15,9	20,6
Oxigênio dissolvido	(mg.L ⁻¹)	6,72	7,61	8,10	6,91
D.B.O ₅	(mg.L ⁻¹)				
Oxigênio consumido	(mg.L ⁻¹)	0,87	0,48	1,54	1,30
Fosfato P(PO ₄)	(mg.L ⁻¹)	0,06	0,07	0,09	0,10
COT	(mg.L ⁻¹)	6,67	32,99	26,39	28,64
NT	(mg.L ⁻¹)	0,97	1,16	1,15	1,26
Turbidez	(NTU)	16,60	9,06	7,74	12,50
pH		6,81	7,27	7,21	7,05
Condutividade Elétrica	(us/cm)	109,20	104,00	118,40	149,20
Coliformes termotolerantes	(NMP)	240,0	9,0	23,0	240,0
Coliformes totais	(NMP)	240,0	43,0	150,0	1100,0
Pb	(mg.L ⁻¹)	0,005	<0,005	0,008	<0,005
Cu	(mg.L ⁻¹)	<0,003	0,003	0,005	<0,003
Cd	(mg.L ⁻¹)	0,002	0,001	0,017	0,001
Fe	(mg.L ⁻¹)	0,223	2,080	2,454	1,478
Ni	(mg.L ⁻¹)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Zn	(mg.L ⁻¹)	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050

Tabela 14 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2008 no P₆

AMOSTRAGENS		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
PARÂMETROS		2/4/2008	2/7/2008	22/9/2008	17/12/2008
Odor		S/odor	S/odor	C/odor	S/odor
Cor		20,0	20,0	20,0	40,0
Temperatura do ar	(°C)	21,0	18,4	16,4	20,2
Temperatura da água	(°C)	20,8	17,6	16,1	20,8
Oxigênio dissolvido	(mg.L ⁻¹)	7,11	7,90	8,50	6,72
D.B.O ₅	(mg.L ⁻¹)				
Oxigênio consumido	(mg.L ⁻¹)	0,58	0,25	0,91	0,48
Fosfato P(PO ₄)	(mg.L ⁻¹)	0,07	0,07	0,05	0,12
COT	(mg.L ⁻¹)	6,31	30,71	25,19	27,71
NT	(mg.L ⁻¹)	0,46	0,87	0,72	0,73
Turbidez	(NTU)	10,40	7,25	6,70	8,90
pH		7,05	7,36	7,22	7,01
Condutividade Elétrica	(us/cm)	99,65	90,23	90,87	117,90
Coliforme Termotolerantes	(NMP)	43,0	7,0	9,0	23,0
Coliformes totais	(NMP)	460,0	150,0	23,0	93,0
Pb	(mg.L ⁻¹)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cu	(mg.L ⁻¹)	<0,003	0,003	<0,003	<0,003
Cd	(mg.L ⁻¹)	<0,001	0,001	0,005	<0,001
Fe	(mg.L ⁻¹)	0,102	1,625	1,650	1,076
Ni	(mg.L ⁻¹)	<0,002	<0,002	0,002	<0,002
Zn	(mg.L ⁻¹)	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050

Tabela 15 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2008 no P₇

AMOSTRAGENS		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
PARÂMETROS		2/4/2008	2/7/2008	22/9/2008	17/12/2008
Odor		S/cheiro	S/odor	C/odor	S/odor
Cor		20,0	20,0	20,0	40,0
Temperatura do ar	(°C)	22,9	19,2	14,7	20,2
Temperatura da água	(°C)	21,6	17,7	16,4	21,0
Oxigênio dissolvido	(mg.L ⁻¹)	7,51	8,00	8,60	7,32
D.B.O ₅	(mg.L ⁻¹)				
Oxigênio consumido	(mg.L ⁻¹)	0,38	0,20	0,63	0,29
Fosfato P(PO ₄)	(mg.L ⁻¹)	0,05	0,03	0,02	0,08
TOC	(mg.L ⁻¹)	6,41	29,03	25,24	26,25
NT	(mg.L ⁻¹)	0,40	0,89	0,63	0,68
Turbidez	(NTU)	15,40	7,76	6,86	7,72
pH		7,21	7,91	7,25	7,10
Condutividade Elétrica	(us/cm)	95,66	85,96	88,99	111,20
Coliformes Termotolerantes	(NMP)	93,0	7,0	210,0	23,0
Coliformes totais	(NMP)	460,0	93,0	11000,0	930,0
Pb	(mg.L ⁻¹)	Perdido	<0,005	<0,005	<0,005
Cu	(mg.L ⁻¹)	Perdido	<0,003	<0,003	<0,003
Cd	(mg.L ⁻¹)	Perdido	<0,001	0,002	0,003
Fe	(mg.L ⁻¹)	Perdido	2,158	1,747	1,234
Ni	(mg.L ⁻¹)	Perdido	<0,002	<0,002	<0,002
Zn	(mg.L ⁻¹)	Perdido	<0,050	<0,050	<0,050

Tabela 16 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2008 no P₈

AMOSTRAGENS		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
PARÂMETROS		2/4/2008	2/7/2008	22/9/2008	17/12/2008
Odor		S/odor	S/odor	S/odor	S/odor
Cor		20,0	20,0	20,0	20,0
Temperatura do ar	(°C)	20,1	16,6	12,2	19,3
Temperatura da água	(°C)	20,7	16,9	14,4	20,2
Oxigênio dissolvido	(mg.L ⁻¹)	8,30	8,79	9,29	8,50
D.B.O ₅	(mg.L ⁻¹)	1,10	0,29	2,18	0,80
Oxigênio consumido	(mg.L ⁻¹)	0,10	0,10	0,29	0,10
Fosfato P(PO ₄)	(mg.L ⁻¹)	0,06	0,03	0,03	0,03
COT	(mg.L ⁻¹)	6,15	26,92	25,39	24,81
NT	(mg.L ⁻¹)	0,29	0,79	0,54	0,55
Turbidez	(NTU)	12,50	6,97	6,20	5,51
pH		7,48	7,63	7,48	7,51
Condutividade Elétrica	(us/cm)	91,54	86,74	85,10	98,69
Coliformes Termotolerantes	(NMP)	460,0	43,0	21,0	9,0
Coliformes totais	(NMP)	750,0	150,0	241,0	240,0
Pb	(mg.L ⁻¹)	Perdido	0,005	<0,005	<0,005
Cu	(mg.L ⁻¹)	Perdido	<0,003	<0,003	<0,003
Cd	(mg.L ⁻¹)	Perdido	<0,001	0,001	0,001
Fe	(mg.L ⁻¹)	Perdido	1,556	1,716	0,754
Ni	(mg.L ⁻¹)	Perdido	<0,002	<0,002	<0,002
Zn	(mg.L ⁻¹)	Perdido	<0,050	<0,050	<0,050

Tabela 17 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2009 no P₁

AMOSTRAGENS		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
PARÂMETROS		25/3/2009	24/6/2009	30/9/2009	14/12/2009
Odor		C/odor	C/odor	C/odor	C/odor
Cor		70,0	20,0	100,0	80,0
Temperatura do ar	(°C)	31,5	18,1	20,3	28,7
Temperatura da água	(°C)	21,7	15,1	18,8	21,9
Oxigênio dissolvido	(mg.L ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00
D.B.O ₅	(mg.L ⁻¹)	9,70	6,00	5,06	6,74
Oxigênio consumido	(mg.L ⁻¹)	5,62	3,09	5,85	5,49
Fosfato P(PO ₄)	(mg.L ⁻¹)	0,10	0,11	0,16	0,31
COT	(mg.L ⁻¹)	32,07	52,93	58,29	83,41
NT	(mg.L ⁻¹)	0,24	0,85	0,74	0,15
Cloreto	(mg.L ⁻¹)	5,00	0,50	3,50	6,50
pH		6,21	6,20	6,35	5,90
Condutividade Elétrica	(us/cm)	153,50	84,00	80,27	81,09
Turbidez	(NTU)	13,10	7,01	15,81	26,00
Coliformes Termotolerantes	(NMP)	230,0	4,0	23,0	23,0
Coliformes totais	(NMP)	930,0	150,0	240,0	430,0
Pb	(mg.L ⁻¹)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cu	(mg.L ⁻¹)	0,003	<0,003	0,007	0,041
Cd	(mg.L ⁻¹)	0,001	0,005	0,001	0,003
Fe	(mg.L ⁻¹)	8,525	2,250	15,113	9,038
Ni	(mg.L ⁻¹)	0,003	0,003	0,002	0,002
Zn	(mg.L ⁻¹)	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050

Tabela 18 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2009 no P₂

AMOSTRAGENS		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
PARÂMETROS		25/3/2009	24/6/2009	30/9/2009	14/12/2009
Odor		C/odor	C/odor	C/odor	C/odor
Cor		70,0	100,0	70,0	100,0
Temperatura do ar	(°C)	24,3	22,6	19,3	24,5
Temperatura da água	(°C)	23,4	16,9	21,7	23,1
Oxigênio dissolvido	(mg.L ⁻¹)	6,10	7,61	6,82	7,70
D.B.O ₅	(mg.L ⁻¹)	5,73	7,61	6,82	7,50
Oxigênio cons.	(mg.L ⁻¹)	4,52	9,58	8,73	6,80
Fosfato P(PO ₄)	(mg.L ⁻¹)	0,47	0,88	0,44	0,53
COT	(mg.L ⁻¹)	24,32	81,84	112,70	118,20
NT	(mg.L ⁻¹)	5,56	5,94	11,77	0,58
Cloreto	(mg.L ⁻¹)	22,00	4,50	62,48	39,98
pH		6,34	7,32	7,80	6,80
Turbidez	(NTU)	14,00	39,70	26,21	36,00
Condutividade Elétrica	(us/cm)	92,13	356,50	442,50	213,50
Coliformes Termotolerantes	(NMP)	<3	4,0	<3	7,0
Coliformes totais	(NMP)	23,0	75,0	93,0	43,0
Pb	(mg.L ⁻¹)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cu	(mg.L ⁻¹)	0,003	0,003	0,017	0,014
Cd	(mg.L ⁻¹)	0,004	0,003	0,005	<0,001
Fe	(mg.L ⁻¹)	1,075	0,605	1,313	1,925
Ni	(mg.L ⁻¹)	0,003	0,004	<0,002	<0,002
Zn	(mg.L ⁻¹)	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050

Tabela 19 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2009 no P₃

AMOSTRAGENS		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
PARÂMETROS		25/3/2009	24/6/2009	30/9/2009	14/12/2009
Odor		C/odor	C/odor	S/odor	S/odor
Cor		40,0	80,0	40,0	100,0
Temperatura do ar	(°C)	26,4	22,0	17,9	24,8
Temperatura da água	(°C)	21,8	16,0	19,1	21,9
Oxigênio dissolvido	(mg.L ⁻¹)	7,31	8,30	6,52	7,11
D.B.O ₅	(mg.L ⁻¹)				
Oxigênio consumido	(mg.L ⁻¹)	2,45	2,69	3,18	4,60
Fosfato P(PO ₄)	(mg.L ⁻¹)	0,07	0,54	0,56	0,30
COT	(mg.L ⁻¹)	33,76	60,90	47,02	76,84
NT	(mg.L ⁻¹)	7,88	2,73	2,36	0,20
Cloreto	(mg.L ⁻¹)	7,50	22,00	15,00	10,49
Turbidez	(NTU)	8,60	13,10	5,22	353,00
pH		7,06	6,95	7,18	6,40
Condutividade Elétrica	(us/cm)	119,50	180,30	155,40	104,80
Coliformes Termotolerantes	(NMP)	150,0	240,0	43,0	<3
Coliformes totais	(NMP)	240,0	2100,0	2400,0	3900,0
Pb	(mg.L ⁻¹)	<0,005	<0,005	<0,005	0,005
Cu	(mg.L ⁻¹)	<0,003	<0,003	0,098	0,592
Cd	(mg.L ⁻¹)	0,001	0,004	0,002	0,005
Fe	(mg.L ⁻¹)	0,299	0,410	1,950	6,388
Ni	(mg.L ⁻¹)	<0,002	0,002	<0,002	0,004
Zn	(mg.L ⁻¹)	<0,050	<0,050	<0,050	0,053

Tabela 20 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2009 no P₄

AMOSTRAGENS		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
PARÂMETROS		25/3/2009	24/6/2009	30/9/2009	14/12/2009
Odor		S/odor	S/odor	S/odor	S/odor
Cor		40,0	20,0	15,0	100,0
Temperatura do ar	(°C)	24,8	18,5	21,5	24,6
Temperatura da água	(°C)	22,6	15,5	20,1	22,5
Oxigênio dissolvido	(mg.L ⁻¹)	6,32	6,82	5,53	6,52
D.B.O ₅	(mg.L ⁻¹)	1,78	6,23	1,58	3,75
Oxigênio consumido	(mg.L ⁻¹)	1,92	2,45	1,60	15,66
Fosfato P(PO ₄)	(mg.L ⁻¹)	0,02	0,87	0,16	0,13
COT	(mg.L ⁻¹)	33,08	35,61	49,09	81,43
NT	(mg.L ⁻¹)	7,57	1,48	1,20	0,16
Cloreto	(mg.L ⁻¹)	6,00	14,25	9,24	6,50
Turbidez	(NTU)	8,63	9,07	7,44	156,00
pH		6,88	6,81	7,04	6,51
Condutividade Elétrica	(us/cm)	105,6	144,2	123,3	92,5
Coliformes Termotermotolerante	(NMP)	240,0	150,0	23,0	4,0
Coliformes totais	(NMP)	1500,0	4300,0	1500,0	2300,0
Pb	(mg.L ⁻¹)	<0,005	<0,005	<0,005	0,005
Cu	(mg.L ⁻¹)	<0,003	0,300	1,950	0,071
Cd	(mg.L ⁻¹)	0,001	0,002	<0,001	0,003
Fe	(mg.L ⁻¹)	1,015	0,710	1,825	3,950
Ni	(mg.L ⁻¹)	<0,002	0,002	<0,002	0,004
Zn	(mg.L ⁻¹)	<0,050	<0,050	<0,050	0,050

Tabela 21 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2009 no P₅

AMOSTRAGENS		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
PARÂMETROS		25/3/2009	24/6/2009	30/9/2009	14/12/2009
Odor		S/odor	S/odor	S/odor	S/odor
Cor		40,0	30,0	15,0	100,0
Temperatura do ar	(°C)	24,3	18,5	22,1	25,2
Temperatura da água	(°C)	22,8	15,4	20,2	22,5
Oxigênio dissolvido	(mg.L ⁻¹)	6,72	8,10	7,10	6,52
D.B.O ₅	(mg.L ⁻¹)				
Oxigênio consumido	(mg.L ⁻¹)	1,59	2,15	1,95	2,79
Fosfato P(PO ₄)	(mg.L ⁻¹)	0,02	0,04	0,12	0,06
COT	(mg.L ⁻¹)	29,40	31,40	55,23	67,37
NT	(mg.L ⁻¹)	0,78	1,26	1,42	0,15
Cloreto	(mg.L ⁻¹)	4,50	13,00	8,50	6,00
pH		6,93	6,94	6,99	6,44
Condutividade Elétrica	(us/cm)	100,00	123,50	113,90	87,24
Turbidez	(NTU)	11,50	10,90	8,03	109,00
Coliformes Termotolerantes	(NMP)	230,0	150,0	23,0	<3
Coliformes totais	(NMP)	1100,0	750,0	3900,0	9300,0
Pb	(mg.L ⁻¹)	<0,005	<0,005	<0,005	0,005
Cu	(mg.L ⁻¹)	<0,003	<0,003	0,008	0,165
Cd	(mg.L ⁻¹)	0,002	0,002	<0,001	0,002
Fe	(mg.L ⁻¹)	1,773	0,830	2,738	7,375
Ni	(mg.L ⁻¹)	<0,002	<0,002	<0,002	0,004
Zn	(mg.L ⁻¹)	<0,050	<0,050	<0,050	0,057

Tabela 22 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2009 no P₆

AMOSTRAGENS		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
PARÂMETROS		25/3/2009	24/6/2009	30/9/2009	14/12/2009
Odor		S/odor	S/odor	S/odor	S/odor
Cor		70	20,0	30,0	100,0
Temperatura do ar	(°C)	25,8	18,50	20,7	23,7
Temperatura da água	(°C)	22,9	15,40	21,1	22,5
Oxigênio dissolvido	(mg.L ⁻¹)	7,51	8,50	7,51	7,11
D.B.O ₅	(mg.L ⁻¹)				
Oxigênio consumido	(mg.L ⁻¹)	1,59	1,15	1,19	2,20
Fosfato P(PO ₄)	(mg.L ⁻¹)	0,02	0,04	0,06	0,03
COT	(mg.L ⁻¹)	28,46	27,66	43,57	76,26
NT	(mg.L ⁻¹)	0,55	0,73	1,32	0,15
Cloreto	(mg.L ⁻¹)	2,75	7,50	5,00	6,00
pH		7,06	6,98	7,08	6,52
Condutividade Elétrica	(us/cm)	89,17	99,61	96,01	82,69
Turbidez	(NTU)	16,40	8,20	9,91	109,00
Coliformes Termotolerantes	(NMP)	930,0	210,0	15,0	9,0
Coliformes totais	(NMP)	1100,0	2300,0	4600,0	2300,0
Pb	(mg.L ⁻¹)	<0,005	0,007	<0,005	<0,005
Cu	(mg.L ⁻¹)	0,005	<0,003	1,250	0,015
Cd	(mg.L ⁻¹)	0,005	0,004	0,003	0,001
Fe	(mg.L ⁻¹)	4,085	1,070	3,388	2,850
Ni	(mg.L ⁻¹)	0,002	0,008	<0,002	0,003
Zn	(mg.L ⁻¹)	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050

Tabela 23 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2009 no P₇

AMOSTRAGENS		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
PARÂMETROS		25/3/2009	24/6/2009	30/9/2009	14/12/2009
Odor		S/odor	S/odor	S/odor	S/odor
Cor		60,0	20,0	30,0	100,0
Temperatura do ar	(°C)	23,4	18,8	22,3	22,5
Temperatura da água	(°C)	23,2	15,6	21,4	22,8
Oxigênio dissolvidos	(mg.L ⁻¹)	7,51	9,00	7,71	7,51
D.B.O ₅	(mg.L ⁻¹)				
Oxigênio consumido	(mg.L ⁻¹)	1,44	1,00	1,10	1,25
Fosfato P(PO ₄)	(mg.L ⁻¹)	0,00	0,02	0,07	0,03
COT	(mg.L ⁻¹)	27,57	26,02	41,23	53,70
NT	(mg.L ⁻¹)	0,56	0,72	1,94	0,12
Cloreto	(mg.L ⁻¹)	2,00	6,25	5,00	4,00
pH		6,98	7,08	6,99	6,59
Condutividade Elétrica	(us/cm)	84,00	95,89	90,24	64,94
Turbidez	(NTU)	9,61	9,49	10,90	63,80
Coliformes Termotolerantes (NMP)		430,0	43,0	11,0	9,0
Coliformes totais	(NMP)	240,0	150,0	4600,0	2300,0
Pb	(mg.L ⁻¹)	<0,005	<0,005	<0,005	0,005
Cu	(mg.L ⁻¹)	<0,003	<0,003	0,012	1,038
Cd	(mg.L ⁻¹)	0,002	0,001	<0,001	0,001
Fe	(mg.L ⁻¹)	2,046	1,040	2,763	5,038
Ni	(mg.L ⁻¹)	<0,002	0,003	<0,002	0,002
Zn	(mg.L ⁻¹)	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050

Tabela 24 - Parâmetros de qualidade de água obtidos em 2009 no P₈

AMOSTRAGENS		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
PARÂMETROS		25/3/2009	24/6/2009	30/9/2009	14/12/2009
Odor		S/odor	S/odor	S/odor	S/odor
Cor		60,0	20,0	40,0	100,0
Temperatura do ar	(°C)	21,9	18,9	19,6	21,0
Temperatura da água	(°C)	22,4	15,8	19,4	22,0
Oxigênio dissolvido	(mg.L ⁻¹)	7,90	9,68	8,50	8,10
D.B.O ₅	(mg.L ⁻¹)	0,60	1,38	0,59	2,17
Oxigênio consumido	(mg.L ⁻¹)	1,20	0,60	1,10	1,09
Fosfato P(PO ₄)	(mg.L ⁻¹)	0,00	0,03	0,07	0,06
COT	(mg.L ⁻¹)	28,72	27,88	45,31	67,41
NT	(mg.L ⁻¹)	0,58	0,70	1,39	0,12
Cloreto	(mg.L ⁻¹)	2,00	5,50	5,00	4,00
pH		7,50	7,06	7,47	6,82
Condutividade Elétrica	(us/cm)	79,02	92,35	91,57	72,65
Turbidez	(NTU)	9,52	6,97	10,50	67,40
Coliformes Termo.	(NMP)	120,0	20,0	9,0	4,0
Coliformes totais	(NMP)	4600,0	7500,0	1200,0	700,0
Pb	(mg.L ⁻¹)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cu	(mg.L ⁻¹)	0,003	<0,003	1,125	1,325
Cd	(mg.L ⁻¹)	0,007	0,002	0,002	0,001
Fe	(mg.L ⁻¹)	2,433	0,720	5,888	5,350
Ni	(mg.L ⁻¹)	<0,002	0,002	<0,002	<0,002
Zn	(mg.L ⁻¹)	<0,050	0,007	0,005	0,050

Tabela 25- Média e desvio-padrão referentes ao OD segundo Período e Ponto

Pontos	Períodos			Média geral de ponto
	2007	2008	2009	
P ₁	0,99	-	-	0,28E
	1,80			
P ₂	5,55	5,70	7,06	6,02D
	0,92	0,24	0,75	
P ₃	7,11	7,40	7,31	7,25BC
	0,60	0,43	0,74	
P ₄	6,96	6,92	6,30	6,76CD
	0,65	0,73	0,55	
P ₅	6,64	7,34	7,11	6,97BC
	1,06	0,64	0,70	
P ₆	7,08	7,56	7,66	7,38BC
	0,75	0,80	0,59	
P ₇	7,72	7,86	7,93	7,82AB
	0,93	0,57	0,72	
P ₈	8,43	8,72	8,55	8,54A
	0,90	0,43	0,80	
Média geral de Período	6,54	7,35	7,42	
	2,10	1,01	0,91	

P<0,001 para efeito de ponto - Letras maiúsculas comparam médias de pontos

Tabela 26- Média e desvio-padrão referentes ao DBO segundo Período e Ponto

Pontos	Períodos			Média geral de ponto
	2007	2008	2009	
P ₁	15,5Aa	7,2Ab	6,9Ab	9,9A
	3,1	1,7	2,0	4,7
P ₂	5,3Ba	5,4ABa	6,9Aa	5,8A
	0,8	0,3	0,9	1,0
P ₄	2,8Ca	4,1Ba	3,3Ba	3,4B
	1,1	1,8	2,2	1,6
P ₈	1,6Ca	1,1Ca	1,2Ba	1,3B
	1,7	0,8	0,8	1,2
Média geral Período	5,5	4,5	4,6	
	5,3	2,6	2,9	

P<0,001 para efeito da interação período*ponto

Letras minúsculas comparam médias de Período dentro de cada ponto

Tabela 27- Média e desvio-padrão referentes ao Fosfato Total segundo Período e Ponto

Pontos	Períodos			Média geral de ponto
	2007	2008	2009	
P ₁	0,22	0,07	0,17	0,17C
	0,17	0,03	0,10	0,13
P ₂	0,80	0,85	0,58	0,75A
	0,34	0,08	0,20	0,26
P ₃	0,38	0,41	0,37	0,39B
	0,22	0,15	0,23	0,19
P ₄	0,26	0,14	0,29	0,23BC
	0,31	0,06	0,39	0,28
P ₅	0,20	0,08	0,06	0,13C
	0,27	0,02	0,04	0,18
P ₆	0,05	0,08	0,04	0,05C
	0,01	0,03	0,02	0,02
P ₇	0,07	0,05	0,03	0,05C
	0,07	0,03	0,03	0,05
P ₈	0,05	0,04	0,04	0,04C
	0,04	0,02	0,03	0,03
Média geral de Período	0,26	0,22	0,20	
	0,31	0,28	0,25	

P<0,001 para efeito de ponto - Letras maiúsculas comparam médias de pontos

Tabela 28- Mediana, 1^o e 3^o quartil, entre colchete para a Turbidez segundo Período e Ponto

Pontos	Períodos			Mediana geral de Ponto
	2007	2008	2009	
P ₁				15,5[13,1;22,0]AB
P ₂				23,8[14,0;32,0]A
P ₃				8,0[5,2;12,1]B
P ₄				7,5[6,4;9,1]B
P ₅				8,8[7,2;11,5]AB
P ₆				8,6[7,0;10,4]B
P ₇				9,3[6,9;10,9]AB
P ₈				7,4[6,0;10,5]B
Mediana geral de Período	7,3[4,9;9,9]b	10,6[7,6;16,0]a	11,2[8,8;31,1]a	

P<0,001 para efeito de ponto e período

Tabela 29 - Média e desvio-padrão referentes ao COT segundo Período e Ponto

Pontos	Períodos			Média geral de Ponto
	2007	2008	2009	
P ₁	43,7	25,4	56,7	42,2AB
	26,4	12,2	21,1	23,6
P ₂	29,4	50,5	84,3	51,1A
	20,6	30,3	43,0	36,9
P ₃	24,7	29,6	54,6	34,6AB
	17,4	15,5	18,5	20,7
P ₄	22,8	26,2	49,8	31,5AB
	15,7	12,9	22,2	19,9
P ₅	20,7	23,7	45,9	28,7B
	15,0	11,7	18,5	18,0
P ₆	20,4	22,5	44,0	27,7AB
	14,0	11,0	22,7	18,4
P ₇	14,9	21,7	37,1	23,2B
	11,0	10,3	13,0	14,2
P ₈	19,4	20,8	42,3	26,4B
	10,4	9,8	18,5	15,9
Média geral de Período	24,5b	27,5b	51,8a	
	17,8	16,5	25,1	

P<0,001 para efeito de ponto e período

Letras minúsculas comparam médias de período

Letras maiúsculas comparam médias de pontos

Tabela 30- Média e desvio-padrão referentes ao NT consumido segundo Período e Ponto

Pontos	Períodos		Média geral de Ponto
	2008	2009	
P ₁	0,80	0,50	0,65B
	0,89	0,35	0,65
P ₂	5,22	5,96	5,59A
	0,40	4,57	3,03
P ₃	1,91	3,29	2,60B
	0,44	3,25	2,27
P ₄	1,34	2,60	1,97B
	0,09	3,36	2,30
P ₅	1,14	0,90	1,02B
	0,12	0,57	0,40
P ₆	0,70	0,69	0,69B
	0,17	0,49	0,34
P ₇	0,65	0,83	0,74B
	0,20	0,78	0,54
P ₈	0,54	0,70	0,62B
	0,21	0,52	0,38
Média geral de Período	1,54	1,93	
	1,52	2,76	

P<0,001 para efeito de ponto - Letras maiúsculas comparam médias de pontos

Tabela 31- Média e desvio-padrão referentes ao pH consumido segundo Período e Ponto

Pontos	Períodos			Média geral de Ponto
	2007	2008	2009	
P ₁	6,7	6,3	6,2	6,4C
	0,6	0,2	0,2	0,5
P ₂	6,8	6,6	7,1	6,8B
	0,3	0,2	0,6	0,4
P ₃	7,3	7,1	6,9	7,1AB
	0,3	0,1	0,3	0,3
P ₄	7,4	7,2	6,8	7,1AB
	0,4	0,2	0,2	0,4
P ₅	7,2	7,1	6,8	7,1B
	0,4	0,2	0,3	0,3
P ₆	7,4	7,2	6,9	7,2AB
	0,3	0,2	0,3	0,3
P ₇	7,4	7,4	6,9	7,2AB
	0,4	0,4	0,2	0,4
P ₈	7,7	7,5	7,2	7,5A
	0,2	0,1	0,3	0,3
Média geral de Período	7,2a	7,0b	6,8b	
	0,5	0,4	0,4	

P<0,001 para efeito de ponto e períodos

Letras minúsculas comparam médias de períodos

Letras maiúsculas comparam médias de pontos

Tabela 32 - Média e desvio-padrão referentes ao CE consumido segundo Período e Ponto

Pontos	Períodos			Média geral de Ponto
	2007	2008	2009	
P ₁	71,5	73,6	99,7	80,2C
	30,8	10,2	35,9	29,2
P ₂	188,2	250,2	276,2	231,0A
	85,4	54,5	154,8	103,0
P ₃	135,0	163,9	140,0	144,7B
	67,0	31,8	34,3	48,9
P ₄	104,5	135,0	116,4	116,6BC
	50,6	26,7	22,4	37,9
P ₅	97,8	120,2	106,2	106,6BC
	41,4	20,2	15,9	30,1
P ₆	81,6	99,7	91,9	89,7BC
	33,8	12,9	7,5	23,6
P ₇	77,1	95,5	83,8	84,3C
	32,0	11,3	13,5	23,0
P ₈	75,5	90,5	83,9	82,2C
	31,1	6,1	9,7	21,1
Média geral de Período	103,9	128,6	124,7	
	59,8	58,7	79,7	

P<0,001 para efeito de ponto

Letras maiúsculas comparam médias de pontos

Tabela 33 - Média de desvio-padrão referentes aos Cloretos segundo Ponto no Período de 2009

Pontos	Média geral de Ponto
P ₁	3,9B 2,6
P ₂	32,2A 24,8
P ₃	13,7AB 6,3
P ₄	9,0B 3,8
P ₅	8,0B 3,7
P ₆	5,3B 2,0
P ₇	4,3B 1,8
P ₈	4,1B 1,5

P<0,001 para efeito de ponto

Letras maiúsculas comparam médias de pontos