UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA FÍSICA

DIEGO MORAES FLORES

ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DA BACIA DO RIBEIRÃO BALAINHO
SUZANO – SP

(Versão Corrigida)

SÃO PAULO 2012

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DA BACIA DO RIBEIRÃO BALAINHO
SUZANO – SP

(Versão Corrigida)

DIEGO MORAES FLORES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física do departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Geografia Física.

Área de Concentração: Geografia Física.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Déborah de Oliveira.

SÃO PAULO
2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Catlogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Documentação

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

(Versão Corrigida)

Flores, Diego Moraes.

Análise Geomorfológica da Bacia do Ribeirão Balainho / Suzano (SP). Flores Diego Moraes; orientadora: Profa. Dra. Déborah de Oliveira - São Paulo, 2012.

156 f.; il.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia. Área de concentração: Geografia Física.

1. Geomorfologia. 2. Mapeamento Geomorfológico. 3. Bacia Hidrográfica. 4. Relevo.

I. Oliveira de, Déborah. II. Universidade de São Paulo – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. III. Título de Mestre.

Nome: Diego Moraes Flores

Título: Análise Geomorfológica da Bacia do Ribeirão Balainho / Suzano – SP.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física do departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para a obtenção de Mestre em Geografia Física.

Aprovado em: 03/09/2012

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Déborah de Oliveira (orientadora)

Instituição: Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Adilsom Avansi de Abreu

Instituição: Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Regina Célia de Oliveira

Instituição: UNICAMP

Dedico este trabalho aos meus pais e familiares

Agradecimentos

Começo antes de tudo agradecendo a meus pais e familiares pelo apoio de sempre e à minha noiva Tatiane Cardoso Batista pela companhia maravilhosa que é.

Agradeço muito a minha orientadora Prof^a. Dr^a. Déborah de Oliveirah pelo companheirismo e pelas dúvidas solucionadas ao longo do mestrado na USP.

Aos Professores Adilson Avansi de Abreu e Regina Célia de Oliveira pelas indicações de correções e pelo cuidado na leitura da dissertação.

Aos colegas de mestrado que conheci ao longo destes anos e aos colegas de UNESP Rio Claro que direta ou indiretamente fizeram parte da minha vida na graduação.

Agradeço aos colegas e amigos que adquiri na CETESB, Carol, Leonardo, Cláudia, Fábio, Edgard, João, Lucilene, Sônia, Cris Poletto, Mário e Juliana do Setor de Empreendimentos Industriais e Agroindustriais, bem como os colegas dos demais setores de avaliação de impacto, no qual aprendi por demais. Agradeço também, aos colegas professores do Centro Paula Souza no Bom Retiro e da escola João Dias da Silveira no bairro do Tatuapé que durante este período foram só apoio, nesta árdua empreitada de trabalhar e estudar.

“O otimista erra tanto quanto o pessimista, mas não sofre por antecipação”.

“Fernando Sabino”

Resumo

Esta pesquisa consistiu na análise geomorfológica e em um conjunto de levantamentos dos aspectos físicos da bacia hidrográfica do Ribeirão Balainho. O trabalho baseou-se no mapeamento morfométrico e morfográfico, além de observações de campo para o levantamento das características morfológicas da referida bacia. Os dados coletados visaram também estabelecer as características morfoestruturais e morfoesculturais, a fim de indicar áreas com maior potencialidade a processos denudativos. Para tal, optou-se pela utilização de cartografia geomorfológica de detalhe (1: 25.000) por meio da fotointerpretação de fotografias aéreas e de técnicas de mapeamento (morfografia) apresentadas por Tricart (1965) e Verstappen e Zuidam (1975). Quanto às técnicas na confecção das cartas morfométricas, estas se basearam nos apontamentos de Spiridonov (1981), Cunha, Mendes e Sanches (2003). As modificações morfológicas observadas, sobretudo os processos lineares de erosão foram associados a causas distintas em cada setor compartimentado da bacia (alta, média e baixa bacia), devido a características geológicas, morfológicas, pedológicas, de cobertura superficial e de usos distintos do solo.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica – Cartografia Geomorfológica – Relevo.

ABSTRACT

This research is consisted of a set of data about the physical aspects of the Ribeirão Balainho's drainage basin. The study is based on morphometric and morphografic mapping and on field observations for the attainment of morphological characterization of the drainage basin.

The data collected aimed to determine the morphostructural and morphosculpture characteristics, with the goal of point the areas with higher risks to suffer denudation process.

For this, it was chosen the detailed geomorphological cartography (1:25.000), by the photointerpretation of aerial photographs and mapping technics (morphography), given by Tricart (1965) and Verstappen and Zuidam (1975).

By the technics used in creation of the morphometrics charts, they were based on Spirodonov (1981), Cunha, Mendes and Sanches (2003) notes.

The morphological changes viewed, especially the linear erosions processes, were associated to different reasons in each sector compartmented of the basin (upper, middle and lower), due the geological, morphological, pedological, surface coverage soil and land uses characteristics.

Key words: Drainage basin – Geomorphological cartography – relief.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivos	19
1.2 Justificativas	20
1.2.1 Legislação Ambiental Referente ao Município	23
1.3 Caracterização da Área de Estudo.....	32
2 MATERIAL E MÉTODOS	37
2.1 Organização da Pesquisa.....	37
2.2 Etapas de Compilação e Tratamento dos dados	42
2.2.1 Pressupostos Teóricos.....	42
2.2.2 Correlação Método e Metodologia	48
2.3 Cartas Morfométricas	59
2.3.1 Carta de Declividade ou Clinográfica.....	60
2.3.2 Carta de Dissecção Horizontal	60
2.3.3 Carta de Dissecção Vertical.....	63
2.3.4 Carta de Energia do Relevo	65
2.4 Carta Morfográfica ou Geomorfológica	67
3 RESULTADOS	69
3.1 Coberturas Cenozoicas.....	74
3.2 Formação dos Compartimentos.....	76
3.3 Sistema de Aquíferos	91
3.4 Cobertura Vegetal e Clima Regional.....	93
3.5 Correlação Fisiográfica, Pedológica, Geotécnica e Processos Observados.....	96
3.6 Dados Levantados a partir da Morfometria	111
3.7 Morfografia	122
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	129

5-BIBLIOGRAFIA	133
----------------------	-----

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Índices de tabelas

Tabela 1. Características de teorias Geomorfológicas. Fonte: CASSETI, V. Elementos de Geomorfologia, 1994.....	46
Tabela 2. Classes de Dissecação Horizontal e as Cores Representativas. Org. Flores (2008).....	62
Tabela 3. Classes de Dissecação Vertical e as cores representativas.	64
Tabela 4. Classes de Energia do Relevo e as cores representativas.Org. Flores (2008).	66
Tabela 5. Divisão dos Compartimentos do Estado de São Paulo. Fonte: Ab' Saber (pg. 45, 1969) Org. Flores, 2012.	81
Tabela 6. Extensão e distribuição das unidades de mapeamento. Fonte: Rossi e Bertolani (2004). Org. Flores (2012).	96

Índice de Fotos

Foto 1. APA do Alto Tietê – Cabeceiras / Fonte: Secretária de Política Urbana da Prefeitura de Suzano (2008).	33
Foto 2. Área Urbanizada próximo as margens da Represa de Taiapuêba. Fonte: Secretaria de Política Urbana da Prefeitura de Suzano (2008).	37
Foto 3. Perfil de Solo, Cambissolos proveniente do intemperismo de Xistos metamórficos, na área do horizonte C é possível enxergar o direcionamento das camadas. Flores, (2010).	99
Foto 4. Plano Horizontalizado dos Xistos	100
Foto 5. Xistos já alterados e oxidações de manganês sobre os fragmentos de xistos. Flores, (2010).	100
Foto 6. Erosão Linear.	101
Foto 7. Erosão Linear em estrada em função das águas pluviais. Org. Flores (2010).	101
Foto 8. Sulcos e ravinamentos em perfil de estrada. Org. Flores (2011) Foto 9. Sulcos em Perfil de Corte de Estrada. Org. (Flores, 2011).	102
Foto 10. Cicatrizes de escorregamento em corte de Estrada, média bacia. Org. Flores (2011). Foto 11. Cicatrizes de Escorregamento. Org. Flores (2011).	104
Foto 12. Corrida de lama em corte de estrada. Org. Flores. (2010).	105
Foto 13. Inundação nas proximidades da represa de Taiapuêba. Foto 14. Área Inundada. Org. Flores (2010).	105
Foto 15. Represamento em Alta bacia. Org. flores (2011). Foto 16. Cicatrizes de Escorregamento, alta bacia. Org. Flores (2011).	106
Foto 17. Material inconsolidado em baixa bacia. Flores (2010).	107
Foto 18. Erosão Linear em estrada, baixa bacia. Org. flores (2011). Foto 19. Processos de erosão Linear em corte de Estrada. Flores (2010).	107
Foto 20. Remanescentes vegetais após inundação. Org. flores (2011).	108
Foto 21. Área de inundação do reservatório. Org. (2011).	108
Foto 22. Área Inundada com presença de plantas aquáticas. Org. Flores (2011).	108
Foto 23. Resquícios de moradias nas proximidades com o reservatório. Org. Flores (2011).	108
Foto 24. Escorregamentos em corte de estrada. Flores (2011).	110

Foto 25. Escorregamentos média bacia. Org. Flores (2011)	110
Foto 26. Erosão linear em corte de estrada. Org. flores (2011).....	110
Foto 27. Presença de resíduos sólidos em cabeceiras, média bacia. Org. Flores (2011).....	110
Foto 28. Área mais íngreme da margem esquerda do Ribeirão Balainho, já nos limites da bacia. Flores (2010).	111
Foto 29. Uso das margens do ribeirão Balainho em alta bacia, Flores (2008).....	115
Foto 30. Desnível existente entre topo e talvegue e os usos do solo. Flores (2008). 115	
Foto 31. Uso do solo nas Margens da foz. Fonte: Secretaria de Política Urbana da Prefeitura de Suzano (2008).	121
Foto 32. Área que ainda não era inundada para a ampliação da represa de Taiaçupeba. Flores (10/2008).	121
Foto 33. Área já inundada no ano de 2008. Flores (04/2010).....	122
Foto 34. Trecho da estrada do Keida Harada inundada pela represa. Flores (04/2010).	122
Foto 35. Área da alta bacia do Ribeirão Balainho, evidencia de processos de escorregamento de massa. Flores (2010).	125
Foto 36. Represamento alta bacia. Org. Flores (2008).....	125
Foto 37. Clube Aquático em alta bacia. Org. Flores (2008).	125
Foto 38. Vista de outro ângulo do clube. Org. Flores (2008).	125
Foto 39. Desnível em corte de estrada, alta bacia. Org. flores (2008).	125
Foto 40. Sistema de Irrigação que retira dos rios a água necessária para os cultivos de hortaliças. Flores (2010).....	127
Foto 41. Área de cultivo de hortaliças em média bacia. Org. flores (2010).	127
Foto 42. Cultivo e sistema de Irrigação. Org. Flores (2010).	127
Foto 43. Perda de material pelo escoamento difuso. Org. Flores (2010).	127
Foto 44. Escoamento da drenagem em via de irrigação defeituosa. Org. Flores (2010).	127
Foto 45. Foz do Ribeirão Balainho na represa de Taiaçupeba. Flores (2010).	128

Índice de Figuras

Figura 1. Área de Proteção aos Mananciais e área da bacia do Ribeirão Balainho justaposta em área de Proteção aos mananciais - RMSP.....	21
Figura 2. Área da Bacia do Alto Tietê. Fonte: <Disponível em: http://www.comiteat.sp.gov.br/index.htm . Acessado em: 05/05/2011.>.....	32
Figura 3. Etapas de elaboração da Carta de Dissecção Horizontal. Fonte: Cunha, Mendes e Sanchez, pg. 421.....	61
Figura 4. Etapas de Elaboração das Classes de Dissecção Horizontal. Fonte: Silva (2005) – Desenho: Flores (2007).....	62
Figura 5. Ilustração das etapas e elaboração da Carta de Dissecção Vertical modo digital. Fonte: Silva (2005) Desenho: Flores (2008).....	63
Figura 6. Compartimentação Geotectônica do Estado de São Paulo, setor Leste e área de localização da bacia do Ribeirão Balainho. Fonte: IPT 1981.....	70
Figura 7. Principais feições tectônicas do Estado de São Paulo e área de ocorrência da bacia do Ribeirão Balainho. Fonte: IPT (1981).	72
Figura 8. Principais Falhamentos Transcorrentes do Escudo Atlântico e área de localização da bacia do Ribeirão Balainho. Fonte: IPT (1981).	73
Figura 9. Grandes Falhamentos da Porção Atlântica do Estado de São Paulo e área que está inserida a bacia do Ribeirão Balainho. Fonte: IPT (1983).....	73
Figura 10. Evolução da Superfície do Japi. Fonte: IPT (1983).	75
Figura 11. Perfil alta bacia do Ribeirão Balainho. Fonte Google Earth (2012), Org. Flores (2012).	83
Figura 12. Perfil Média Bacia do Ribeirão Balainho. Fonte: Google Earth (2012). Org. Flores (2012).	84
Figura 13. Perfil Média Bacia do Ribeirão Balainho. Fonte: Google Earth (2012).	85
Figura 14. Perfil Baixa Bacia do Ribeirão Balainho. Fonte: Google Earth (2012). Org. Flores (2012).	88
Figura 15. Localização do perfil de cambissolos. org. Flores (2012).....	100

Índice de Mapas

Mapa 1. Mapa de Zoneamento do Município de Suzano – SP (2010). Fonte: Secretaria de Meio Ambiente do Município Suzano (SP).	31
Mapa 2. Mapa de Localização da Bacia do Ribeirão Balainho.....	35
Mapa 3. Mapa Hipsométrico da Bacia do Ribeirão Balainho.	78
Mapa 4. Mapa de Compartimentação Topográfica da Bacia do Ribeirão Balainho.	86
Mapa 5. Mapa Geológico da Bacia do Ribeirão Balainho.	90
Mapa 6. Mapa de Sistema de Aquíferos da Bacia do Ribeirão Balainho.	92
Mapa 7. Mapa de Uso do Solo da Bacia do Ribeirão Balainho.	95
Mapa 8. Mapa Pedológico da Bacia do Ribeirão Balainho.	98
Mapa 9. Mapa Geotécnico da Bacia do Ribeirão Balainho.	103
Mapa 10. Mapa de Declividade da Bacia do Ribeirão Balainho.....	112

Índice de Cartas

Carta 1. Carta de Dissecação Horizontal da Bacia do Ribeirão Balainho.	114
Carta 2. Carta de Dissecação Vertical da Bacia do Ribeirão Balainho.	117
Carta 3. Carta de Energia do Relevo da Bacia do Ribeirão Balainho.....	119
Carta 4. Carta Geomorfológica da Bacia do Ribeirão Balainho.	124

1 INTRODUÇÃO

Atualmente os estudos de análise ambiental são cada vez mais necessários em função dos agravantes que surgem da relação homem – natureza. Há muito os estudos que tomam a bacia hidrográfica como unidade de estudo tornaram-se extremamente relevantes, pois viabilizam a construção de uma realidade passível de integrar desenvolvimento regional e planejamento ambiental.

A Geografia Física fornece base mais que sólida para compreender as relações existentes no que tange ao arranjo espacial dos elementos da natureza e sua organização possibilita o entendimento da distribuição e da dinâmica dos processos atuantes e as relações dos elementos que as compõem. A proximidade com as ciências naturais e humanas configura arcabouço teórico e prático para estudos que envolvem sistemas naturais e sistemas antrópicos.

A geomorfologia, ciência que estuda o relevo, faz jus à ideia de interface dos sistemas, pois, ao descrever as formas do relevo e de explicar sua interação com todos os componentes da litosfera e de outras esferas terrestres, contribui em muito para a elucidação dessa relação dialética entre homem e natureza. Seus postulados e suas técnicas próprias de análise fornecem um entendimento conciso da evolução do relevo e das transformações imprimidas pelo homem. O mapeamento geomorfológico contribui com uma análise mais apurada sobre áreas terrestres, podendo fornecer informações relevantes das modificações naturais e antrópicas ao longo do tempo.

Por abranger uma área de proteção de mananciais cercada pelo crescimento desordenado comum aos grandes centros urbanos e ainda mais visíveis na região metropolitana de São Paulo, a pesquisa pode contribuir com o entendimento das peculiaridades físicas e de fragilidade do relevo.

Nesse contexto, a área escolhida, a bacia do Ribeirão Balainho, o qual se encontra no município de Suzano mostra-se como uma área de grande relevância. O município detém 73% de seu território em áreas de proteção aos mananciais (SÃO PAULO, 2002) e apresenta um quadro considerável de urbanização.

As principais leis que regem e orientam a ocupação das bacias hidrográficas em áreas de mananciais são as Leis nº 898 de 18 de dezembro de 1975 e nº 1172 de 17 de novembro de 1976. que delimitaram as áreas de proteção aos mananciais correspondentes a 54% da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) (SÃO PAULO, 2002) e criaram linhas de uso e ocupação do solo visando a um controle adequado do crescimento populacional e da poluição das águas.

Hoje, cerca de 20 milhões de pessoas encontram-se na Região Metropolitana de São Paulo, fruto do crescimento urbano observado na cidade de São Paulo, onde novos aglomerados urbanos, impulsionados pelo crescimento da indústria no início do século XX, geraram um aumento populacional ao redor da capital entre as décadas de 1930 e 1970. As áreas de mananciais já sofriam com esse aumento não só em sua ocupação, mas também na utilização inapropriada de suas águas para abastecimento urbano, bem como despejo final de resíduos domésticos e industriais (SÃO PAULO, 2002).

Segundo a Secretaria do Estado e Meio Ambiente (SÃO PAULO, 2002), dos 39 municípios da RMSP, 25 estão enquadrados pela Lei de Proteção aos Mananciais, sendo que seis estão completamente contidos em Área de Proteção aos Mananciais (APM) e 19, parcialmente.

O município de Suzano apresenta em seu território 73% em área de proteção de mananciais; outra porcentagem recai sobre a Área de Proteção Ambiental do Alto Tietê – Cabeceiras. As áreas de proteção e recuperação de mananciais visam, através de gestão participativa e descentralizada, regularizar o uso e ocupação do solo sobre áreas de intervenção, áreas de restrição e de ocupação dirigida, bem como estabelecer regras garantidoras

dos padrões de qualidade e quantidade da água, implantando infraestrutura sanitária nas áreas protegidas, a fim de diminuir os resíduos sólidos e efluentes líquidos despejados sem controle.

É justamente nesse contexto que o uso da representação cartográfica do relevo deste trabalho serviu de subsídio para o levantamento de informações, as quais podem ser utilizadas para planejamento do uso e ocupação da terra da bacia do Ribeirão Balainho, por meio da interpretação das peculiaridades e características geomorfológicas da bacia.

O mapeamento geomorfológico pode ser uma ferramenta importante no que concerne ao ordenamento do território, pois permite a caracterização das feições do relevo, apresentando possíveis fragilidades existentes naturalmente frente ao uso intenso exercido pelo homem.

1.1 Objetivos

O objetivo desta pesquisa constou em analisar as características geomorfológicas da bacia do Ribeirão Balainho através da confecção das Cartas Morfométricas e Carta Morfográfica ou Geomorfológica da bacia, a fim de correlacionar dados físicos levantados com a representação cartográfica, para que se pudessem identificar características morfológicas que possam denotar áreas potencialmente suscetíveis ao desenvolvimento de processos denudativos e de que alguma forma indique regulação maior sobre a área e restrição no uso e ocupação do solo. Este objetivo geral foi desenvolvido por via dos seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar os aspectos físicos (geologia, pedologia, geomorfologia, vegetação) da paisagem do Ribeirão do Balainho a fim de compreender as características ambientais da área.
- Apontar processos de denudação que, por ventura, possam sinalizar setores de maior restrição ao uso do solo devido às características levantadas.

1.2 Justificativas

A Região Metropolitana de São Paulo apresenta inúmeros problemas quanto à manutenção dos recursos naturais. O crescimento do último século transformou a bacia paulistana em um grande aglomerado urbano que cada vez mais demanda recursos importantes como a água e serviços necessários para a manutenção da população. O crescimento desordenado da RMSP levou à escassez de espaços verdes. Em razão da especulação imobiliária dos poucos espaços ainda existentes, muitos estão enquadrados como áreas de proteção aos mananciais, segundo a Lei 898 de dezembro de 1975, a bacia do Ribeirão Balainho está totalmente inserida em área de proteção dos mananciais, como indica a figura 1.

Essas áreas, em suma, servem de recarga d'água, áreas de planície de inundação ou simplesmente áreas que mantêm um determinado equilíbrio ambiental frente às transformações imprimidas pelo homem.

Figura 1. Área de Proteção aos Mananciais e área da bacia do Ribeirão Balainho justaposta em área de Proteção aos mananciais - RMSP.

Na RMSP, as áreas de mananciais são responsáveis pela produção de água para abastecimento de toda a população, além da manutenção de atividades econômicas. Essas áreas ocupam 52% do território, englobando total ou parcialmente 25 dos 39 municípios que compõem a região. Para que a água abasteça a atual população, existem oito sistemas produtores de água, que produzem aproximadamente 68 mil litros de água por segundo (ou 5,8 bilhões de litros de água por dia), uma quantidade suficiente para encher 2.250 piscinas olímpicas por dia (Disponível em: <http://www.mananciais.org.br/site/mananciais_rmSP> acessado em 01/05/2011).

Além do mais, a RMSP importa outro volume de água (aproximadamente 34%) que consome da Bacia do PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiá), através do Sistema Cantareira que está a mais de 70 km do centro de

São Paulo e conta com seis represas interligadas por túneis. O restante da água necessária encontra-se em mananciais que ainda restam na região, em especial Billings, Guarapiranga e cabeceiras do Rio Tietê.

A respeito da bacia do Alto Tietê, o Sistema Produtor do Alto Tietê (SPAT) é responsável por aproximadamente 13% do que é consumido em água para a RMSP. Portanto, a pressão por água há muito já passou dos limites que a natureza comporta, sendo extremamente necessária a boa manutenção dos reservatórios que compõem o sistema.

Se a demanda por água é grande, a demanda por espaço também não fica atrás; atualmente o crescimento das periferias e a verticalização têm preenchido todo e qualquer espaço restante na RMSP. A urbanização atingiu níveis altíssimos seguindo uma tendência nacional de crescimento das cidades e diminuição dos espaços ruralizados.

Mesmo em uma época em que os fluxos migratórios declinaram para a região sudeste, isso não implicou diminuição das taxas de urbanização e densidade demográfica. Os espaços que até então não eram propícios ao homem (e continuam não sendo) para ocupação ou uso por alguma atividade de produção social, no final deste último século, passaram a ser ocupados, inclusive com incentivos das esferas públicas ou simplesmente por sua omissão.

O município de Suzano pertencente à RMSP também sofre com essa ocupação desordenada dos espaços e aumento da densidade demográfica dos últimos tempos, bem como uma população numerosa em seu território em uma localização estratégica em relação aos serviços de produção. O município sempre foi foco de instalações industriais, serviços do terceiro setor e tem forte vocação para produção agrícola nas áreas de mananciais, pois estas fazem parte do cinturão verde da RMSP.

No município de Suzano, são grandes as áreas antropizadas, principalmente aquelas que margeiam o Rio Tietê. É fácil o acesso à região

central do município e aos principais bairros residenciais, bem como às áreas das indústrias locais e vias de acesso a outros municípios.

Dessa forma, a preocupação com os espaços ainda preservados do ponto de vista dos aspectos ambientais é relevante. Para tal, é necessário entender como o embasamento legal foi construído na legislação municipal para continuar a promover a existência dessas áreas.

1.2.1 Legislação Ambiental Referente ao Município

O capítulo VI do título VII da Constituição Federal trata o Meio Ambiente no artigo 225 da seguinte forma:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

É com essa referência inicial que a legislação brasileira apresenta as regras em vigor em relação à proteção do meio ambiente. A mesma constituição ainda ressalta que o poder público deve contribuir com práticas cabíveis para o restauro dos processos ecológicos em áreas previamente protegidas, além de estimular planos e programas para o manejo ecológico dos ecossistemas.

Os instrumentos abordados na constituição perpassam pela necessidade de estudos prévios de impacto e de documentação licenciada para práticas que se julguem degradantes.

A legislação que visa à regulação das interferências e uso que possam gerar dano ou impacto ao meio ambiente é ampla e já conhecida, sendo ela tratada em diversas leis:

- Código Florestal – Lei Federal nº 4771/65.
- Política Nacional de Meio Ambiente – Lei Federal nº 6938/81.
- Parcelamento do Solo Urbano – Lei Federal nº 6766/79.
- Política Estadual de Meio Ambiente – Lei Estadual nº 9509/97.
- Lei de Crimes Ambientais – Lei Federal nº 9605/98.
- Decreto de Infrações Ambientais – Decreto Federal nº 6514/08 alterado pelos Decretos Federais nº 6686/08 e 7497/11.

Perfazem ainda o bojo regulamentar as resoluções CONAMA 302 E 303 que apresentam os parâmetros definições e limites das Áreas de Preservação Permanente (APPS).

Quando se trata da legislação vigente e pertinente à região de estudo no Estado de São Paulo, temos em voga a Lei nº 898/75 que disciplina o uso de solo para a proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana de São Paulo. O artigo 2º, inciso XIV, contém a citação referente à área que hoje abrange tanto o reservatório como a área que delimita a bacia do Ribeirão Balainho (Lei 898/75, p. 1):

Artigo 2º - São declaradas áreas de proteção e, como tais reservadas, as referentes aos seguintes mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana de São Paulo:
“... XIV – Rio Taiaçupeba, até a confluência com o Taiaçupeba Mirim, inclusive, na divisa dos municípios de Suzano e Mogi das Cruzes.”

Na década de 1990, outra lei foi estabelecida em relação aos mananciais, a Lei nº 9.866/97 que tem o objetivo, entre outros, de destacar a proteção e recuperação de condições ambientais específicas, necessárias para a produção da água na quantidade e qualidade demandada atualmente, e de garantir o abastecimento e o consumo das futuras gerações, por meio de diretrizes e normas para proteção e recuperação da qualidade ambiental das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo. Em seu parágrafo único, apresenta (Lei 9.866/97, p. 1):

“Parágrafo único: Para efeito desta lei, consideram-se mananciais de interesse regional as águas interiores subterrâneas, superficiais, fluentes, emergentes ou em depósito, efetiva ou potencialmente utilizáveis para o abastecimento público.”

Diferente da lei anterior que apenas tinha em seu texto referência à Região Metropolitana de São Paulo, esta menciona a proteção ao estado inteiro. (art. 1º)

A Lei 9.866/97 ainda define alguns instrumentos e mecanismos capazes de atuar sobre fatores sociais, econômicos e políticos que compõem a região e

determinam a estruturação e ocupação dessas áreas a serem protegidas. Os instrumentos são:

- Exigência do estabelecimento de leis específicas para cada Área de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM).
- Exigência de formulação do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPA) de cada (APRM).
- Estabelecimento de orientações para definição de mecanismos de compensação.
- Estabelecimento de orientações para fiscalização, monitoramento e aplicação de penalidades.

A mesma lei definiu ainda em seu texto a bacia hidrográfica como unidade de estudo, planejamento e gestão, bem como três tipologias de área de intervenção; são elas:

- **Áreas de Restrição à Ocupação:** são as definidas pela Constituição do Estado e por lei com preservação permanente, de interesse para proteção dos mananciais e para a preservação, conservação e recuperação dos recursos naturais.

- **Áreas de Ocupação Dirigida:** são as de interesse para a consolidação ou implantação de usos rurais e urbanos, desde que haja manutenção das condições ambientais necessárias à produção da água em quantidade e qualidade suficientes para abastecimento da população atual e futura.

- **Áreas de Recuperação Ambiental:** são as que, em razão dos usos e ocupações, comprometem a qualidade e a quantidade dos mananciais, exigindo ações de caráter corretivo. Poderão ser reenquadradas por via do PDPA nas duas classes acima, quando comprovada a efetiva recuperação ambiental pelo Relatório de Situação da Qualidade da APRM.

A lei em questão também possibilita a integração das práticas de proteção e conservação, vinculando-as à delimitação das áreas ao trabalho dos comitês de bacias hidrográficas (Lei 9.866/97, p. 1):

"Art. 3º. Para os fins previstos nesta lei, considera-se Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais (APRM) uma ou mais sub-bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional para abastecimento público.

Parágrafo único. A APRM referida no "caput" deste art. deverá estar inserida em uma das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), previstas no Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH), instituído pela Lei nº 7663, de 30 de dezembro de 1991.

Art. 4º. As APRMs serão definidas e delimitadas mediante proposta do Comitê de Bacia Hidrográfica e por deliberação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CRH, ouvidos o CONSEMA - Conselho Estadual de Meio Ambiente e o CDR - Conselho de Desenvolvimento Regional, e criadas na forma do art. 18 desta lei”.

O município apresenta legislação ambiental específica para integrar os serviços de controle do uso do solo e dos aspectos ambientais. A lei orgânica do município, por exemplo, na seção I “Do Meio Ambiente” do art. 167 ao 173, dentre alguns pontos, destaca a menção de criação de unidades de proteção a particulares; concessão, permissão e renovação de serviços públicos, passarão, obrigatoriamente, por avaliação do serviço a ser prestado, bem como seu impacto ambiental; haverá compensação financeira por parte do Estado sempre que houver novas áreas de restrição (ampliação do reservatório Taiaçupeba, por exemplo), como também; consórcios entre municípios a fim de resolver problemas de cunho ambiental, o que é fundamental para que haja integração de secretarias na resolução de pendências ambientais.

Contudo, é no Plano Diretor do município (revisto em janeiro de 2007, com projeções de 2006-2016) que os ganhos legais para a área ambiental mais se destacam. A participação da comunidade, como mostra o texto final, apresenta os ganhos que foram possíveis, principalmente para a área ambiental e no que tange à ocupação dos espaços que ainda preservam remanescentes de Mata Atlântica, bem como as áreas de mananciais que perfazem a bacia do Ribeirão Balainho, por exemplo.

Dentre vários instrumentos para tal, estão as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) que visam adequar os territórios aos diversos usos por via do zoneamento. O zoneamento em si utilizou-se de três níveis de zoneamento:

- macrozoneamento;

- zoneamento;
- zoneamento especial (ZEIS).

Além do zoneamento, o Plano Diretor do Município de Suzano também definiu alguns instrumentos urbanísticos que direcionam as formas de utilização e ocupação do espaço urbano e rural. São eles:

- Parcelamento ou utilização compulsória de áreas subutilizadas;
- Transferência de potencial construtivo;
- Direito de preempção (preferência);
- Operação urbana;
- Estudo de impacto de vizinhança;
- Áreas de intervenção urbana;
- Áreas de interesse turístico e ambiental;
- Gestão democrática e participação popular;
- Zonas especiais de interesse cultural e histórico.

O macrozoneamento foi dividido nos seguintes critérios (Plano Diretor Participativo do Município de Suzano, 2007, p. 3):

“Macrozona de Desenvolvimento Urbano: onde se quer incentivar a ocupação para fins urbanos, para que as áreas com escolas, creches, unidades básicas de saúde e da saúde da família sejam mais bem utilizadas, evitando a existência de terrenos vazios, sem uso ou abandonados;

Macrozona de Ocupação Controlada: onde se quer controlar a ocupação, seja para fins urbanos ou rurais, devendo ter baixo adensamento populacional nessa região, principalmente por ser um local importante para preservação das nascentes dos rios que descem até o centro de Suzano; o alto adensamento populacional nessa área tende a piorar a situação de enchentes na parte baixa da cidade;

Macrozona de Proteção aos Mananciais: caracterizada por vegetação de porte significativa, produção agrícola e concentração de habitações em situação deficiente, às

margens da Rodovia Índio Tibiriçá, onde se pretende o baixo adensamento populacional para preservar a zona rural existente, assim como a produção de água para abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, sendo os limites dessa macrozona os mesmos estabelecidos pela Lei Estadual nº 1.172, de 17 de novembro de 1976, que define as áreas de proteção aos mananciais; nessa macrozona são estimuladas as atividades rurais e de interesse turístico.”

A terceira Macrozona citada é a área que abrange a bacia do Ribeirão Balainho, e sua regulação em um texto municipal corrobora os apontamentos aqui levantados da relevância que a área tem para a manutenção dos mananciais nessa parte da Região Metropolitana de São Paulo.

Nessa macrozona, o zoneamento é subdividido conforme sua relevância e restrição: a bacia do Ribeirão Balainho enquadra-se no capítulo II “Do Zoneamento”, Seção II **“Das Zonas de Uso na Macrozona de Desenvolvimento Urbano”**, artigo 16º, Zonas de Proteção Ambiental (ZPA). O zoneamento delimita mais as restrições em três tipos de ocupação ocorrentes na área da bacia, na **Seção IV – Das Zonas de Uso na Macrozona de Proteção aos Mananciais** (Plano Diretor Participativo do Município de Suzano, 2007, p. 16):

“Art. 22. A Macrozona de Proteção aos Mananciais compreende as seguintes zonas de uso, definidas de acordo com a legislação estadual pertinente e se classifica como:

I - Zona de Ocupação Dirigida (ZOD);

II - Zona de Ocupação Restrita.

Art. 23. As ZOD compreendem as áreas de interesse para a consolidação ou implantação de usos rurais e urbanos na Macrozona de Proteção aos Mananciais, desde que atendidos os requisitos que garantam a manutenção das condições ambientais necessárias à produção de água em quantidade e qualidade para o abastecimento das populações atuais e futuras.

Art. 24. São diretrizes da ZOD:

I - promover a regularização e qualificação das áreas ocupadas pela população de baixa renda, principalmente na questão do saneamento ambiental;

II - promover a alta permeabilidade do solo, restringindo a sua impermeabilização, através, do uso de materiais de pavimentação permeáveis, com exceção nas vias de ligação regional e de transporte público.

Art. 25. As Zona de Ocupação Restrita compreendem, além das áreas definidas pela Constituição do Estado e pela

legislação ambiental como de preservação permanente, aquelas de interesse para a proteção dos mananciais e para a preservação, conservação e recuperação dos recursos naturais inseridas na Macrozona de Proteção aos Mananciais, subdividindo-se em:

I - Zona de Ocupação Restrita (ZOR 1) correspondem às áreas com presença de matas nativas e vegetação natural;

II - Zona de Ocupação Restrita (ZOR 2) correspondem às áreas onde prevalecem as atividades do setor da agropecuária;

III - Zona de Ocupação Restrita (ZOR 3) correspondem às áreas onde prevalecem as atividades turísticas e outras, desde que compatíveis com a preservação ambiental.

Parágrafo único. *Nas Zonas de Ocupação Restrita, poderão ser aplicados os mecanismos de incentivo à preservação e recuperação ambiental, especialmente a transferência de potencial construtivo, conforme definida na Seção IX, Capítulo II, Título V desta Lei Complementar.”*

Complementar a este zoneamento, o plano diretor faz menção ainda às *Zonas Especiais de Interesse Ambiental* constantes no capítulo III dos artigos 26 ao 31; o texto menciona uma subdivisão dessas zonas em:

- Zona Especial de Interesse Ambiental 1 (ZEIA 1) - *Correspondem às Áreas de Preservação Permanente (APP), ainda preservadas ou passíveis de serem recuperadas em suas características naturais, cuja função social é promover a preservação e recuperação da vegetação ciliar.*

- Zona Especial de Interesse Ambiental 2 (ZEIA 2) - *Correspondem às APP já bastante alteradas pela urbanização, cuja função social é promover a aproximação do cidadão com o curso d'água, a partir de sua recuperação gradativa.*

- Zona Especial de Interesse Ambiental 3 (ZEIA 3) - *Correspondem às áreas degradadas por mineração e áreas de risco quanto à contaminação do solo e outros passivos ambientais, cuja função social é a recuperação ambiental.*

Tendo como ação estratégica para as áreas os tópicos seguintes (Plano Diretor Participativo do Município de Suzano, 2007, p. 19):

“I - Na ZEIA 1, o proprietário poderá transferir o potencial construtivo não utilizado, calculando-se o coeficiente de aproveitamento em dobro desde que recuperada a vegetação ciliar;

II - Na ZEIA 2, as áreas localizadas nessa zona serão objeto de Plano de Recuperação da Microbacia, que deverá ser elaborado após a promulgação desta Lei Complementar;

III - Na ZEIA 3, as áreas serão objeto de estudos especiais, prevendo-se a elaboração de Plano de Manejo e Recuperação.”

O zoneamento teve onze subdivisões a partir do Macrozoneamento e levou em consideração o macrozoneamento que se define em grandes linhas, apresentando o rumo que a cidade deve tomar; entretanto, é o zoneamento que se aproxima mais das necessidades de cada área da cidade, embora não retire, nem altere o limite da zona rural do município. No zoneamento, são definidos os parâmetros para uso e ocupação do solo (tamanho do lote, construções, quais atividades podem ser desenvolvidas em um determinado endereço etc.).

A bacia do Ribeirão Balainho apresenta em sua área os dois exemplos de restrições demonstrados pelo artigo 22º do documento oficial citado, bem como as três *Zonas de Ocupação Restrita* (ZOR 1, 2 e 3) também aqui explicitadas e essa bacia encaixa-se perfeitamente nos pressupostos das Zonas Especiais de Interesse Ambiental, principalmente no que tange à ZEIA 1 e ZEIA 2, com APPs ainda preservadas ou com possibilidade de recuperação ao estado próximo do natural, como também já antropizadas com possibilidades de recuperação. O mapa 1, recortado de mapa cedido pela Secretaria de Meio Ambiente do município, ilustra os preceitos expostos neste capítulo.

Mapa 1. Mapa de Zoneamento do Município de Suzano – SP (2010). Fonte: Secretaria de Meio Ambiente do Município Suzano (SP).

arrecadação de ICMS no estado de São Paulo (< Disponível em: <http://www.suzano.sp.gov.br/CN01/conheca.asp>. Acessado em: 05/05/2011>).

A cidade faz divisa com Itaquaquecetuba (a norte), Santo André (a sul), Mogi das Cruzes (a leste), Mauá e Ferraz de Vasconcelos (a oeste), Poá (a noroeste), além de Rio Grande da Serra e Ribeirão Pires (a sudoeste) e é banhada pela bacia hidrográfica do Alto Tietê – Cabeceiras, subdividida pelas bacias do Taiaçupeba, do Guaió e do Tietê Leste. A foto 1 a seguir permite identificar um setor das cabeceiras do Rio Tietê que sofre com a expansão desordenada da urbanização.

Foto 1. APA do Alto Tietê – Cabeceiras / Fonte: Secretária de Política Urbana da Prefeitura de Suzano (2008).

O acesso ao município se dá através da via férrea da CPTM que liga São Paulo a Mogi das Cruzes, como também pela rodovia Airton Senna, ao norte do município, além das estradas Índio Tibiriçá (SP31) e Henrique Eroles (SP 66), mais ao sul do município.

O acesso às rodovias Ayrton Senna da Silva, Índio Tibiriçá (SP 31) e Henrique Eroles (SP 66) coloca Suzano em condição privilegiada pela proximidade com os portos de Santos e São Sebastião, aeroportos de

Congonhas e Cumbica, além de cidades e regiões economicamente fortes, como o Vale do Paraíba, Grande ABC, Capital e Guarulhos. As duas ferrovias (uma de transporte de passageiros e outra de cargas) contribuem para reforçar o papel economicamente importante que Suzano vem desempenhando para o desenvolvimento da região do Alto Tietê.

A bacia do Rio Balainho encontra-se totalmente inserida no município de Suzano (mapa 2) possui 35.616m² de área, tendo sua foz na represa de Taiaçupeba, pois é um dos rios que abastecem a represa, a qual integra o Sistema Produtor do Alto Tietê (SPAT), um sistema complexo de recalques e reservatórios interligados que conduzem as águas para a Estação de Tratamento de Água (ETA) de Taiaçupeba.

A represa fica entre Suzano e Mogi das Cruzes, a água que sai dos reservatórios de Paraitinga e de Ponte Nova, em Salezópolis, vai para o Rio Tietê e depois é bombeada para o reservatório de Biritiba. A partir daí, por gravidade em um sistema de túneis e canais, ela chega à Represa Jundiá e, por fim, deságua na Taiaçupeba.

A represa atualmente tem sofrido um acréscimo em seu volume com uma ampliação prevista de 50%. O aumento torna-se necessário, segundo o Governo do Estado de São Paulo, devido à demanda que tem crescido na região por água. No ano de sua criação (1976), seu volume era de 87. 90x10⁶ m³. Hoje, três milhões de pessoas recebem a água do sistema Alto Tietê, a previsão é que, a partir de abril (2012), o número passe para 4,5 milhões.

Mapa 2. Mapa de Localização da Bacia do Ribeirão Balainho

A cidade de Suzano apresenta extensão territorial de 207,87 Km² aproximadamente e uma população estimada em 262.568 habitantes (IBGE, 2010); o município apresentou um crescimento demográfico, entre 2000 e 2008, de 3,49% ao ano. O PIB de 2008 (per capita) a preços correntes foi de 18.952,30 reais; os valores das finanças públicas e sua estrutura empresarial instalada concorrem para o crescimento não só do município, mas da região como um todo, refletindo, de fato, um dos motores da expansão urbana da Região Metropolitana de São Paulo nas últimas décadas.

O crescimento populacional está associado ao potencial produtivo que o município apresenta; empresas de grande porte reconhecidas nos mercados internacional e nacional usufruem, segundo as publicações da prefeitura atual, de infraestrutura e logística. A densidade demográfica (habitante/Km²) é da ordem de 1.290,56, a taxa de urbanização do município é de 96,48%.

O município de Suzano apresenta em sua malha urbana prédios de médio e baixo porte, com áreas industriais importantes, principalmente ao longo da via férrea; há também grandes vazios na área urbana, em razão da APA da Várzea do Tiete que funciona como barreira à expansão urbana, mas que já há algum tempo sofre pressão intensa. O município, como reflexo do crescimento da capital, compõe uma das áreas mais populosas da grande São Paulo; segundo a SMA (2006), a área do Alto Tietê comporta hoje uma população de mais de 1.511.078 de habitantes, dos 19.847.879 (SEADE, 2011), tendo Moji das Cruzes como o município de maior população com 28% do total. Suzano vem em terceiro depois de Itaquaquecetuba (26,3%) com 21%, a imagem (foto 2) ilustra o forte processo de urbanização já instalado.

Foto 2. Área Urbanizada próximo às margens da Represa de Taiáçupeba. Fonte: Secretaria de Política Urbana da Prefeitura de Suzano (2008).

A bacia do Ribeirão Balainho, por se encontrar justamente em uma área de expansão urbana, sofre com a pressão desse crescimento. Nessa perspectiva, a análise proposta contribui com futuros projetos do município. Na bacia incide basicamente a área de processo de ocupação recente e em alguns bairros predominam chácaras de lazer (como no bairro Palmeiras de São José, JD dos Eucaliptos, Vila Ipelândia, Recreio Internacional) e em outros predominam adensamentos urbanos (Parque Heroísmo, Jardim Brasil), embora na maioria destes exista uma combinação de ocupação com bolsões de loteamentos urbanos, ou favelas, nos quais falta infraestrutura básica para moradia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Organização da Pesquisa

A organização operacional desta pesquisa foi realizada segundo as etapas propostas por Libault (1971), quando são considerados quatro níveis de

estruturação processual nos estudos geográficos, são elas: *nível compilatório, correlativo, semântico e normativo*.

O primeiro nível, o *compilatório*, consiste na coleta de dados, ou seja, na seleção dos dados necessários para a pesquisa, na seleção de diferentes tipos de dados que passarão da subjetividade para uma determinada objetividade como afirma Libault (1971, pág. 3). A ideia, de acordo com o autor, é organizar racionalmente a pesquisa, de modo que os dados coletados e hierarquizados pertençam a uma linha de variáveis essenciais à pesquisa e que ao final possam ser examinados e detalhados.

Ross (1990, pg. 32) citando Libault (1971), afirma que esta etapa tem duas fases, a primeira refere-se a obtenção de dados de natureza diversa e a segunda a seleção de informações fundamentais para a pesquisa, sempre se levando em conta o domínio do conhecimento teórico-conceitual, a fim de obter dados que possuam valor. Quanto aos aspectos geomorfológicos necessários nessa etapa, as informações relevantes estão a cerca das características de morfogênese, morfoescultura e estrutura superficial atual, com o intuito de estabelecer uma sistemática para a interpretação dos fatos observados e descritos.

Faz parte desse nível o levantamento bibliográfico e sua análise, a fim de estabelecer o referencial teórico conceitual a ser utilizado, as técnicas e as características intrínsecas à bacia. Entre as etapas de tratamento do material coletado, está a fotointerpretação das fotografias aéreas utilizadas, que no caso foram na escala de 1: 25.000; a seleção das imagens de satélite necessárias; confecção da carta base; levantamento de dados sobre a estrutura geológica, dos lineamentos estruturais, da morfologia, da dinâmica da paisagem, das características pedológicas e hidrológica.

As cartas topográficas foram geradas por meio de base cartográfica disponibilizada pela EMPLASA na escala de 1: 25.000 georreferenciadas nos sistemas de coordenadas UTM e posteriormente digitalizadas através da vetorização das curvas de nível, drenagem, pontos cotados, vias de acesso, entre outros aspectos, utilizando o programa ArcGis 10. Foram geradas a partir de imagem *Shuttler Radar Topographic Mission (SRTM)* da NASA, as curvas de nível com escala compatível para 1: 25.000 necessárias para gerar o

Modelo Digital de Elevação (MDE), etapa importante na confecção da carta hipsométrica e clinográfica da bacia do Ribeirão Balainho, bem como de compartimentação topográfica.

A carta de drenagem foi elaborada a partir da delimitação dos corpos hídricos definidos nas cartas topográficas e de uma correlação com as drenagens geradas no SRTM; nesta carta foi realizado o enriquecimento da drenagem.

As demais cartas também foram geradas a partir do levantamento e interpretação das teorias e técnicas escolhidas, das quais serão detalhadas mais adiante.

No nível correlatório, foram agrupadas as informações e dados coletados para a confecção do trabalho, inclusive a análise dos mapas e cartas elaboradas que serviram de base para as interpretações e constatações no nível semântico, onde os problemas parciais serão discutidos com mais afinco.

O nível correlatório, conforme Libault (1971, pág. 8), consiste nas manifestações do mesmo fenômeno em vários locais e remete-se aos tipos morfológicos e no levantamento das variáveis que caracterizam os tipos. Neste caso, esta etapa serviu para delimitar os níveis morfológicos identificados na região que comporta a bacia do Ribeirão Balainho. A medição dos valores dessas variáveis, como menciona Libault (1971), ficou a cerca da própria caracterização do grupo estrutural que nos forneceu informações sobre os aspectos morfométricos das cartas confeccionadas.

Ross (1990, pg. 33) afirma que esta fase é o momento para aprimorar a interpretação, selecionando informações de caráter homogêneo, ou seja, dados de mesma natureza, para que possam correlacioná-los.

O nível semântico, definido por Libault (1971, pág. 9) consiste em buscar uma abordagem de raciocínio que procure efetuar uma combinação sintética dos fatos determinados nas etapas anteriores. As relações são estabelecidas a fim de identificar os problemas parciais dentro de uma organização mais globalizada.

Ross (1990, pg. 34) para este nível afirma que é o momento da interpretação dos dados e da geração de dados conclusivos a partir das etapas anteriores (compilatório e correlativo). O estabelecimento de generalizações se

dá nessa fase da pesquisa, possibilitando a determinação de fenômenos, parâmetros, leis, etc.

Neste trabalho, a tentativa de relacionar todos os aspectos físicos sobre a bacia e como eles estão integrados, corresponde à morfologia, possibilitando a determinação de ocorrência de processos de caráter geomorfológico. A articulação dos fatores que compõem fisicamente a bacia referida nos forneceu informações que, embora não contenham tanta lógica matemática no seu ciclo operacional, possibilitaram uma avaliação qualitativa através dos mapas e cartas. A abordagem procurou reduzir variáveis em um conjunto formado por fatores que levam em conta a totalidade da seleção realizada.

O nível normativo de Libault (1971, pg. 11) traduz os resultados de fatores que sustentam a estrutura geral que compõe a ciência geográfica, na qual as tipologias estabelecidas expressam um modelo a ser aplicado, sendo que se utiliza uma nova seleção racional dos fatores levantados para caracterizar o fenômeno abordado.

A modelização pretendida aqui girou entorno da confecção das cartas que serviram também para interpretação e conclusões. Mais do que a criação de um modelo como estabelece Libault (*op. cit.*), tomamos esta fase como o da normatização da aplicação dos resultados da pesquisa elaborada (ROSS, 1990, pg. 35).

Por não ser tratar de uma pesquisa essencialmente de tratamento estatístico, preconizado por Libault (*op. cit.*), procuramos nesse estudo, apresentar os dados e uma interpretação mais qualitativa dos aspectos levantados e das cartas morfométricas, morfográficas e demais mapas produzidos, no que tange o modelado do relevo. Procurou-se interpretar a evolução dos elementos que compõem as formas em função dos atributos dos processos morfogenéticos e morfodinâmicos atuais e assim caracterizar a compartimentação, a morfografia e a morfometria em um quadro síntese (apêndice, pg. 160), o qual dê a dimensão dos aspectos que caracterizam a bacia.

Por considerar os três níveis de tratamento de uma pesquisa sobre o relevo de Ab' Saber (1969), este trabalho pretendeu focar mais os aspectos do primeiro e do segundo nível (Compartimentação e sistematização da estrutura

superficial da paisagem), por considerar que o terceiro (entendimento dos processos morfodinâmicos e pedogenéticos, bem como a compreensão da fisiologia da paisagem) necessitasse de mensuração de dados e coleta destes, de forma mais precisa (quantificados estatisticamente). Desta forma, este terceiro nível de Ab' Saber (1969) nesta pesquisa, priorizou a apresentação de dados secundários, de observações pontuais retiradas em campo e da interpretação a partir da confecção das cartas.

Ross (1990, pg. 37) atribui a esse terceiro nível de Ab' Saber (*op. cit.*) um caráter mais experimental e os dois primeiros um caráter mais empírico, sendo que ambos se complementam, a pesquisa empírica fornece o conhecimento básico (referencial teórico-metodológico) que norteia a fase seguinte que é o experimento. As técnicas selecionadas se orientaram nesse sentido, de se adequar a uma realidade de pesquisa e de procedimentos no qual poderíamos seguir.

Desta forma esta pesquisa reveste-se de maior empirismo, pois utiliza mais a observação, a descrição, o registro cartográfico e fotográfico, correlacionando-os, possibilitando a interpretação sobre a conjuntura morfogenética e morfocronológica, a fim de estabelecer os parâmetros morfoestruturais e morfoesculturais. Enquanto os aspectos da fisiologia da paisagem foram trabalhados de uma forma mais inferida do que experimental, muito por não termos tido condições de implementar um estudo mais quantificado.

Inicialmente foi cogitada uma nova formação de fatos para congregar a etapa normativa e produzir um novo conjunto de fatores sobre o relevo. A ideia era elaborar uma carta síntese a partir do conjunto dos documentos cartográficos produzidos e da leitura da legislação ambiental vigente que trata dos conceitos técnicos e legais referentes às áreas de preservação permanente ao longo de cursos d'água, topos de morros, e linhas de cumeada conforme definição do código florestal brasileiro (Lei nº 4771/65) e resolução específica para o assunto (Resolução CONAMA 303/2002), indicando áreas de vital importância para a manutenção das funções ecológicas e de potencial impacto em função de atividades antrópicas.

Entretanto, em função da brevidade das discussões a respeito da mudança da lei que regulamenta as atividades sobre o meio ambiente e seus atributos, seriam dispendiosos o tempo e o trabalho empregados para inserção dessa variável complexa no trabalho.

2.2 Etapas de Compilação e Tratamento dos dados

2.2.1 Pressupostos Teóricos

A Geomorfologia tem como premissa analisar e classificar as formas da superfície terrestre, além de buscar relações de processos pretéritos e atuais do relevo em seus diversos aspectos; isso envolve pressupostos genéticos, de cronologia, morfologia, morfometria e das relações dinâmicas dentre estes.

Não cabe aqui esmiuçar as diversas vertentes teóricas que compõem a geomorfologia e muito menos analisar criticamente cada uma; pretendemos sim apresentar alguns autores que julgamos necessários para estruturar racionalmente e operacionalmente este trabalho. Desta forma, podemos apontar de um modo bem simplificado os autores que ajudaram a elucidar e compor o arcabouço teórico desta pesquisa.

Abreu (2003), em sua análise crítica sobre a evolução (filogênese) das propostas conceituais da geomorfologia, delimitou o que considerou dois centros de origem dos sistemas conceituais que compuseram a ciência geomorfológica e que deram base para a ciência hoje utilizada, são eles: a escola **anglo-americana**, baseada inicialmente nos estudos do *Ciclo Geográfico* (1899) de William M. Davis e a segunda corrente da filogênese, denominada pelo autor de corrente **alemã** que tem como expoentes F. V. Richthofen (1886), A. Penck (1894), entre outros. Abreu (2003) afirma que em ambas as correntes houve autores de outras nacionalidades e escolas, mas que do ponto de vista epistemológico, declinavam para a primeira ou para a segunda. Embora uma apresentasse diferenças epistemológicas em relação à outra, elas se tomaram como referência e somente nos tempos atuais devido à internacionalização do conhecimento e dos seus contrastes passaram a diluir-se mais, em função da complexidade metodológica e operacional das pesquisas (ABREU, 2003, pág. 52).

Acreditamos que esta simples pesquisa de cunho geomorfológico tenha inclinação mais acentuada à corrente teórica europeia. Seguindo o enquadramento evolucionar apresentado por Abreu (2003, pág. 61), os autores que serão aqui citados apresentam como ligação as ramificações criadas pelos cientistas e pesquisadores de origem centro-europeia, os quais se utilizaram de uma perspectiva empírico-naturalista (ABREU, 2003, pág. 57), fazendo uso da observação dos fatos e da cartografia como instrumentos de análise.

Outro ponto fundamental dessa escola foi a consideração climática na delimitação dos fenômenos da natureza e na modificação morfológica da superfície. Os autores da escola em questão passaram a estabelecer conceitos que estreitavam as formas de relevos visualizadas e os cinturões climáticos existentes no globo, formulando uma análise genética das formas e delimitando o que passou a ser para alguns uma **geografia da paisagem**, fazendo uso da cartografia geomorfológica para delimitar tais fatos (ABREU, 2003, pág. 58).

Abreu (2003, pág. 58), ao comentar sobre o encontro de “Dusseldorfer Naturfoschertag” em 1926, relatou que nesse evento foi consenso entre quase todos que o clima era um elemento importantíssimo e responsável pela morfogênese diferencial, em função da ação das forças atuantes. W. Penck (1924), outro expoente da corrente europeia, forneceu, naquele momento, um paradigma alternativo à corrente davisiana.

Penck (1924), ao estabelecer o conceito de depósitos correlativos, focando mais os estudos sobre as vertentes, contribuiu muito para o avanço da geomorfologia; sua proposta tinha como base a aplicação de três conceitos de análise morfológica: os *processos endógenos*, *processos exógenos* e os *produtos de ambos*.

Para esse autor, a denudação é concomitante ao soerguimento com intensidade diferenciada pela ação tectônica. Penck (1924) procurou demonstrar a relação entre entalhamento do talvegue e efeitos denudacionais em função do comportamento da crosta, o que poderia manifestar-se de forma intermitente e com intensidade variável, contestando o modelo apresentado por Davis de rápido soerguimento da crosta com posterior estabilidade tectônica, até que se atingisse a suposta senilidade, quando nova instabilidade proporcionaria a continuidade cíclica da evolução morfológica (CASSETI, 1994).

Consoante Penck (1924), o grau de incisão estava na dependência do grau de soerguimento da crosta, o que proporcionaria evidências morfológicas ou grupos de declividades vinculados à intensidade da erosão dos rios, submetidos aos efeitos tectodinâmicos. Penck (1924) propunha que, em caso de forte soerguimento da crosta, haveria uma correspondente incisão do talvegue, que por sua vez implicaria aceleração dos efeitos denudacionais em razão do aumento do gradiente da vertente. Levando-se em conta que o efeito denudacional não acompanharia de imediato a intensidade do entalhamento do talvegue, ocorreria o desenvolvimento de vertentes convexas.

Nesse sentido, Penck teria levado em conta, a noção de nível de base local e a correspondência entre *soerguimento*, *incisão* e *denudação*, valorizando a ***relação processual***, própria da concepção germânica.

Outra vertente importante no contexto da caracterização da geomorfologia foram os estudos de Lester King (1955), nos quais há ocorrência de períodos rápidos e intermitentes de soerguimento da crosta, separados por longos períodos de estabilidade tectônica, conceito de estabilidade tectônica considerada por Davis, mas que admite o ajustamento por compensação isostática e considera o recuo paralelo das vertentes (*wearing-back*) como forma de evolução morfológica, de acordo com a proposta de Penck (1924).

“...O recuo acontece a partir de determinado nível de base, iniciado pelo nível de base geral, correspondente ao oceano. O material resultante da erosão decorrente do recuo promove o entalhamento das áreas depressionárias, originando os denominados pedimentos. A evolução do recuo por um período de tempo de relativa estabilidade tectônica permitiria o desenvolvimento de extensos pediplanos, razão pela qual a referida teoria ficou conhecida como pediplanação. Portanto, enquanto Davis chamava as grandes extensões horizontalizadas na senilidade de “peneplanos”, King (1955) as considerava como “pediplanos”, com formas residuais denominadas inselbergs. O emprego de uma das terminologias, peneplano ou pediplano, caracteriza a filiação epistemológica (anglo-americana ou germânica), considerando as diferenciações genéticas (down wearing ou back wearing).” (CASSETI, 1994)

Complementando o bojo de importantes teorias estabelecidas para consolidar os estudos geomorfológicos, cabe citar os preceitos do sistema de John T. Hack (1960), que contribuíram para fundamentar a teoria geral dos sistemas, já antes formulada por Gilbert (1877), de que o relevo é um sistema

aberto, mantendo constante troca de energia e matéria com os demais sistemas terrestres, estando vinculado à resistência litológica.

Enquanto a proposta de Penck (1924) considerava o modelado como resultado da competição entre o levantamento e a erosão, Hack (1960) o considerou como produto de uma competição entre a resistência dos materiais da crosta terrestre e o potencial das forças de denudação.

“Essa teoria supõe que em um sistema erosivo todos os elementos da topografia estão mutuamente ajustados de modo que eles se modificam na mesma proporção. As formas e os processos encontram-se em estado de estabilidade e podem ser considerados como independentes do tempo. Ela requer um comportamento balanceado entre forças opostas, de maneira que as influências sejam proporcionalmente iguais e que os efeitos contrários se cancelem a fim de produzir o estado de estabilidade, no qual a energia está continuamente entrando e saindo do sistema” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 168).

Na teoria do equilíbrio dinâmico, as formas não são estáticas, a alteração no fluxo de energia incidente leva a modificações no comportamento da matéria, evidenciando alterações morfológicas. As mudanças climáticas ou eventos tectônicos produzem alterações no fluxo da matéria, até a obtenção de novo reajustamento dos componentes do sistema. O argumento de Hack (1960) é que o modelado do relevo adapta-se rapidamente às variações dos fatores de controle ambiental. Assim, quando o sistema readquire o equilíbrio dinâmico, desaparecem gradativamente as marcas relacionadas às fases anteriores que estavam presentes na paisagem. O referido equilíbrio poderá ser mantido ainda em condições de instabilidade tectodinâmica, desde que os efeitos denudacionais acompanhem o mesmo ritmo.

“...Constata-se uma certa relação de dependência entre a proposta de Hack e as teorias discutidas anteriormente. Além de incorporar o conceito davisiano de equilíbrio em novo estilo, Hack utiliza-se de relações dinâmicas apresentadas por Gilbert (1877) e posteriormente Penck (1924). O mérito atribuído a Hack é o de estruturar um encadeamento lógico na concepção sistêmica do modelado, em detrimento de uma visão fragmentada do relevo” (CASSETTI, 1994).

Na tabela 5, organizado por Cassetti (1994), auxilia a elucidar as características das vertentes que surgiram das escolas de pensamento geomorfológico (anglo-americana e alemã), as quais contribuíram e fomentaram outros estudos acerca do modelado terrestre:

Tabela 1. Características de teorias Geomorfológicas. Fonte: CASSETI, V. Elementos de Geomorfologia, 1994.

CARACTERÍSTICAS	W.M. Davis (1899)	W. Penck (1924)	L.C.King/J.Pugh (1955)	J.T. Hack (1960)
CARACTERÍSTICA GERAL DO SISTEMA	Rápido soerguimento com posterior estabilidade tectônica e eustática.	Ascensão de massa com intensidade e duração diferentes.	Longos períodos de estabilidade tectônica, separados por períodos rápidos e intermitentes de soerguimento da crosta.	Toda alternância de energia interna ou externa gera alteração no sistema através da matéria.
RELAÇÃO SOERGUIMENTO/DENUDAÇÃO	Início da denudação (comandada pela incisão fluvial) após estabilidade ascensional.	Intensidade de denudação associada ao comportamento da crosta.	Denudação concomitante ao soerguimento	Reação do sistema com alteração do fornecimento de energia (oscilações climáticas).
ESTÁGIO FINAL OU PARCIAL DA MORFOLOGIA	Evolução morfológica de cima para baixo (<i>wearing-down</i>).	Evolução por recuo paralelo das vertentes (<i>wearing back</i>).	Evolução morfológica por recuo paralelo (<i>wearing back</i>).	Todos os elementos da topografia estão mutuamente ajustados. Modificam-se na mesma proporção.
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	Fases antropomórficas: juventude, maturidade e senilidade (peneplano).	Processos de declividade laterais das vertentes: convexas, retilíneas e côncavas (relação incisão/denudação o por ação crustal).	Nível de pedimentação (coalescência de pedimentos: pediplano).	As formas não são estáticas e imutáveis. Íntima relação com a estrutura geológica.
ESTÁGIO FINAL OU PARCIAL DA MORFOLOGIA	Peneplanização (formas residuais: <i>monadnocks</i>).	Superfície primária (lenta ascensão compensada pela denudação). Não haveria produção de elevação geral da superfície.	Pediplanização (formas residuais: <i>inselbergs</i>)	Não evolui necessariamente para aplainamento (equifinalização). O equilíbrio pode ocorrer sob os mais variados "panoramas topográficos."
NOÇÃO DE NÍVEL DE BASE	Processo evolutivo comandado pelo nível de base geral.	Vertente evolui em função do nível de base local.	Pressupõe a generalização de níveis de base (qualquer ponto de um rio é considerado NB para os demais à montante).	Ajustamento sequencial.
VARIÁVEIS QUE	Temporal/estrutural	Processo,	Processo/forma,	Relação

COMPÕEM OS SISTEMAS	com subordinação da processual.	tectônica e tempo.	considerando o fator temporal, admitindo implicações isostáticas.	formas/processos independentes do tempo (processo morfogenético-resistência das rochas - influências diastróficas).
---------------------	---------------------------------	--------------------	---	---

Os autores soviéticos como Gerasimov (1946, 1968), Mescerjakov (1968), Basenina & Trescov (1972), Basenina *et al.* (1976), entre outros, citados por Abreu (2003), valeram-se em muito das bases conceituais surgidas no contexto europeu e as utilizaram para estabelecer uma análise calcada na morfoestrutura com correspondência na cartografia geomorfológica.

O encontro de 1926 na Alemanha (Abreu, 2003) acabou por influenciar e consolidar outros autores que tomaram as condicionantes climáticas e climatogenéticas como fundamentais nos estudos das formas de relevo, como Budel (1948, 1957, 1963, 1969 e 1971) que aliou a estas outras variáveis como as movimentações epirogênicas, as ocorrências petrográficas e fitogeográficas no estabelecimento das zonas climáticas e morfológicas.

O arcabouço teórico estabelecido nesse período forneceu base para os conceitos de paisagem até hoje amplamente utilizados e que evoluíram para os estudos de geoecologia e ordenação ambiental do espaço (ABREU, 2003, pág. 60), além de ter influenciado a teoria sistêmica de Bertalanffy em seus estudos de 1942 e 1965.

Em sua síntese comparativa, Abreu (2003), ao explicitar a evolução diferenciada (por meio da simplificação proposta pelo autor) entre as duas escolas, afirmou que foi possível visualizar nas teorias e métodos do lado anglo-americano a primazia das análises quantitativas como instrumentos de pesquisa, ao cabo que, do lado germânico e europeu, os sistemas conceituais priorizaram a cartografia geomorfológica, pautada pela análise ambiental e voltada para o homem. Embora hoje haja convergências em termos de métodos e metodologia, a raiz das duas escolas, conforme o referido autor (*op. cit.*) é diferenciada.

Abreu (2003, pág. 63) deixa claro que no processo de evolução das duas correntes, a anglo-americana passou por um processo de reformulação

mais profundo em termos de modificação epistemológica, ao passo que a geomorfologia germânica sofreu mais um refinamento dos conceitos anteriormente propostos, valorizando sempre a observação e o empirismo. Outro fator descrito por Abreu (2003, pág. 63) é que o Estruturalismo e a Teoria dos Sistemas nas duas correntes obtiveram resultados diferentes. Mesmo tendo ambos valorizado contextos espaciais, a vertente alemã absorveu tais teorias objetivando uma visão mais integradora às ciências naturais, principalmente nas análises geoecológicas e processuais, uma vez que a vertente anglo-americana incorporou as mudanças no sentido de ruptura com as abordagens históricas.

Seguindo a linha de raciocínio de Abreu (2003), a corrente de origem germânica e suas ramificações, que se disseminaram pela Europa da primeira metade do século XX, chegaram ao Brasil anos depois e tiveram entre outros, seu principal expoente - o Prof. Aziz Nacib Ab' Saber -, que claramente expôs em seu trabalho "Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas Sobre o Quaternário" de 1969, as bases postuladas pela corrente germânica e demais autores europeus. Dentre outros, o trabalho do renomado pesquisador brasileiro serviu de base desta pesquisa, principalmente no balizamento teórico referente ao mapeamento da compartimentação e ao entendimento de domínios morfoestruturais, morfoesculturais e morfoclimáticos.

2.2.2 Correlação Método e Metodologia

O Prof. Aziz Ab' Saber (1969), acerca do mapeamento geomorfológico, afirmou que nossa capacidade operacional de trabalho não conseguia suplantiar, naquele momento, a já ampla quantidade de dados cartografados. Além disso, as pesquisas do período esbarravam nas limitações científicas e técnicas da geomorfologia davisiana, que não levava em conta as paisagens morfológicas inter e subtropicais. (AB' SABER, 1969) O pesquisador assinalou a importância do entendimento da macro e meso compartimentação topográfica de um país continental, e que os estudos de morfoestrutura padeciam, segundo ele, de uma compartimentação efetiva e visualizável, pois

não tinham como premissa os efeitos da circundenudação na compartimentação do relevo brasileiro.

Os mapeamentos geomorfológicos elaborados em meados da década de 1960 iniciaram, mesmo em caráter preliminar, os levantamentos da compartimentação topográfica do relevo nacional, em bases predominantemente morfoestruturais, entretanto, os estudos posteriores (AB' SABER, 1967) passaram a abordar a ideia de áreas “cores” dos grandes domínios morfoclimáticos brasileiros. Estava assinalado desta forma um esboço mais verdadeiro do relevo brasileiro, pois, para as grandes regiões naturais brasileiras, havia uma correlação de províncias climáticas, pedológicas, fitogeográficas e ecológicas, aliado às feições geomórficas já bem destacadas em trabalhos anteriores.

A cartografia geomorfológica no Brasil teve como grande expoente o francês Francis Ruellan, que elaborou uma série de técnicas de ilustração específicas para a geomorfologia, a partir do uso das fotografias aéreas para a obtenção de detalhes sobre o relevo; seus estudos (1943, 1949, 1950) forneceram um arcabouço conceitual sobre as aplicações das fotografias aéreas para o mapeamento geomorfológico, possibilitando assim que uma série de outros pesquisadores continuasse suas ideias.

Contudo, foi o renomado Jean Tricart um dos que utilizaram com mais afinco a cartografia geomorfológica para representação de fatos da superfície terrestre, preocupando-se com a questão do detalhamento e sua escala. Em seus estudos, o nível de detalhamento de um mapeamento era sempre acompanhado de um criterioso e preciso levantamento de campo.

Conceitualmente, Ab' Saber (1969) afirmou que os estudos mais modernos de geomorfologia deveriam abordar pelo menos três grupos de fatos fisiográficos, que são fundamentais na elaboração de cartas geomorfológicas:

- 1- A compartimentação da topografia regional, em escala adequada levando-se em conta as formas de relevo dos setores considerados.
- 2- As estruturas superficiais das paisagens, aliado as implicações genéticas e cronogeomorfológicas.
- 3- A fisiologia da paisagem, a fim de caracterizar a morfogênese em processos e das modificações das ações antrópicas.

O autor registrou ainda que fatos relacionados à estrutura superficial da paisagem são mais difíceis de serem representados e que, portanto, uma boa carta geomorfológica deve representar bem a compartimentação topográfica e as formas de relevo, deixando que fatos de ordem morfoclimática sejam analisados por estudos regionais de fatos de vertentes, vales e interflúvios. Dessa forma, uma carta geomorfológica deveria representar bem a realidade fisiográfica regional, baseada na integração dos componentes básicos da paisagem, deixando sempre a possibilidade de visualização da compartimentação e formas de relevo que estruturam a paisagem morfológica. (AB' SABER, 1969)

Ressalta-se ainda a importância dos estudos sobre o quaternário, amplamente divulgados pelo referido autor (AB' SABER, 1968) quanto ao uso do mapeamento geomorfológico, como técnica mais completa para a visualização integrada dos depósitos modernos em face da compartimentação topográfica regional, bem como dos estudos das formas de relevo, posição dos depósitos superficiais e considerações paleogeográficas. Através dos estudos de compartimentação da paisagem, aliados às considerações da fisiologia da paisagem que são, sobretudo, implicações dinâmicas, seria possível inferir eventos do passado, sua evolução e transformações mais atuais; entretanto isso dependeria do grau de conhecimento do pesquisador, pessoal organizado, equipamentos disponíveis e bases de pesquisa.

O entendimento do conceito de compartimentação topográfica neste trabalho é fundamental, pois se trata da individualização de um conjunto de formas com características semelhantes, que foram elaboradas em determinadas condições morfogenéticas e morfoclimáticas, com relações litoestratigráficas ou que tenham sido submetidas a eventos tectodinâmicos importantes. Portanto, a caracterização das formas de relevo, da situação topográfica ou altimétrica e a existência de traços genéticos comuns como fatores de individualização do conjunto nos fornecem variadas interpretações da ação ao longo do tempo dos agentes internos e externos, na conjugação do modelado terrestre.

Seguindo na linha de raciocínio da importância da caracterização morfogenética, bem como morfoestrutural e morfoescultural no mapeamento

geomorfológico, Ross (1992, pág.17) entende que os estudos geomorfológicos e ambientais de detalhes ou regionais funcionam como um instrumento de apoio técnico aos interesses políticos e sociais e, para tal, a inter-relação entre os componentes naturais é de significativo interesse ao planejamento físico e territorial.

Para o referido pesquisador, as formas de relevo de diferentes tamanhos têm uma explicação genética, compondo distintos tamanhos ou diferentes táxons, com idades distintas, processos genéticos variados e, portanto, dinâmica própria.

A fundamentação metodológica apresentada por Ross (1992) parte do princípio que os processos endógenos e exógenos são as forças geradoras das formas em suas diversas escalas e estabelecem, por sua vez, o entendimento dos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura para a determinação da taxonomia do relevo e conseqüentemente sua aplicação cartográfica. As concepções de Ross (1992) levam em conta os domínios ou zonas morfoclimáticas atuais ou pretéritas na esculturação do relevo.

Tais conceitos são importantes, porque as unidades morfoestruturais podem conter unidades morfoesculturais distintas, uma vez que estas não só refletem a diversidade litológica da estrutura, mas também os tipos climáticos que atuaram no passado e que ocorrem atualmente.

Na determinação das unidades a partir da morfoestrutura, leva-se em conta a formação genética, a fim de estabelecer um padrão de formas do relevo. A determinação das unidades morfoesculturais prioriza os tipos climáticos atuantes ao longo do tempo geológico. Assim entende-se a determinação dos primeiros e segundos táxons contextualizados por Ross (1992), em que a interpretação genética e o entendimento da atuação climática são relevantes na configuração no padrão estrutural no primeiro caso, e morfoescultural no segundo.

O terceiro táxon tem como premissa a atuação do clima mais atual na determinação dos padrões de formas semelhantes ou padrões de tipos de relevos, denominado pelo autor (*op. cit.*). Os padrões de relevo em escala mais ampliada apresentam distinções em função da rugosidade topográfica, no

índice de dissecação do relevo, formato dos topos, vertentes e também de seus vales.

O quarto táxon individualiza ainda mais as formas de relevo no bojo de uma unidade padronizada no táxon anterior, podendo ser identificado pelo seu caráter agradacional (planícies fluviais, marinhas, lacustres, etc.) ou de desgaste erosivo (colinas, morros, cristas, etc.). Estas formas individualizadas são semelhantes entre si, sejam na morfologia quanto na morfometria, ou seja, no formato, tamanho e também na idade.

Considerando a individualização maior em relação ao táxon anterior, o quinto táxon delimita as vertentes pertencentes a cada forma individualizada do relevo, levando-se em conta os diversos setores de um morro, colina, morrotes etc. Desta forma, as características geométricas, genéticas e de dinamismo são diferenciadas para cada unidade.

O sexto táxon, definido pelo autor (*op. cit.*), corresponderia às formas menores e pontuais, produzidas pelos processos erosivos ou depósitos atuais, sendo elas as voçorocas, ravinas, cicatrizes de deslizamento, bancos de assoreamento e qualquer outra forma oriunda de processos morfogenéticos atuais ou de responsabilidade antrópica.

Esta conceituação definida por Ross (1992) é importante do ponto de vista geomorfológico, pois facilita a representação cartográfica e possibilita melhor definição de escala a ser utilizada e considerada nos trabalhos que têm o mapeamento como um instrumento norteador de tomada de decisão.

Para o autor, a representação gráfica das formas do relevo deve possuir uma classificação delas, pois, por serem de tamanhos distintos, estão associadas a uma cronologia e gênese específica.

Utilizando a Bacia do Ribeirão Balainho para ilustrar a conceituação, ela está inserida na *Unidade Morfoestrutural do Planalto Atlântico*, definida por Ross e Moroz (1997, pág. 31) em um cinturão com gênese atrelada a diversos ciclos de dobramentos e metamorfismos regionais, com ocorrência de inúmeros falhamentos e intrusões. Os diversos ciclos erosivos e de epirogênese seguiram até o cenozoico (aproximadamente 60 milhões de anos), reativando falhamentos e contribuindo na criação de escarpas de falha. A litologia, por sua vez, bem diferenciada, por se tratar de área de intenso

metamorfismo associado a intrusivas, gerou um padrão de formas, em que há topos alongados e ao mesmo tempo vales encaixados nas falhas antigas ou reativadas.

O clima do período cenozoico tratou de esculpir, nestes últimos milhões de anos, os morros e topos arredondados e dissecar ainda mais os vales, suavizando o relevo em alguns setores e aprofundando sua amplitude com os fundos de vale em outros.

Dessa forma, a Bacia do Ribeirão Balainho, considerando os conceitos taxonômicos de Ross (1992), está inserida em um padrão morfoestrutural convencionado como de Planalto Cristalino ou Atlântico, devido à gênese das formas ali visualizadas, que datam do Pré-Cambriano, mas que sofreram intensa modificação, sobretudo no Fanerozoico, na sua última era e período, em função da atuação climática que esculpiu as formas arredondadas hoje existentes nesta porção territorial.

A proposta aqui ensejada pretende inserir-se ainda mais na Unidade Morfoescultural denominada pelos autores (ROSS E MOROZ, 1997) de *Planalto Paulistano do Alto Tietê*, tida como uma unidade de gênese atrelada aos processos erosivos e denudacionais do cenozoico, era na qual os processos atuantes promoveram a esculturação das formas de relevo de morros médios e altos, com topos convexos atualmente presentes na região.

A fim de destacar seu padrão de formas semelhantes ou de tipos de relevos (terceiro táxon) que mostram o seu mesmo aspecto fisionômico, quanto à rugosidade topográfica e de dissecção do relevo, faremos uso de simbologia geomorfológica específica e compatível à escala desejada (1: 25.000) para apresentar tais morfologias em termos morfográficos.

Portanto, a concepção de Ross (1992) acerca da taxonomia calcada nos aspectos fisionômicos, de suas formas de relevo, de tamanhos diferentes, e com uma influência genética muito forte, possibilita a indicação de uma idade cronológica, sendo as formas de maior dimensão as de maior idade geológica e as de menor dimensão, menor idade. Esta forma de interpretação das grandezas morfológicas é relevante, pois determina ou possibilita o entendimento de sua gênese a partir da relação fisionômica de cada forma de

relevo, atrelando sua origem morfogenética às influências estruturais e esculturais.

A Cartografia Geomorfológica, portanto, assume um papel fundamental, no que tange à interpretação dos fatos geomorfológicos, porque possui arcabouço gráfico vasto e específico para apresentar tais fatos. Quando enquadrado em escala compatível, possibilita a constituição de uma base de pesquisa, além da concretização gráfica da pesquisa elaborada, como afirmou Tricart (1965).

Atualmente a evolução tecnológica do mapeamento terrestre e do conhecimento mais pormenorizado dos fenômenos atuantes sobre o relevo apresenta-se com uma importância ímpar; a modificação imposta pelo homem sobre o planeta tem contribuído com a intensificação de eventos extremos. No caso brasileiro, tais eventos estão associados principalmente ao período de chuvas, exemplo disso são os casos mais recentes de deslizamentos e desmoronamentos nas regiões serranas do Estado do Rio de Janeiro e Minas (2011/2012), como também, no Vale do Itajaí em Santa Catarina (2010), para citar os mais intensos; a amplificação dos eventos oriundos destes fenômenos naturais tem ocorrido principalmente devido à falta de planejamento no uso e ocupação da terra, o que acaba por agravar as consequências físicas e sociais nessas áreas.

Nesse sentido, a geomorfologia, ciência que trata do conhecimento sobre o relevo e os processos atuantes em superfície e subsuperfície, têm procurado também evoluir suas técnicas junto ao uso das inovações em SIGs para que possa servir de subsídio para trabalhos regionais, locais e de planejamento sobre o uso e ocupação da terra. Predizer os acontecimentos, hoje, se faz mais necessário do que antes, quando a preocupação era de conhecer e localizar fenômenos, atualmente etapas já estabelecidas pelo conhecimento científico. A necessidade maior agora é de produzir conhecimento que possa responder às demandas atuais, que quase sempre são urgentes e as futuras, na tentativa de minimizar situações de risco.

A boa interface de correlação entre as ciências torna-se, portanto, imprescindível, capacidade que a Geomorfologia demonstra muito bem ter.

O mapeamento geomorfológico, juntamente com as novas técnicas de cartografia, deve estar associado a esta premissa no que tange à antecipação dos fatos e deve compor o bojo das ciências que compõem aquelas que tratam do conhecimento e cuidado ambiental.

Xavier da Silva (2000, p.49) analisa que a realidade é composta de entidades físicas e virtuais, cuja organização apresenta-se em diversos tipos de relacionamentos. Para estudos de caráter ambiental, as relações de hierarquia, proximidade/contiguidade e causalidade são importantes para que a realidade ambiental seja percebida como um agregado de sistemas inter-relacionados.

Coltrinari (1984, p.96), a respeito do mapeamento, registrou que as cartas geomorfológicas de detalhe possibilitam a descrição completa dos elementos do relevo e do modelado, além de permitirem abranger em um estudo único informações sobre a “Morfometria, Morfografia, dinâmica e Cronologia das Formas”, dados esses importantíssimos que traduzem informações como dimensões das formas, padrões morfológicos, morfogênese e processos atuantes sobre o modelado. A autora (COLTRINARI, 1984) ainda esclarece que cartas geomorfológicas de detalhe (como na escala de 1: 25.000) apresentam características diferenciadas, pois priorizam a apresentação de processos que criam formas e o próprio modelado, possibilitando a observação na carta de objetos em até tamanho decamétrico.

Rodrigues (1997, 1999, 2000 e 2005) apresenta uma cartografia geomorfológica que não mais se baseia exclusivamente em elementos apresentados pela natureza, mas defende um tratamento de pesquisa geomorfológica sedimentado também nas interferências antrópicas. Essa abordagem diferencia-se das outras por considerar a ação humana uma ação geomorfológica (Geomorfologia Antropogênica).

Argento (2001) atribui à geomorfologia uma capacidade multidisciplinar, o que faz dela arcabouço importante em projetos de cunho de gerenciamento ambiental, mediante cruzamento com outros mapeamentos temáticos, bem como a partir da integração de suas concepções para tomadas de decisões mais interdisciplinares. Por serem de detalhe, os materiais aqui apresentados,

espera-se que possam servir de base para consulta sobre a área e suas características quanto aos aspectos geomorfológicos.

A definição da escala também se torna relevante, em função de definir o mais precisamente possível o nível taxonômico, para que as informações do mapeamento sejam condizentes aos aspectos geomorfológicos da escala escolhida. Dessa forma, não é o principal objetivo deste trabalho detalhar domínios morfoestruturais, como direções estruturais, alinhamentos do relevo no controle de drenagens, por exemplo. Embora estas informações sirvam de base para a caracterização de macroescala do relevo que abarca a Bacia do Ribeirão Balainho, a caracterização ficará a cargo de unidades que compõem a mesoescala.

A Cartografia Geomorfológica detalhada proporciona o levantamento preciso dos dados de observação que se referem ao relevo e do modelado da região e que são importantes para sua explicação. Os mapas e cartas provenientes do mapeamento geomorfológico constituem documento que podem auxiliar paralelamente a outros dados físicos uma abordagem mais interdisciplinar. Os dados, quando postados corretamente, precisos e definidos conforme pesquisa proposta tornam a representação gráfica de fácil entendimento e clareza. Assim, uma boa descrição apresenta, por exemplo, dados morfográficos que fazem referência às formas do relevo.

As formas de dissecção também são relevantes em um mapeamento de detalhe, visto que formas que podem em uma escala parecer coincidentes em um mapeamento de detalhe apresentam características morfográficas diferentes, denotando processos distintos de formação, além de constituírem unidades singulares; por sua vez, as áreas de acumulação também se apresentarão de uma maneira coincidente com o processo atuante, conferindo ao relevo um caráter morfoclimático próprio. Os dados morfométricos representam outro corpo de dados que conferem à análise elementos importantes na representação, pois dão a dimensão métrica e a variação de valores verticais e horizontais da área estudada.

Os dados estruturais, embora não sejam o foco deste trabalho, nos mapeamentos geomorfológicos são necessários, porque apresentam a relação

do relevo com o quadro rochoso, possibilitando depreender os dados geológicos necessários que definem resistência à erosão.

Por conseguinte, os dados morfogenéticos complementam os estudos, não só este, pois apresentam as condições que foram necessárias para a elaboração do relevo e que podemos observar em campo através do mapeamento. Assim o mapeamento geomorfológico possibilita as expressões que se sucedem no tempo sobre as formas do relevo, nos oferece uma expressão gráfica dessas mudanças em termos cronológicos, bem como modificações pontuais de um instante atual.

Verstappen e Zuidam (1975, p.16) salientam que o mapeamento geomorfológico é uma ferramenta de enorme valor para a caracterização dos recursos naturais. Os mapeamentos podem ser de três tipos:

- Mapas Preliminares: confeccionados antes do trabalho de campo e elaborados através da fotointerpretação.
- Mapas com fins gerais: originados da investigação geomorfológica pura proveniente do trabalho de um geomorfólogo competente.
- Mapas com fins especiais: provenientes das investigações geomorfológicas aplicadas podem ser mapas de morfo-conservação e mapas hidro-morfológicos.

Quanto à escala, os autores apresentam duas grandes divisões, *Mapas de Escalas Grandes e Médias* que são de duas classes distintas:

- Mapas detalhados: verificados no terreno com menor generalização.
- Mapas semidetalhados: em grande parte verificados nos terrenos e com maior generalização.

Mapas de Pequena Escala, também divididos em duas classes:

- Mapas com um padrão de Qualidade: de escala pequena, reduzidos e generalizados, a partir dos levantamentos semidetalhados.
- Mapas de Reconhecimento: verificados apenas em áreas-chave, com extrapolações e generalizações extensivas.

Tricart (1965, p.185) aponta que a carta geomorfológica detalhada deve fornecer descrição racional de todos os elementos do relevo estudado, abordando toda a área de pesquisa, além da superposição de formas. Cartas de detalhes apresentam fatos morfoestruturais e o entendimento da dinâmica climática local nos indica a gênese das formas esculturais. O mesmo autor considera que as cartas geomorfológicas de detalhe devem comportar quatro tipos de informação:

- *Morfometria*

Atributos do relevo passíveis de mensuração, os quais possibilitam a compreensão da morfologia do sistema, os elementos representativos podem ser as curvas de nível, drenagem, declive das vertentes etc.

- *Morfografia*

É identificada pelos símbolos que localizam e espacializam as formas de relevo, devem repassar a ideia dos processos que deram origem às formas.

- *Morfogênese*

Os símbolos compreendem origem e gênese das formas.

- *Cronologia*

Os símbolos denotam o momento histórico da morfogênese da área e região nas quais as formas se desenvolveram.

Para Tricart (1965), a gênese das formas superficiais está imbricada à resistência das mesmas e à atuação dos processos e características do embasamento litológico, tendo no mapeamento geomorfológico uma maneira de identificar tais premissas.

Verstappen e Zuidam (1975) avaliam que tal mapeamento colabora para um documento cartográfico consistente e sistemático do relevo, além dos fatos associados, enfatizando a identificação das formas da área de estudo.

No mapeamento realizado, a morfometria não seguiu as técnicas citadas pelos autores acima, pois foi realizada seguindo outros autores.

Dessa forma, acreditamos que estes referenciais nos possibilitam a confecção de um trabalho condizente e de referência científica, porque tais pressupostos possibilitam a construção de projetos e trabalhos de cunho

geomorfológico, além de propiciarem sustentáculo teórico, pois há muito tempo são consenso entre a comunidade científica geográfica.

2.3 Cartas Morfométricas

A representação cartográfica apresenta-se como um dos instrumentos fundamentais na organização das atividades do homem sobre a superfície terrestre. Christofolletti (1995, pg. 415) afirmou que o modelado terrestre é parte do sistema ambiental-físico e território das atividades humanas em suas organizações espaciais.

Cunha, Mendes e Sanches (2003, pg. 416) apontam que a avaliação das formas de relevo para a ocupação reflete-se na legislação e que muitas regulamentações sobre o uso do território baseiam-se não apenas nas formas do relevo, mas, sobretudo, em seus atributos, como distância mínima dos leitos fluviais e nascentes, declives e outros aspectos.

Nesse sentido, as cartas morfométricas podem constituir um documento cartográfico e de análise poderoso, no que tange à tomada de decisão. Por serem de fácil entendimento para o público em geral e de fácil aplicação e confecção, possibilitam quantificar de maneira simplificada e eficaz as formas de relevo através de sua geometria, auxiliando no entendimento da estrutura morfológica e do sistema relevo.

A utilização de cartas coropléticas, nas quais a variação da intensidade de cores sinaliza a intensidade dos fenômenos mapeados, possibilita não só mensurar as formas geométricas, mas também entender os processos envolvidos na cartografia dos atributos do relevo. (CUNHA, MENDES E SANCHES, pág. 416).

Assim, as técnicas aqui apresentadas para confecção das cartas morfométricas procuram enfatizar essa leitura sobre o relevo, a fim de apresentar os atributos e processos intrínsecos à Bacia do Ribeirão Balainho, no que diz respeito à confecção das cartas de Dissecção Horizontal, Dissecção Vertical e Energia do Relevo. Para tal, procuramos utilizar os

preceitos de Spiridonov (1981) para as duas primeiras e de Mendes (1993) para a elaboração da segunda.

2.3.1 Carta de Declividade ou Clinográfica

O mapa de declividade tem o objetivo de demonstrar as inclinações de uma área em relação a um eixo horizontal. Serve como fonte de informações das formas do relevo, das aptidões agrícolas, riscos de erosão, restrições de uso e ocupação urbana, entre outros. Para a construção do mapa de declividade, foi preciso estabelecer as classes de declive predominantes na área de interesse. O procedimento de classificação da declividade assemelhou-se ao de hipsometria, pois ambos foram realizados na mesma janela de trabalho.

A carta de declividade ou clinográfica foi elaborada a partir da imagem SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) da NASA, resolução de 90 metros, com as curvas de nível com escala compatível para 1: 25.000, necessárias para gerar o Modelo Digital de Elevação (MDE), utilizado para a elaboração da Carta Hipsométrica. Posteriormente, foi elaborada a classificação automática das classes sobre o arquivo MDE gerado anteriormente, delimitando sete classes de declives em porcentagem como visto a seguir:

- 0 – 1%;
- 1 – 2,15%;
- 2,15 – 4,64%;
- 4,64% – 10%;
- 10% – 21,50%;
- 21.50% – 45%
- > 45%

2.3.2 Carta de Dissecação Horizontal

Antes de iniciar os procedimentos de elaboração da carta de Dissecação Horizontal, delimitou-se cada sub-bacia para facilitar posteriormente a

constituição das classes. Identificou-se o ponto de confluência ou área de deságue de determinado canal com seu rio principal, conectando a outra extremidade ao limite da bacia maior; portanto, a demarcação primeiramente deu-se das bacias maiores para as menores, procedimento que evitou erros posteriores.

O uso de *software* (AutoCad Map 2004) contribuiu para o enriquecimento da drenagem, a delimitação das sub-bacias, bem como a geração do *buffer* e finalização dos polígonos das cartas morfométricas. Após isso, a produção de *layout* de impressão, bem como os detalhes finais foram elaborados no programa Arc Gis 10.

Seguindo as recomendações de Spiridonov (1981), levou-se em conta que o documento cartográfico e o relevo representado pela carta topográfica devem ser compreendidos como triângulo retângulo, tomando-se a linha de cumeada como o setor de dispersão d'água, a fim de identificar a distância entre a linha e o talvegue fluvial, como ilustra a figura 3 subsequente:

Figura 3. Etapas de elaboração da Carta de Dissecação Horizontal. Fonte: Cunha, Mendes e Sanchez, pg. 421.

A criação das classes de Dissecação Horizontal seguiu recomendação de Spiridonov (1981), bem como as características morfoestruturais e as morfoesculturais, nas quais, primeiramente identificam-se a máxima e a mínima distância entre o talvegue fluvial e a linha de cumeada, com o intuito de encontrar o universo de variação das classes criadas. Para cada classe, foi

estipulado ainda o dobro do limite da anterior a partir de um mínimo mapeável no valor de 1 mm, que no caso deste trabalho representa 20m (figura 4), seguindo até o valor máximo representativo para esta área de estudo que corresponde a 160m. Assim as classes estabelecidas para a Bacia do Ribeirão Balainho foram (tabela 2):

Figura 4. Etapas de Elaboração das Classes de Dissecação Horizontal. Fonte: Silva (2005) – Desenho: Flores (2007).

Tabela 2. Classes de Dissecação Horizontal e as Cores Representativas. Org. Flores (2008).

Classes de Dissecação Horizontal	Distância na carta	Cores Representativas
< 20m	< 1mm	Marrom
20 ┤ 40 m	1 ┤ 2 mm	vermelho
40 ┤ 80 m	2 ┤ 4 mm	laranja
80 ┤ 160 m	4 ┤ 8 mm	amarelo
≥ 160 m	≥ 8 mm	verde

2.3.3 Carta de Dissecação Vertical

Cunha, Mendes e Sanchez (2003) declaram que a carta de Dissecação Vertical objetiva quantificar, em cada sub-bacia, a altitude relativa entre a linha de cumeada e o talvegue, o que possibilita identificar o grau de entalhamento elaborado pelo curso d'água, além de apresentar distintos estágios desse entalhamento, conforme esquema da figura 5. Enfatiza-se que isso auxilia na avaliação da velocidade do escoamento superficial, uma vez que há uma diferença na altimetria dos terrenos em relação ao nível de base local.

Figura 5. Ilustração das etapas e elaboração da Carta de Dissecação Vertical modo digital. Fonte: Silva (2005) Desenho: Flores (2008).

Por meio da técnica proposta por Spiridonov (1981), a carta de Dissecação Vertical tem como primeira etapa a delimitação de cada sub-bacia da área; logo após isso, identificam-se os pontos onde ocorrem intersecções entre os talvegues e as curvas de nível; a partir disso, unem-se

as linhas de cumeada a esses pontos, a fim de encontrar a linha de maior caída do relevo, ou seja, a menor distância entre o talvegue e a linha de cumeada.

Desse modo, os terrenos são classificados de acordo com a equidistância entre as curvas de nível em relação ao nível de base local. No caso da Bacia do Ribeirão Balainho, essa equidistância é de 20m para as cartas morfométricas; sendo assim, as classes se dispõem da seguinte maneira (tabela 3):

Tabela 3. Classes de Dissecação Vertical e as cores representativas.

Classes de Dissecação Vertical	Cores Representativas
< 20 m	verde
20 ┤ 40 m	amarelo
40 ┤ 60 m	laranja
60 ┤ 80 m	vermelho
≥80 m	marrom

Tais valores representam altitudes relativas em relação ao talvegue. Para o preenchimento das classes deve-se começar da área que se localiza entre a primeira curva de nível e o talvegue, seguindo assim sucessivamente. Isso é necessário para que não ocorram problemas na interpretação das classes e posteriormente erros em sua classificação.

Com a carta de Dissecação Horizontal, optou-se por utilizar nesta a técnica "semiautomática" da cartografia digital desenvolvida por Zacharias (2001), seguindo-se algumas adaptações propostas por Silva (2006).

2.3.4 Carta de Energia do Relevo

Segundo Mendes (1993), a carta de Energia do relevo é elaborada através da integração dos dados obtidos nas cartas de Declividade, Dissecação Horizontal e Vertical. Para a construção da carta de energia, os dados das cartas de dissecação horizontal vertical e de declividade são *qualitativamente analisados*. Os dados geométricos do relevo das outras três cartas são reunidos de acordo com as características da área, sendo hierarquizados em classes que vão de muito forte até muito fraco.

As cores representativas de cada classe estabelecida devem ser as mesmas utilizadas na elaboração das cartas de Declividade, Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical. Dessa forma, utilizam-se as cores da rosa cromática para a representação da intensidade do fenômeno. Nesta pesquisa, as cores mais escuras representam as intensidades mais acentuadas de energia do relevo e as mais claras, áreas de pouca energia. Cada classe foi estabelecida a partir de combinações entre os parâmetros de Declividade, de Dissecação Horizontal e de Dissecação Vertical, levando-se em conta as características morfológicas da área de estudo, como também a expressão areal de cada classe.

Como exemplo, (Tabela 4) tem-se a ocorrência da classe muito forte da energia do relevo quando a declividade é superior a 30%, combinada com qualquer outra classe dos outros parâmetros; o mesmo acontece caso haja na área Dissecação Horizontal < 20m combinada com qualquer outro parâmetro. Esses quesitos da Declividade e da Dissecação Horizontal foram definidores da energia do relevo devido às características morfológicas da bacia. A parte prática na elaboração desta carta seguiu as orientações de Mathias (2007).

A técnica utilizada para processar as informações e elaborar a carta de energia consistiu na sobreposição das cartas em meio digital. Sobre a técnica apresentada por Mathias (2007) para a confecção da carta de energia do relevo, pode-se afirmar que, assim como a técnica apresentada por Zacharias (2001) para a elaboração das cartas de dissecação horizontal e vertical, de

forma semiautomática, também foi possível elaborar a carta de energia do relevo da mesma maneira, já que permite ao usuário o acompanhamento de todas as etapas desenvolvidas pelo *software*. A elaboração da referida carta só será possível se o usuário já tiver ao seu dispor as cartas de Dissecção Horizontal, Vertical e Declividade em formato digital.

Tabela 4. Classes de Energia do Relevo e as cores representativas.Org. Flores (2008).

Classes de Energia do Relevo	Declividade (%)	Dissecção Horizontal (m)	Dissecção Vertical (m)
Muito Forte / Marrom	> 30 %	≤ 20 20 ┤ 160 m > 160 m	≤ 20 m 20 ┤ 80 m > 80 m
	≤ 3% 3 ┤ 30 %	< 20 m	≤ 20 m 20 ┤ 80 m > 80 m
Forte / Vermelho	20 ┤ 30 %	20 ┤ 160 m > 160 m	≤ 20 m 20 ┤ 80 m > 80 m
	≤ 3% 3 ┤ 30 %	20 ┤ 40 m	≤ 20 m 20 ┤ 80 m > 80 m
	20 ┤ 30 %	40 ┤ 160 m > 160 m	> 80 m
	12 ┤ 20 %	40 ┤ 160 m > 160 m	≤ 20 m 20 ┤ 80 m

Média / Laranja	$\leq 3 \%$	40 – 80 m	≤ 20 m
	3 – 12 %		20 – 80 m
Fracá / Amarela	$\leq 3 \%$	80 – 160 m	60 – 80 m
	3 – 12 %	>160 m	
Fracá / Amarela	3 – 12 %	80 – 160 m	≤ 20 m
		> 160 m	20 – 60 m
	$\leq 3 \%$	80 – 160 m	≤ 20 m
Muito Fraca			20 – 60 m
	$\leq 3 \%$	80 – 160 m	40 – 60 m
		> 160 m	
Muito Fraca	$\leq 3 \%$	80 – 160 m	≤ 20 m
		> 160 m	20 – 60 m
	$\leq 3 \%$		< 20 m
		> 160 m	20 – 40 m

2.4 Carta Morfográfica ou Geomorfológica

A Carta Morfográfica ou Geomorfológica foi elaborada a partir da fotointerpretação de fotografias aéreas na escala de 1: 25.000 do acervo disponibilizado no laboratório de sensoriamento remoto e aerofotogeografia (LASERE) do Departamento de Geografia da USP, referente ao voo da empresa BASE Aerofotogrametria e Projetos S/A, no ano de 1994. As fotografias utilizadas estão compreendidas entre a faixa 19 dos números 18 a 22 e faixa 20 dos números 21 a 27, voo número 550, do trecho correspondente à Bacia do Ribeirão Balainho no município de Suzano – SP.

A simbologia adotada seguiu os preceitos defendidos tanto por Tricart (1965), quanto por Verstappen e Zuidam (1975), os quais possibilitaram

representar as formas presentes na área da Bacia do Ribeirão Balainho, bem como adaptações em função da bacia e do *software* utilizado.

A morfogênese levou em conta a interpretação das formas identificadas pela morfografia e dados levantados em consulta à bibliografia específica.

Essas orientações quanto à identificação e simbologia dos elementos do relevo e dos processos atuantes permitiram acompanhar a evolução das formas, utilizando as cores e símbolos específicos para a representação da origem e sucessão cronológica (figura 11).

No mapeamento geomorfológico, foram classificados e adequados os seguintes grupos de formas e simbologias para a área em questão:

➤ Formas de Vertentes e Interflúvios.

Vertentes:

- ✓ Côncava
- ✓ Convexa
- ✓ Retilínea
- ✓ Irregular

Formas Localizadas:

- ✓ Patamares Escalonados
- ✓ Topos Arredondados;
- ✓ Colo Topográfico;
- ✓ Linha de Cumeada Suave;

➤ Ação das Águas Correntes.

- ✓ Nascentes;
- ✓ Fundo de Vale em V;
- ✓ Fundo de Vale em Berço;
- ✓ Fundo de Vale Dissimétrico;
- ✓ Fundo de Vale Plano.

Modelado de Entalhe:

- ✓ Ruptura Topográfica Suave;
- ✓ Cicatrizes e Escorregamentos.

Formas de Acumulação:

- ✓ Terraços de Erosão;
- ✓ Depósitos Lacustres;

- ✓ Área de Acumulação de Planície e Terraço Fluvial.
- Modelado Antrópico.
 - ✓ Terraço Agrícola;
 - ✓ Corte Aterro;
 - ✓ Adutora;
 - ✓ Linha de Transmissão.
- Litologia e Cronologia.
 - ✓ Pré-Cambriano / Rochas ígneas e metamórficas (Planalto Cristalino / 545 – 250 milhões de anos).
 - ✓ Superfícies Cenozoicas ou Neogênicas / Depósitos Sedimentares (Formação São Paulo / 65 milhões de anos – período atual).

3 RESULTADOS

Regionalmente, os eventos que apresentaram uma importância considerável para a delimitação dos aspectos morfoestruturais e morfotectônicos da área de estudo datam do Proterozoico Superior, mais precisamente no ciclo Brasileiro (750 – 450 ma) quando a região sul-sudeste do Brasil foi palco de uma grande atividade tectônica, formando sequências de faixas dobradas e metamorfizadas que sofreram retrabalhamento mais tarde. Ao fim desse ciclo de dobramentos, houve a formação de grandes falhamentos transcorrentes conjuntamente à intrusão de corpos de origem migmatítica. (IPT, 1981).

Nessa época, formaram-se pequenas depressões, em parte controladas pelas falhas e preenchidas por sedimentos das rochas recém-metamorfizadas. Entretanto, foi na reativação Wealdeniana (ALMEIDA, 1967) que ocorreu o processo tectônico mais importante, pois antigas estruturas formadas foram reativadas, onde processos magmáticos produziram grandes derrames de lava vulcânica.

A reativação iniciou-se no fim do Jurássico (145 ma) e durou até o Eoceno (34 ma), a movimentação vertical epirogênica e os abatimentos de blocos de falha ocorreram nas proximidades de São Paulo até o Cenozoico,

dando origem às depressões tafrogênicas, o que inclui a Bacia de São Paulo, além de elevados como a Serra do Mar e Mantiqueira (IPT, 1981).

A Bacia de São Paulo enquadra-se no que muitos especialistas denominam de *bacias marginais*; são feições existentes ao longo da costa brasileira, delineadas por falhas normais que ocorreram ao fim do Cretáceo e que foram sendo preenchidas com depósitos quaternários (1,8-0 Ma) das épocas pleistocênica (1,8-0,1 Ma) e holocênica (0,1-0). O período quaternário é marcado bioestratigraficamente pela presença de elementos faunísticos e florísticos predominantemente viventes, além de ser considerado como idade das glaciações e do homem.

Basicamente a porção oriental do Estado é formada por rochas diversas, denominadas de complexo cristalino, por abrigar rochas essencialmente magmáticas e metamórficas (figura 6) e por estarem sob camadas de rochas sedimentares, formando assim o embasamento da plataforma nessa região. Segundo IPT (pág. 4, 1981), o complexo cristalino possui cinco domínios tectônicos, sendo eles: *Maciço de Joinville*, *Faixa de Dobramentos Apiaí*, *Faixa de Dobramentos São Roque*, *Maciço de Guaxupé* e *Dobramentos Uruaçu*.

Fig.01- COMPARTIMENTAÇÃO GEOTECTÔNICA DO PRÉ-CAMBRIANO NO ESTADO DE SÃO PAULO
(Segundo HASUI & FONSECA - IN: SCHOBENHAUS FILHO, 1981 - adaptado de HASUI et alii, 1978)

Figura 6.Compartimentação Geotectônica do Estado de São Paulo, setor Leste e área de localização da bacia do Ribeirão Balainho. Fonte: IPT 1981.

De acordo com os registros geológicos do IPT (1981), foi a partir do Devoniano (400 milhões de anos) que o embasamento passou a receber extensas camadas de sedimentos, preenchendo as grandes bacias. Os processos tectônicos do Jurássico (200 milhões de anos) provocaram um aporte de sedimentação, tanto para a Bacia do Paraná quanto para a região do cristalino, formando depósitos sedimentares em áreas mais restritas.

Fazendo um recorte regional da área de estudo, basicamente as estruturas rochosas existentes estão subdivididas em: rochas granitizadas, granitos, gnaisses, xistos, micaxistos, migmatitos, entre outras, formadas antes do devoniano que tem seu feixe no Proterozoico superior. Em relação à Bacia do Ribeirão Balainho, tais ocorrências podem ser encontradas à montante, na área de reverso da escarpa da Serra do Mar.

As coberturas sedimentares cenozoicas (65 milhões de anos) são mais visualizadas nas áreas de inundação fluvial em direção à jusante do Ribeirão Balainho, em áreas de depósitos flúvio-lacustres.

A unidade geotectônica que comporta o Planalto Atlântico (Cinturão Ribeira e Paraíba do Sul, segundo IPT, 1981) apresenta um conjunto de falhas (transcorrentes) de estrutura complexa e que de fato delimitam as diversas direções fluviais existentes. Contudo, cabe delimitar aqui apenas uma simples apresentação dos principais delineamentos estruturais geológicos e tectônicos para um entendimento maior da compartimentação geotectônica regional (figura 7).

Figura 7. Principais feições tectônicas do Estado de São Paulo e área de ocorrência da bacia do Ribeirão Balainho. Fonte: IPT (1981).

Pelo mapeamento realizado pelo IPT (1981), existem dois grandes falhamentos que perfazem a região ou delimitam lineamentos mais localizados próximos à Bacia do Ribeirão Balainho, são eles: a *Falha de Cubatão* e o *Falhamento de Taxaquara* que atravessa a Bacia de São Paulo, no sentido NE-SW do Planalto Atlântico. Esses falhamentos possuem faixas cataclásticas, de 1500m ou mais, com material cristalino recristalizado com lineações de atrito de baixo mergulho. O sentido desses lineamentos, segundo o IPT (1981), é de difícil precisão devido às divergências entre as bibliografias (figuras 8 e 9).

Figura 8. Principais Falhamentos Transcorrentes do Escudo Atlântico e área de localização da bacia do Ribeirão Balainho. Fonte: IPT (1981).

Figura 9. Grandes Falhamentos da Porção Atlântica do Estado de São Paulo e área que está inserida a bacia do Ribeirão Blainho. Fonte: IPT (1983).

3.1 Coberturas Cenozoicas

As coberturas cenozoicas, atualmente reconhecidas e que recobrem áreas do Planalto Atlântico, têm seu início deposicional no tempo coincidente com a diminuição dos efeitos da reativação da Plataforma Sul-Americana. (ALMEIDA, 1967) Na área do embasamento cristalino, ocorreu um arqueamento no lado sudeste, solapando a depressão correspondente à Bacia de Santos, com atividade tectônica mais intensa durante o Paleoceno (65 milhões de anos, ALMEIDA, 1976). A partir do Eoceno, a referida região entrou em uma fase erosiva, resultando na conhecida superfície de Japi, que suporta as cimeiras do Planalto Atlântico, sendo estas desniveladas durante o Oligoceno (ALMEIDA, 1964; 1976; IPT, 1979). A fragmentação da superfície do Japi é concomitante ao início dos falhamentos que originaram as bacias continentais do sudeste brasileiro. A subsidência dos grabens que contém as bacias de São Paulo e Taubaté seguiu-se de NE para SW, conforme as áreas deprimidas da Bacia de Taubaté durante o intervalo Oligoceno-Plioceno (figura 10) entre 34 milhões de anos e 20 milhões de anos (IPT, 1981).

Figura 10. Evolução da Superfície do Japi. Fonte: IPT (1983).

3.2 Formação dos Compartimentos

A partir do Paleoceno, a área do cristalino ficou sob o efeito da epirogênese positiva, que se refletiu nas sequências sedimentares da Bacia do Paraná (IPT, 1980), gerando por erosão diferencial a Depressão Periférica, as Cuestas Basálticas e o Planalto Ocidental (ALMEIDA, 1964; IPT, 1979), denominado por Ab'Saber (1969) como um caso clássico de evolução morfológica de um conjunto de maciço antigo e sequências sedimentares.

O soerguimento epirogênico pós-cretáceo (AB'SABER, 1965) favoreceu a remoção do material detrítico produzido pela rede fluvial que se estabeleceu ao longo do Cenozoico. Ab' Saber (1969) classificou as áreas que comportam boa parcela das coberturas cenozoicas como superfícies neogênicas, também assim denominadas por Emmanuel De Martonne (1940). Essas áreas, oriundas de longas ações erosivas e de aplainamento do fim do Terciário, deram início à formação fisiográfica quaternária do Estado de São Paulo. Localizadas em compartimentos intermontanos e interplanálticos do Estado, essas superfícies surgiram de processos de pediplanação que se alternaram com épocas de mamelonização de vertentes, principalmente em regiões do cristalino.

No Planalto Atlântico, essas superfícies neogênicas estão postas entre 300 e 500 metros abaixo do nível das superfícies das cristas médias que oscilam entre 1100-1300 metros, formando largos patamares intermediários e rebaixados como podem ser bem visualizados em uma área mais individualizada da Bacia do Ribeirão Balainho, na carta hipsométrica elaborada. (Carta Hipsométrica).

Conforme Ab' Saber (1969), a área de estudo, além de se situar em região do cristalino (reversos da escarpa do Mar), tem seus patamares rebaixados no que ficou convencionado pelo autor de "*Bordas aplainadas da Bacia de São Paulo e trechos limitados da Bacia de Taubaté*". Na verdade representa penetrações descontínuas das aplainações neogênicas nas áreas de morros e serras do Planalto Atlântico, sendo essa área uma dos três núcleos de pediplanação interplanáltica do Estado de São Paulo, destacado pelo autor (*op. Cit.*). Na área da Bacia do Ribeirão Balainho e adjacências,

essas superfícies apresentam-se bem preservadas com variação altimétrica na casa dos 700 a 800 metros.

Os depósitos que mais se destacam no Planalto Atlântico compõem as Bacias de São Paulo e Taubaté, originadas pelo incidente tectônico que formou o Graben de Taubaté. A Bacia de Taubaté localiza-se na parte mais central da feição tectônica e obtém maior profundidade, já a Bacia de São Paulo apresenta um leque acentuado de falhas (IPT, 1981).

Mapa 3. Mapa Hipsométrico da Bacia do Ribeirão Balainho.

A Formação São Paulo, conjunto de depósitos do cenozoico (Holoceno) tem maior destaque na bacia de mesmo nome, onde se localiza a cidade de São Paulo; entretanto, ocorrem manchas irregulares com ramificações tanto para oeste como para leste, acompanhando o vale do Rio Tietê.

Pelo mapeamento realizado e pelas visitas a campo, foi possível visualizar formações e ocorrências dessa formação, principalmente na área de baixa bacia do Ribeirão Balainho. Segundo IPT (1981) e outros autores que estudaram a região, a Formação São Paulo é composta por argilas, siltes e areias argilosas finas; o ambiente de deposição é de caráter essencialmente fluvial, os depósitos aluvionares pré-atuais (IPT, 1981) são encontrados ao longo das principais drenagens do Planalto Atlântico. Acredita-se que em grande parte, tais ocorrências sejam quaternárias, das quais haja correspondência com os períodos de alargamento dos vales, originados pela remoção de detritos, além da formação de terraços e pedimentos. As áreas de planície de inundação que conhecemos atualmente na Bacia de São Paulo e áreas adjacentes, o que inclui a represa de Taiaçupeba e foz do Ribeirão Balainho, formaram-se no Holoceno, principalmente ao longo dos maiores cursos d' água, sendo mais extensas nas áreas das Bacias de Taubaté e São Paulo.

Quanto à morfoestrutura e o clima atuante sobre a região, a área em questão encontra-se sobre o que ficou conhecido nos estudos geológicos e geomorfológicos como áreas de maciços antigos, de topografia compartimentada bem delimitada, compostas de rochas cristalinas da porção sul-oriental do escudo brasileiro (AB' SABER, pág. 39, 1969), dotado de compartimentos topográficos diversificados, devido a uma ação intensa do clima e modificações morfogênicas variadas.

Foi a partir do Terciário, que as macro-compartimentações (as de maior representatividade, relevo de cuestas desdobradas, depressões periféricas, monoclinais pediplanadas e as áreas cristalinas da porção leste) existentes no Estado de São Paulo se formaram, em função da ação de sucessivos eventos tectônicos e de atuação climática variada sobre suas estruturas.

Tratando-se da porção leste, área de ocorrência dos grupos de rochas que compõem o Planalto do Atlântico, a compartimentação formou-se devido à

movimentação epirogênica pós-cretácea sobre as antigas dobras retrabalhadas ao final do Terciário, bem como da ação de dissecação dos rios em falhas já existentes ou que vieram a existir, com uma atuação marcante de processos morfoclimáticos. (AB' SABER, pág. 42, 1969)

A denudação terciária atuou com grande intensidade sobre o Estado de São Paulo, possibilitando a formação de grandes compartimentos topográficos que até hoje se destacam e que ainda resistiram, de certa forma, à ação e variação climática do período quaternário. Os maciços antigos (pré-cambrianos) retrabalhados pela tectônica compõem hoje os blocos falhados do Planalto Atlântico, compartimentados como montanhas de blocos falhados e de maciços antigos estruturados por rochas gnaíssicas, xistos, intrusões graníticas, rochas alcalinas e diabásios, que formam o que Ab' Saber (1969) denominou de faixa de articulação topográfica entre a abóbada fragmentada do núcleo sul-oriental do escudo brasileiro e a abóbada semiesvaziada do núcleo de Curitiba.

Na porção onde se encontra a Bacia do Ribeirão Balainho, a estrutura morfoestrutural base é a faixa de estrutura pré-cambriana retrabalhada e falhada com aspecto de dorsal (TRICART, 1958) ou como denominou Ab' Saber (1969), velhas estruturas dobradas e granitizadas de uma geossinclinal, com longas faixas de aplainamentos em direção ao eixo da calha do Rio Tietê, onde há ocorrências de rochas do cenozoico (terciário e quaternário).

As nascentes do Ribeirão Balainho localizam-se no reverso das escarpas de falhas da Serra no Mar com ocorrências de rochas do Pré-Cambriano, mais precisamente gnaisses, gnaisses miloníticos, granitos e supostos contatos com as formações de meta-arenitos (arcósios e grauvacas) com baixo grau metamórfico. Essa região é uma das caracterizadas como feições macro-tectônicas e topográficas citadas por Ab' Saber (1969).

As estruturas que formam essa porção sul oriental do embasamento cristalino obtêm uma orientação nordeste-sudoeste que, segundo Ab' Saber (pág. 41, 1969), são formadas de anticlinais e sinclinais NE-SW, que foram sujeitas a estreitamentos e alargamentos, com maior complexidade estrutural nas áreas de ocorrência de intrusões de granitos ou de granitização mais intensa. O mesmo autor (AB' SABER, 1969) completa ainda que na referida

região há ocorrências de anticlinais com mergulhos acentuados e sinclinais estranguladas instaladas dentro do domínio dos mares de morros, área esta de extensa e profunda decomposição das rochas cristalinas.

Em termos topográficos, essa porção leste do Estado de São Paulo comporta regiões de serras, com grandes extensões de morros arredondados, com alinhamentos de cristas e grandes escarpas de falhas (grabens e horsts), incluindo na compartimentação desta paisagem regional bacias tectônicas preenchidas de argilas, siltes, areias, cascalhos, dispostas sobre formas de colinas intermontanas, como é o caso das Bacias de São Paulo e Taubaté.

Essa região compartimentada perfaz uma das quatro províncias fisiográficas conhecidas do Estado de São Paulo: o Planalto Atlântico, área foco, que possui tectônica falhada e fraturada, de compartimentação variada com a atuação de processos denudacionais muitas vezes modificados devido à ação tectônica, além da presença de bacias de planalto preenchidas essencialmente por sedimentação detrítica (tabela 5).

Tabela 5. Divisão dos Compartimentos do Estado de São Paulo. Fonte: Ab' Saber (pg. 45, 1969) Org. Flores, 2012.

<u>Grandes Unidades</u> <u>Geomorfológicas</u>	<u>Compartimentos</u> <u>Neogênicos</u>	<u>Compartimentos</u> <u>Quaternários</u>
Planalto Atlântico (Alta e média Bacia do Ribeirão Balainho)	Bacia de Taubaté Bacia de São Paulo	Bacia de Jundiá Bacia de Gato Preto Bacia de Atibaia Bacia do Alto Jaguarí. (Baixa bacia do Ribeirão Balainho) Pequenas bacias detríticas do Alto Paraíba

Planaltos da Bacia do Alto Paraná	Depressão Periférica Paulista Faixa de Chapadões Rebaixados do Extremo Oeste Paulista Depressões Monoclinais entre as grandes escarpas de Cuestas arenítico- basálticos	Bacia de Rio Claro e Congêneres Superfícies intermediárias de disposição alveolar
Terras Baixas Litorâneas	Bacia do Baixo Ribeirão	

Convém apresentar também a classificação e a caracterização física da região, segundo os aspectos de Ross e Moroz (1997), com enfoque na morfologia, bem como outros aspectos físicos da estrutura geológico-geomorfológica da região como um todo, a fim de facilitar o entendimento da compartimentação em que está inserida a área de estudo.

Um grande trecho territorial da Bacia do Rio Balainho está inserido em uma grande estrutura antiga, denominada *Unidade Morfoestrutural do Planalto Atlântico*, um cinturão com gênese atrelada a diversos ciclos de dobramentos e metamorfismos regionais, com ocorrência de inúmeros falhamentos e intrusões como afirmam Ross e Moroz (1997, p. 31).

Para Ross e Moroz (1997, p. 31), os períodos de orogênese do Pré-Cambriano tiveram como sucessão ciclos erosivos e epirogênese Pós-Cretácea que seguiram até o terciário, promovendo soerguimentos da plataforma Sul americana, o que facilitou a reativação de falhamentos antigos, gerando escarpas abruptas como as da Mantiqueira e da serra do Mar, além do graben do Vale do Paraíba do Sul. As litologias apresentam caráter bem diferenciado, intercalando-se entre metamórficas associadas com intrusivas, resultando em formas convexas (topos) e uma rede de drenagem proeminente

que esculpe vales relativamente bem aprofundados, como indica o perfil abaixo (figura 11):

Figura 11. Perfil alta bacia do Ribeirão Balainho. Fonte Google Earth (2012), Org. Flores (2012).

Ab` Saber (2003, p. 16) caracteriza a região como os domínios dos “Mares de Morros Florestados”, uma longa faixa extensiva de terras “mamelonizadas” com superfícies aplainadas de cimeira, apresentando patamares de pedimentos e casuais terraços. O processo de mamelonização, segundo o referido autor, está fortemente vinculado à intensa decomposição das rochas cristalinas e à convexização das mesmas. Ao longo das planícies meândricas, há a presença de depósitos mais finos e de solos sobrepostos com coberturas coluviais do tipo “Stone Lines”.

Ross e Moroz (1997, p. 31) detalham uma subunidade do Cinturão do Planalto Atlântico denominada pelos autores de “Unidade Planalto Paulistano /Alto Tietê”, segundo táxon na classificação de Ross (1994), com a presença de formas de relevo de morros médios e altos, com topos convexos, esculpidos no período Cenozoico pelas oscilações climáticas, com predominância de um período mais úmido.

A alta e a média Bacia do Ribeirão Balainho apresentam as rochas formadas no Pré-Cambriano, mas que foram esculpidas ao longo do tempo. Essa área encaixa-se no que Ross denominou de “*Superfícies de erosão ou*

Erosão Química dos Planaltos do Leste Paulista” (1998), nas quais os processos tectônicos pré e pós-cretáceo delimitaram a estrutura e formas de relevo da porção leste do estado, formando escarpas de serras (do Mar e Mantiqueira) e as depressões tectônicas, oriundas das atividades tectogênicas reativadas no Cenozoico.

Os diversos períodos de erosão e aplainamento dessa vasta região promoveram a formação de níveis morfológicos diferentes. A área do Alto Tietê ou Neogênica é fruto dos processos do Terciário Superior e Quaternário Inferior. Para a área que envolve a bacia do Ribeirão Balainho, pelo menos, um dos níveis morfológicos de Ross (1998) pode se visualizado, sendo representado pelos morros de topos convexos, vales estreitos e medianamente entalhados, com cotas oscilantes entre 750 – 800m, como indicado nos perfis abaixo (figuras 12 e 13) e mapa de compartimentação topográfica.

Figura 12. Perfil Média Bacia do Ribeirão Balainho. Fonte: Google Earth (2012). Org. Flores (2012).

Em tais terrenos, concentram-se as rochas metamórficas, como migmatitos, gnaisses, micaxistos, xistos e filitos. Nas áreas rebaixadas ou nos vales tectônicos, acontecem processos de deposição com ocorrência de

retrabalhamento erosivo e dissecação das colinas, patamares e depósitos em terraços e planícies fluviais mais recentes (Ross, 1998). Essa descrição é nítida na área da represa de Taiapuêba e nas desembocaduras dos rios e ribeirões que deságuam ali; a extensão desses depósitos segue em cotas de até 780m.

Figura 13. Perfil Média Bacia do Ribeirão Balainho. Fonte: Google Earth (2012).

Correlacionando as informações litológicas e estruturais com as macroformas regionais, observa-se o condicionamento das estruturas produzidas pelos falhamentos antigos reativados no Cenozoico que delimitam a direção das principais drenagens (direção NE-SW). As drenagens de segunda e as sucessivas instalaram-se aproveitando as linhas de fraqueza, facilitando a percolação da água, bem como o escoamento superficial, caso do Ribeirão Balainho que deságua na represa de Taiapuêba, antiga confluência com o rio Taiapuêba Açu, tributário do Rio Tietê, podendo ser visualizados melhor no mapa de compartimentação topográfica a seguir:

Mapa 4. Mapa de Compartimentação Topográfica da Bacia do Ribeirão Balainho.

Os ataques químicos e físicos das águas formaram uma ampla e densa rede de drenagem, produzindo fisiograficamente morros de topos arredondados, vertentes convexas e côncavas, com alguns trechos de rampas retilinizadas, além de vales estreitos entalhados. A rede de drenagem desenvolveu-se ao longo das falhas longitudinais e transversais, justamente nos contatos litológicos e/ou nos planos de xistosidade, comuns, entretanto, em média e alta bacia.

A amplitude altimétrica da região que comporta a bacia está associada às diferenças litológicas e de influência da tectônica Cenozoica. As áreas com menor amplitude altimétrica comportam as rochas com menor grau de metamorfismo, com maior amplitude e maior grau de metamorfismo.

Os depósitos Cenozoicos que se apresentam em baixa bacia, nos poucos alvéolos das planícies fluviais e/ou planícies de inundação, evidenciam a predominância de processos de desgaste das rochas à montante, o material varia entre depósitos arenosos, argilas e cascalhos.

A bacia do Ribeirão Balainho detém peculiaridades estruturais distintas. Em sua mesma área territorial, apresenta uma rede de falhamentos em sentido sudeste/noroeste que lhe atribuem uma ruptura bem nítida de diferenciação litológica e altimétrica visível, fruto da transição da unidade de planalto referida para uma formação litológica de caráter sedimentar mais recente em termos de tempo geológico.

Na baixa Bacia do Ribeirão Balainho, principalmente na margem direita, em direção à jusante, é possível identificar as morfologias desses depósitos, como depósitos sedimentares que datam do Terciário, com presença de argilas, areias e cascalhos da Formação São Paulo, a qual se distribui ao longo da Bacia do Rio Tietê e de seus tributários. O relevo mostra-se menos ondulado e com inclinações modestas, propício para os cultivos de hortaliças, comuns à região, como indica o perfil abaixo (figura 14):

Figura 14. Perfil Baixa Bacia do Ribeirão Balainho. Fonte: Google Earth (2012). Org. Flores (2012).

Em patamares mais elevados, dirigindo-se à montante da Bacia do Ribeirão Balainho, há diferenciação clara de litologias, a presença de micaxistos ou metarenitos de médio grau metamórfico, incluindo xistos miloníticos em zona de movimentação tectônica, características atribuídas à unidade anterior (Planalto Paulistano Alto/Tietê). Há ainda falhas que se alinham em concordância com os afloramentos de granitoides e diques de rochas básicas, onde se pode encontrar boa parte das áreas de minerações de granitoides do município (SÃO PAULO, 2006).

Em documento publicado pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2002), esta apresenta em sua carta de “Susceptibilidade à Erosão Linear”, a classificação da região das áreas cristalinas mais a leste, no reverso da Serra do Mar em direção à montante da bacia, como de “alta susceptibilidade” a erosão nos solos subsuperficiais e “baixa susceptibilidade” nas áreas de planícies fluviais (média bacia em sua margem direta e baixa bacia). Nas mesmas porções cristalinas, a carta de “Susceptibilidade a Movimentos de Massa”, que mede um conjunto de instabilidades gravitacionais nas encostas, indica também um fator desfavorável a atividades antrópicas, sejam elas de caráter agrícola ou de habitação, por se encontrar áreas de declives e amplitudes grandes entre topo e fundo de vale. A área da alta Bacia

do Ribeirão Balainho, por exemplo, em uma correlação com esse documento cartográfico, insere-se na classificação da carta em “alta susceptibilidade” com possibilidades de escorregamentos de solo e rocha, rolamento de matacões, instabilidade dos depósitos de tálus e corridas de massa. Este quadro agrava-se ainda mais com as ações antrópicas na área, visto que parte da média bacia, principalmente do lado esquerdo da margem do Ribeirão, também se enquadra nesta classificação, por se tratar de uma área declivosa e com propriedades susceptíveis a instabilidades gravitacionais.

O mesmo documento produzido pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2006), em sua carta de “Susceptibilidade ao Assoreamento”, aponta que as áreas que também se inserem na média bacia (margem direita) e principalmente baixo curso do Ribeirão Balainho constituem-se em setores de “Alta Susceptibilidade” para aporte de sedimentação devido à erosão nas cabeceiras e margens dos cursos de água, bem como em decorrência das barragens construídas em médio curso, práticas agrícolas inadequadas ao longo das sub-bacias e atividades antrópicas de outros gêneros.

Todos esses apontamentos de susceptibilidade à erosão ou ao escorregamento podem apresentar graus mais preocupantes devido à significativa quantidade de chuvas que precipitam na região, principalmente se ocorrer a supressão da cobertura vegetal ou atividade de exploração que possibilite tal fato.

O município de Suzano apresenta uma diferenciação litoestratigráfica (Mapa Geológico nº 5) considerável no sentido nordeste/sudeste, o que reflete consideravelmente nos grupos de rochas que perfazem a Bacia do Ribeirão Balainho também no mesmo sentido, fato também comprovado pela orientação da drenagem.

Mapa 5. Mapa Geológico da Bacia do Ribeirão Balainho.

3.3 Sistema de Aquíferos

A bacia do Alto Tietê Cabeceiras, por se encontrar assentada em rochas Pré-Cambrianas do embasamento cristalino, que sustentam o Planalto Atlântico, apresenta peculiaridades quanto ao armazenamento de água, segundo Hirata e Ferreira (2001). Os sistemas de aquíferos da região dividem-se em dois sistemas de aquíferos: o Sistema Aquífero Cristalino e o Sistema Aquífero Sedimentar; os autores sugerem ainda subdivisões dentro de cada subsistema tendo cinco unidades diferenciadas:

Sistema Aquífero Sedimentar:

- Aquífero São Paulo
- Aquífero Resende
- Aquífero Quaternário

Sistema Aquífero Cristalino

- Aquífero de Rochas Granitóides
- Aquífero de Rochas Metassedimentares

As áreas consideráveis da Bacia do Balainho encaixam-se nas unidades do Sistema Sedimentar, próximo a sua foz na represa de Taiaçupeba, com porção menor do aquífero Quaternário na área de planície de inundação do rio; as unidades do Sistema Cristalino situam-se mais à montante da bacia e em outras imediações do município, conforme visualizado no mapa de aquíferos da região (Mapa nº 6):

Mapa 6. Mapa de Sistema de Aquíferos da Bacia do Ribeirão Balainho.

3.4 Cobertura Vegetal e Clima Regional

A vegetação diferencia-se ao longo da bacia, apresentando áreas de Mata Atlântica e de silvicultura nos setores de nascentes, como também áreas de agricultura de hortaliças próximas da área da foz, devido à presença de outros rios como o Balainho, os quais possibilitam a irrigação dos cultivos pelos produtores.

O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo “C”, sendo que à montante do município, a temperatura média no mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente é inferior a 22°C. O total de chuvas no mês mais seco é sempre superior a 30 mm, com clima tropical úmido e duas estações distintas, primavera/verão mais quente e úmido e outono/inverno mais frio e seco. A média de chuva anual é de 1400 mm e a temperatura média fica entre 17°C e 23°C (Ferreira, 2004).

Ab’ Saber (2003) registrou que para a região como um todo as precipitações variam entre 1100 a 1500 mm e 3000 a 4000 mm na área da Serra do Mar.

A predominância vegetal ou daquilo que ainda resta, principalmente, na área da Bacia do Ribeirão Balainho, no documento cartográfico do Instituto Florestal, órgão do Estado de São Paulo responsável por levantamentos de cobertura vegetal na referida província, seria do tipo “Mata”.

Porém, a classificação hoje apresentada pela instituição SMA (Inventário Florestal, 2005) fornece dados mais específicos. A Bacia do Ribeirão Balainho, por assentar-se em domínio de Mata Atlântica, tem como característica uma vegetação do tipo “Floresta Ombrófila Densa”, sempre verde e diversificada, com árvores de até 20m de altura. Entretanto, isso se faz presente em alta e média bacia, pois nos patamares mais baixos, encontramos intercalados com estas “matas” aquelas denominadas de “Matas Capoeiras”, resquícios florestais que dividem espaço com grandes extensões de áreas de reflorestamento de eucaliptos e pinus (INVENTÁRIO FLORESTAL, 2005), o mapa de Uso do Solo (mapa 7) do município nos fornece esta leitura.

O Instituto Florestal (2005), no mapa que detalha a bacia do Alto Tietê, apresenta na região do Ribeirão Balainho pelo menos duas classificações quanto ao resquício vegetal: a “Floresta Ombrófila Densa Montana” nas proximidades da Serra do Mar (alta bacia) e a vegetação “Secundária da Floresta Ombrófila Densa Montana” ao longo da média e baixa bacia.

Mapa 7. Mapa de Uso do Solo da Bacia do Ribeirão Balainho.

3.5 Correlação Fisiográfica, Pedológica, Geotécnica e Processos Observados

Segundo Almeida (1964), a área em questão do Planalto Paulistano apresenta extensas áreas de relevos relativamente suavizados, desfeitos em colinas e espigões serranos, delimitando áreas de cabeceiras de drenagem das bacias da região. As Planícies Aluviais são de terrenos baixos e planos (Unidade Morfoescultural de Bacias Sedimentares Cenozoicas), que se localizam junto às margens dos rios com inundações periódicas. As colinas com pequenos espigões locais intercalam-se com as Planícies e apresentam um grau de urbanização maior.

Ross e Moroz (1997) descrevem que a região (onde se insere a bacia) apresenta drenagem de alta densidade, vales fechados e planícies aluvionares restritas; os solos são do tipo Latossolo Vermelho – Amarelo e Cambissolos.

Ferreira (2004) atesta que são evidentes marcas litológicas de gnaisses e rochas migmáticas devido à falha de Cubatão, que determina uma drenagem de alta densidade, com padrão em treliça. Essas características criaram na área da bacia em questão e de outras da região um relevo extremamente vulnerável à ocupação.

Um estudo pormenorizado da bacia em relação à cobertura pedológica foi realizado por Rossi e Bertolani (2004, p.8), onde foram levantados os seguintes dados (tabela 6).

Tabela 6. Extensão e distribuição das unidades de mapeamento. Fonte: Rossi e Bertolani (2004). Org. Flores (2012).

			Área	
Unidade de mapeamento	símbolo da unidade	Absoluta (ha)	Relativa à unidade (%)	Relativa ao total (%)
LATOSSOLO				
Latossolo Amarelo distrófico textura média a argilosa A moderado	LA1	1422,56	100	39,94
Associação de Latossolo Amarelo textura média + Cambissolo Háplico textura	LA2	590,62	100	16,58

média a argilosa ambos distróficos A moderado				
CAMBISSOLO/LATOSSOLO				
Associação de Cambissolo Háplico + Latossolo Amarelo ambos distróficos textura média A moderado	CX	1.358,00	100	38,12
GLEISSOLO				
Associação de Gleissolo Háplico A moderado + Gleissolo Melânico ambos distróficos textura média A húmico ou proeminente	GX	66,17	100	1,8
ORGANOSSOLO/GLEISSOLO				
Associação de Organossolo háplico sáprico + Gleissolo Melânico ambos distróficos textura média A húmico ou proeminente	OXs	124,25	100	3,4
TOTAL		3.561,60		100,00

A ocorrência de Latossolo Amarelo Distrófico (LA), conforme estudo de Rossi e Bertolani (2004), como foi também observado em campo, está presente na baixa Bacia do Ribeirão Balainho, principalmente na margem direita, onde o relevo é pouco ondulado e com uma presença maior de cultivo de hortaliças (Mapa Pedológico nº 8). Em média bacia a ocorrência desse tipo de solo também é comum; na margem direita, ele aparece associado a Cambissolo Háplico, sendo o relevo nessa área mais ondulado e mais dissecado; a presença de afluentes e represamentos neste setor da bacia é forte.

Mapa 8. Mapa Pedológico da Bacia do Ribeirão Balainho.

Os Cambissolos Háplicos associados aos Latossolos Amarelos Distrófico (CX+LA) ocorrem em toda alta bacia e parte da média em ambas as margens, fruto do intemperismo de rochas metamórficas, como o Xisto e a Biotita Gnaiss, com ocorrência ampla na alta bacia.

Em uma parada programada em campo foram observadas algumas características dessa associação de Cambissolos Háplicos e Latossolos Amarelos. No perfil analisado (foto, 3), o primeiro horizonte superficial (A) apresenta coloração mais escurecida, devido ao aporte de matéria orgânica; no segundo horizonte subsuperficial (B), a coloração amarelada concentra poucas raízes (perto do volume superficial), já indicando uma transição de minerais; o terceiro perfil (B/C) mostra o início da alterita (cores rosa geralmente são indícios de alteração da rocha), o que diferencia este volume do de baixo são o diâmetro e a quantidade de fragmentos de rocha; o quarto e último horizonte, no volume de alterita já é maior, apresentando fragmento de rocha, cor rósea, denominado de horizonte C, o qual apresenta ainda rocha em processo de alteração do xisto, sendo possível a visualização do direcionamento das camadas. O perfil apresentava uma quantidade grande de argilas com pouca areia.

Foto 3. Perfil de Solo, Cambissolos proveniente do intemperismo de Xistos metamórficos, na área do horizonte C é possível enxergar o direcionamento das camadas. Flores, (2010).

Figura 15. Localização do perfil de cambissolos. org. Flores (2012).

Ainda no mesmo ponto, o material do horizonte C apresentava oxidação de manganês associada à rocha fonte com hábito botroidal. Sobre os fragmentos de xistos, a presença do manganês se dá mais próxima da superfície devido ao seu caráter móvel. O ferro e alumínio visualizados no perfil prejudicam a fertilidade do solo para agricultura, porque não apresenta mobilidade química (fotos, 4 e 5).

Foto 4. Plano Horizontalizado dos Xistos

Foto 5. Xistos já alterados e oxidações de manganês sobre os fragmentos de xistos. Flores, (2010).

Rossi e Bertolani (2004, p.12) esclarecem que, quanto à erosão, o comportamento desse solo é mais semelhante aos latossolos do que aos argissolos; assim, os cambissolos são moderadamente susceptíveis à erosão, susceptibilidade esta observada em um trecho de estrada, onde a ocorrência desse solo em contato com os sedimentos da calha do Ribeirão Balainho, aliado ao corte de estrada e o fluxo das águas pluviais, favoreceu a erosão linear indicada nas fotos abaixo (6 e 7).

Foto 6. Erosão Linear.

Foto 7. Erosão Linear em estrada em função das águas pluviais. Org. Flores (2010).

A caracterização dos processos atuantes sobre o meio físico é relevante do ponto de vista geomorfológico, pois auxilia na determinação de problemas relativos ao uso do solo. Por se tratar de um trabalho de cunho geomorfológico e que se utiliza da cartografia geomorfológica para a elucidação desses fatores, torna-se mister uma breve apresentação de aspectos geotécnicos referentes à bacia do Ribeirão Balainho e uma análise sobre quais condicionantes físicos são inerentes a sua morfologia.

A referida bacia, por se encontrar inserida em uma região em vias de densificação do ponto de vista populacional, e de rápida expansão do processo de urbanização, tem apresentado, como em toda a RMSP, problemas físico-ambientais característicos dos grandes centros urbanos. Erosões intensas, assoreamento de rios e dos reservatórios, degradação dos mananciais, escorregamentos de encostas e demais problemas decorrentes do uso e ocupação do solo são os mais comuns.

As informações geotécnicas permitem o entendimento do comportamento dos terrenos, resultante das características naturais e de solicitações colocadas frente ao uso do solo. Dessa forma, cada classe de solo, de cobertura vegetal, de características da rocha matriz, associam-se a um conjunto de alterações no meio físico, as quais podem resultar no desenvolvimento de problemas.

Na bacia do Ribeirão Balainho, em alta e média bacia, predominam os terrenos suscetíveis à erosão principalmente no horizonte C, com manifestações de sulcos e ravinas, ocorrendo no domínio das rochas

cristalinas do embasamento, a partir da retirada do solo superficial, propiciando a exposição do solo de alteração, como identificado em alguns cortes de estradas ilustrados nas fotos a seguir (8 e 9) e mapa geotécnico:

Foto 8. Sulcos e ravinações em perfil de estrada. Org. Flores (2011)

Foto 9. Sulcos em Perfil de Corte de Estrada. Org. (Flores, 2011).

As ações de terraplanagem, vinculadas à urbanização, expõem à erosão os cortes, aterros e estradas; uma vez não projetados adequadamente influenciam no direcionamento do escoamento das águas pluviais.

A erosão acelerada pelos sulcos e ravinas, desenvolvidas pela concentração do escoamento superficial, geram assoreamentos generalizados nas áreas de drenagens e reservatórios de abastecimento. As rochas do embasamento cristalino (granitoides, xistos, migmatitos, etc...) suportam declives maiores que 20% quase sempre, com solos de alteração siltosos, mantendo as estruturas das rochas matrizes, entretanto com baixa coesão possibilitando a erodibilidade.

Mapa 9. Mapa Geotécnico da Bacia do Ribeirão Balainho.

As espessuras desses solos de alteração variam conforme a litologia e o modelado do relevo, passando de alguns metros, em áreas de alta energia do relevo, a espessuras maiores nos relevos mais suaves a partir de média bacia.

Os terrenos nessas áreas possuem uma grande carga de energia potencial para o escoamento devido à inclinação das encostas, como exposto na Carta de Energia do Relevo (pg.139). As áreas citadas concentram-se nos morros e encostas do reverso da Serra do Mar, diferenciando-se em termos de relevo apenas nas áreas sedimentares terciárias da Formação São Paulo, na qual os solos de alteração são relativamente resistentes à erosão, mas propensos a assoreamentos.

Os terrenos onde ocorrem movimentos gravitacionais de massa são mais comuns nas áreas adjacentes à Bacia do Ribeirão Balainho. Conforme podem ser visualizadas as características dos terrenos no recorte da Carta Geotécnica apresentada, ação de instabilidade manifesta-se através da infiltração das águas pluviais, exercendo pressão sobre os maciços terrosos ou rochosos, diminuindo sua resistência.

Mesmo fora da área de ocorrência desses processos, nas áreas mais íngremes na média bacia Margem esquerda da bacia, há locais propensos à movimentação de terra, principalmente nos cortes de aterro, de estradas, em função da modificação da dinâmica das águas nas encostas, por obras lineares e de ocupação do solo, conforme ilustra as fotos seguintes (10 e 11):

Foto 10. Cicatrizes de escorregamento em corte de Estrada, média bacia. Org. Flores (2011).

Foto 11. Cicatrizes de Escorregamento. Org. Flores (2011).

Os escorregamentos no geral são mais raros, os mais comuns são corridas de lamas nos cortes de taludes e de estradas (foto, 12), em função das

águas pluviais nos períodos mais intensos de chuvas, como ilustrado na fotografia a seguir:

Foto 12. Corrida de lama em corte de estrada. Org. Flores. (2010).

Em baixa bacia, os terrenos estão mais propícios às inundações fluviais (fotos, 13 e 14) associadas aos períodos de cheias; os recalques ocorrem devido às características mineralógicas e de uso intenso do solo, o assoreamento e o solapamento das margens também são comuns à baixa Bacia do Ribeirão Balainho.

Foto 13. Inundação nas proximidades da represa de Taiaçupeba.

Foto 14. Área Inundada. Org. Flores (2010).

Nos terrenos mais planos da baixa bacia, constituídos de sedimentos de textura variada, situam-se junto à jusante dos cursos d'água que desembocam no reservatório de Taiaçupeba. Os problemas mais comuns para o uso do solo são as inundações fluviais nas planícies de inundação, nos alvéolos formados em médio curso ou nos terraços de alguns rios. Os recalques são mais presentes onde ocorrem as argilas moles e/ou turfosas próximas às várzeas

onde a aplicação de cargas elevadas e/ou rebaixamento do nível d'água em função das obras civis agravam os problemas.

Os processos de assoreamento da drenagem ocorrem em decorrência da erosão à montante e do solapamento das margens de rios e córregos pela erosão fluvial, estes, são potencializados pelos diversos represamentos instalados nas cabeceiras (fotos, 15 e 16).

Foto 15. Represamento em Alta bacia.Org. flores (2011).

Foto 16. Cicatrizes de Escorregamento, alta bacia. Org. Flores (2011).

Em baixa bacia, há presença maior dos Gleissolos e Organossolos e suas associações (GX+GM, OXs+GM) têm ocorrência maior nas calhas dos afluentes do Balainho, bem como na do próprio rio, contudo, é nas proximidades da foz do Ribeirão que a presença desses solos é mais visível. Na jusante e nas áreas próximas das calhas do Ribeirão Balainho e afluentes e nas porções interiores da bacia, nota-se a ocorrência do Organossolo Háplico associado ao Gleissolo Melânico e Gleissolo Háplico, todos em relevo plano de várzea (ROSSI e BERTONI, 2004, p.14).

Há ocorrências de materiais inconsolidados do Quaternário no horizonte B sobre argilitos inconsolidados de cor amarelada e arroxeada, comprovando o ambiente característico de planície aluvionar com água parada (foto, 17).

Foto 17. Material inconsolidado em baixa bacia. Flores (2010).

Devido ao caráter aluvionar e de desagregação dos materiais, é possível observar processos erosivos lineares e areolares já acentuados nas vicinais de acesso até o reservatório (fotos 18 e 19), bem como em outras estradas deste setor da bacia.

Foto 18. Erosão Linear em estrada, baixa bacia. Org. flores (2011). Foto 19. Processos de erosão Linear em corte de Estrada. Flores (2010).

Foto 20. Remanescentes vegetais após inundação. Org. flores (2011).

Foto 21. Área de inundação do reservatório. Org. (2011).

Foto 22. Área Inundada com presença de plantas aquáticas. Org. Flores (2011).

Foto 23. Resquícios de moradias nas proximidades com o reservatório. Org. Flores (2011).

Às margens do reservatório de Taiapuêba, as fotos foram tiradas a partir da estrada do Duchon (fotos 20, 21, 22 e 23) e da área de ampliação do reservatório. Devido à atualidade da ampliação do reservatório, a quantidade de matéria orgânica no trecho é abundante, ainda é possível observar indivíduos arbóreos e casas antigas entre as águas.

Na área de foz do Ribeirão Balainho, já em terrenos alagados, é grande a quantidade de plantas aquáticas, o que pode indicar uma carga volumosa de nutrientes dissolvidos nessas águas, podendo gerar um processo denominado de eutrofização ⁽¹⁾. O motivo principal leva a crer que seja em razão do despejo de esgoto *in natura*, por parte dos bairros ao redor e/ou provavelmente de resíduos (fertilizantes) dos cultivos dos hortifrutigranjeiros localizados em média bacia principalmente. Atualmente o município trata mais de 70% do esgoto coletado (SABESP, pág. 2012).

¹É quando o excesso de nutrientes (ricos em fósforo e nitrogênio) em uma massa d' água provocam o aumento de plantas em superfície dificultando o acesso de luz solar nas colunas inferiores, isso dificulta o processo de fotossíntese das algas e consequentemente a oxigenação do corpo hídrico.

A vila Ipelândia, bairro parcialmente alagado, é um exemplo dessa ocorrência, em abril de 2011, as águas tomaram parte do bairro para a ampliação do reservatório; segundo a Sabesp, o investimento foi em torno de R\$ 300 milhões e serviu para a ampliação da estação de tratamento do reservatório. A obra vai aumentar a capacidade da represa em 50%; hoje 3 milhões de pessoas recebem a água do sistema Alto Tietê, a previsão é que o número passe para 4,5 milhões. A Sabesp informou que as obras da rede de esgoto devem começar em 2013, mas os dejetos só irão deixar de ser jogados na represa em 2015, (<Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/flutuador/noticia/2011/01/flutuador-verifica-indices-bons-e-pessimos-no-1-dia-na-taiacupeba.html>. Acesso em: 14 de Abril de 2011>).

As áreas de planícies de inundação apresentam lençol freático com pouca profundidade e solos com baixo suporte em consequência das argilas orgânicas. A área do Ribeirão Balainho situa-se nessas planícies à jusante, próxima da represa de Taiaçupeba e parte em colinas com declividades mais suavizadas, comportando manchas de urbanização, sendo necessário um manejo criterioso (SÃO PAULO, 2002).

A média bacia, área de terrenos com ondulação suave, é a porção da bacia mais propícia aos cultivos de hortaliças. Os solos, conforme mapa pedológico (pg. 115) são os Latossolos Amarelos Distróficos que também estendem-se até áreas da baixa bacia, eles constituem o tipo de solo de maior ocorrência em toda a bacia (3.202,41 hectares), sendo 68,34% do total (ROSSI e BERTOLANI, 2004, pág.9). São solos com profundidade considerável e favorável ao manejo por máquinas agrícolas, como a área é bem drenada, tais solos apresentam-se úmidos na maior parte do ano, facilitando os cultivos. Rossi e Bertolani (2004, p.13) fazem o seguinte apontamento sobre tais solos:

“Do ponto de vista analítico são solos predominantemente distróficos ou álicos, com baixos valores de capacidade de troca catiônica e argila do tipo 1:1. Ocorrem, de forma geral, em áreas de declividade pouco acentuada e, portanto, excelente para a utilização de máquinas agrícolas. Quando bem manejado permite a obtenção de elevadas produtividades. Apresenta baixa erodibilidade.”

Os Latossolos não são observados nas calhas dos rios e áreas de planície de inundação, suas associações com Cambissolos Háplicos ocorrem

na margem esquerda, onde a ondulação do terreno já é maior. Na direção da margem esquerda do rio é possível observar a nítida ruptura topográfica do relevo, as ondulações do terreno já são maiores devido à proximidade com o interflúvio da Bacia do Ribeirão Balainho e uma cabeceira de rio da bacia vizinha (Taiaçupeba Mirim), nessa área, a altimetria varia na casa dos 800m (foto 28).

Foto 24. Escorregamentos em corte de estrada. Flores (2011).

Foto 25. Escorregamentos média bacia. Org. Flores (2011)

Foto 26. Erosão linear em corte de estrada. Org. flores (2011).

Foto 27. Presença de resíduos sólidos em cabeceiras, média bacia. Org. Flores (2011).

Processos lineares de vertente e de perda de material aqui se mostram bem mais acentuados, cujas causas são os cortes de estrada, ruptura de declive por corte e a supressão da vegetação. Foram visualizadas também áreas de depósito irregular de descarga de lixo e material de construção (fotos, 24, 25, 26 e 27).

Foto 28. Área mais íngreme da margem esquerda do Ribeirão Balainho, já nos limites da bacia. Flores (2010).

3.6 Dados Levantados a partir da Morfometria

Para que haja uma compreensão adequada dos resultados obtidos a partir da análise morfométrica, foi elaborada uma divisão da bacia em setores, conforme as principais características do relevo e das estruturas que o sustentam. Dessa forma, a setorização foi a seguinte:

- Alta bacia.
- Média bacia / margem esquerda
- Média bacia / margem direita.
- Baixa bacia / margem direita.
- Baixa bacia / margem esquerda.

A *alta bacia* do Ribeirão Balainho caracteriza-se pela predominância de declives acima de 20%, os quais são intercalados por terrenos com declives de 10% a 20%, vinculados a patamares intermediários que dão acesso ao curso principal, conforme Mapa de Declividade (mapa nº 10).

As presenças de rochas mais resistentes atribuem à área peculiaridades relevantes: as nascentes do Ribeirão Balainho encontram-se assentadas no embasamento cristalino, assim como a média bacia; já a sua foz situa-se sob estruturas sedimentares cenozoicas. Essas características geram dois compartimentos diferentes quanto à altimetria e à litologia, fruto de basculamentos antigos comuns à região.

Mapa 10. Mapa de Declividade da Bacia do Ribeirão Balainho.

As classes de Dissecação Horizontal, visualizadas na carta a seguir, para esta área ficam entre 80 m para mais de 160 m, em muitos setores e sub-bacias, vinculados a patamares intermediários que dão acesso ao curso principal. Destacam-se ainda classes entre ≤ 20 m a 40 m, principalmente nas áreas de desembocadura dos afluentes do Ribeirão Balainho. Isso demonstra a forte dinâmica fluvial presente nesse setor e a fragilidade aparente que a área possa apresentar a processos erosivos vinculados tanto à dinâmica fluvial como a dinâmicas gravitacionais.

A alta bacia ostenta modificações de caráter urbano significativas, são muito comuns pequenos represamentos, para atividades de lazer ou para atividades voltadas à irrigação de horticulturas e de pesca; atividade estas que vão abrindo espaço entre os resquícios de mata existentes no setor. O consumo de água nessas atividades também parece ser muito abundante, pois, em visita ao local, foram avistados muitos aspersores banhando as diversas plantações, o que remete ao uso muito intenso da água dos tributários e do próprio Ribeirão Balainho.

Carta 1. Carta de Dissecação Horizontal da Bacia do Ribeirão Balainho.

Há setores das margens de rios (alta bacia) ou mesmo de encosta em que se observam os terrenos sendo utilizados como pasto para o gado (foto 29), facilitando assim a possibilidade de compactação dos solos subsuperficiais, bem como a acentuação de processos de rastejamento dos mesmos, tendo as águas pluviais como agentes aceleradores de tais processos.

Foto 29. Uso das margens do ribeirão Balainho em alta bacia, Flores (2008).

Foto 30. Desnível existente entre topo e talvegue e os usos do solo. Flores (2008).

As Classes de Dissecação Vertical para essa área apresentam uma variação pronunciada devido ao entalhamento intenso; assim as classes ≤ 20 m e entre 20 – 40 m são predominantes nos vales, ocorrendo uma transição clara e gradativa para a classe > 80 m nos topos (foto 30).

A Carta de Energia do Relevo para esse setor territorial comprova a intensidade de energia potencial que a alta bacia comporta. Por se encontrar em ambiente de clima quente e úmido, os processos de escoamento pluvial associados à declividade acabam facilitando a ação dos processos de denudação. A variação altimétrica entre topos e fundos de vales evidencia a potencialidade de energia do relevo que pode acarretar deslocamento de massa pelas águas, sejam elas pluviais ou fluviais. As classes de Energia do Relevo preponderantes para esse setor da bacia são de “Forte” a “Muito Forte”.

Carta 2. Carta de Dissecação Vertical da Bacia do Ribeirão Balainho.

Na média Bacia do Ribeirão Balainho, verificou-se marcantes diferenças entre a margem direita e esquerda: na margem esquerda, os declives ainda são predominantemente acima de 20%, porém, com uma presença maior das classes de 10% a 20%. Nesse setor, os fundos de vale dos afluentes do Ribeirão Balainho comportam declives menores, entre 2% e 10%, e são marcados pela presença de inúmeros represamentos, os quais podem comprometer a dinâmica fluvial dessa área. As classes de Dissecação Horizontal para essa área já são mais heterogêneas; ao longo das desembocaduras, constata-se a presença das classes ≤ 20 m, entre 20 m – 40 m e 40 – 80 m. Os tributários dessa área estão orientados no sentido SE – NW provavelmente devido ao encaixe da drenagem nos planos de falhas dessa região.

A Dissecação Vertical desse setor (média bacia - margem esquerda) é predominantemente marcada pelas classes ≤ 20 m e entre 20 – 40 m nos fundos de vale, com presença maior das classes 40 – 60 m e 60 – 80 m nas linhas de cumeadas. As classes de Energia do Relevo (Carta de Energia do Relevo) para esta área são “Forte” e “Muito Forte”.

Na margem direita da média bacia, constatou-se um cenário bastante diferenciado, onde predominam declives entre 1% e 10%, com áreas consideráveis de declive abaixo de 2%; é importante relatar ainda que os baixos declives dos fundos de vale nessa margem indicam uma dinâmica fluvial deposicional mais intensa. As classes de Dissecação Horizontal para esta porção territorial são de 80 m e mais de 160 m. A Dissecação Vertical caracteriza-se pela predominância das classes ≤ 20 m, 20 – 40 e 40 – 60 m nos fundos de vale, constatando-se, em alguns setores, a presença maior das classes 60 – 80 m e ≥ 80 m.

Carta 3. Carta de Energia do Relevo da Bacia do Ribeirão Balainho.

As classes de Energia do Relevo para esse setor mesclam-se mais, há a ocorrência maior das classes “Forte” e “Muito Forte” em direção à alta bacia e uma presença mais frequente das classes “Média” a “Muito Fraca” em direção à baixa bacia. Cabe salientar que esse setor é um dos que mais apresentam modificações de ordem antrópica, vinculadas à urbanização e à pequena agricultura. Estas exercem forte pressão na área, principalmente sobre as férteis terras que são banhadas pelo Balainho e por seus tributários.

Na baixa Bacia do Ribeirão Balainho, setor próximo à represa de Taiapuêba, há um equilíbrio entre as declividades menores que 4% e entre 4% e 10%. Nesse setor, as nascentes dos afluentes da margem esquerda do Ribeirão Balainho apresentam, em alguns pontos, declives elevados, atingindo valores superiores a 20%, o que implica alto poder erosivo dessas drenagens quando atingem os depósitos cenozoicos vinculados à menor declividade já relatada.

As classes de Dissecção Horizontal, tanto para o setor esquerdo como direito da baixa bacia, caracterizam-se predominantemente por valores entre 80 para mais de 160 m, havendo em alguns pontos, apenas nas desembocaduras, a ocorrência das outras três classes. As classes de Dissecção Vertical ≤ 20 m e entre 20 – 40m são mais marcantes nos fundos de vale nas duas margens, porém, há uma transição significativa na margem esquerda para as classes 60 – 80m e ≥ 80 nos topos mais próximos da transição com a média bacia.

As classes de Energia do relevo apontam a presença maior das classes “Fraca” e “Muito Fraca” na margem direita e esquerda. Entretanto, uma transição fica mais evidente com a ocorrência da classe “Média” em direção aos topos que comportam as nascentes dos tributários do Ribeirão Balainho (Córregos Kilombo, Pinheiros e Matão).

A baixa Bacia do Ribeirão Balainho é o setor territorial mais próximo da área urbanizada da cidade com a presença de pequenos bairros e infraestrutura instalada para pequenas indústrias. A vegetação aqui já se

mostra bem mais alterada e o uso da terra é mais marcante pela agricultura e demais atividades (foto 31).

Foto 31. Uso do solo nas Margens da foz. Fonte: Secretaria de Política Urbana da Prefeitura de Suzano (2008).

Consoante informações veiculadas pelo site de notícia do Governo do Estado de São Paulo², no ano de 2008, o Governo do Estado de São Paulo ratificou o projeto de inundação da represa de Taiaçupeba com o intuito de aumentar o abastecimento de água para RMSP, assim, segundo o Governo do Estado de São Paulo, houve a necessidade de deslocamento de grupos de famílias e até mesmo de alguns estabelecimentos industriais,

As fotos abaixo (fotos 32, 33 e 34) possibilitam visualizar, em detalhes, as áreas antes das inundações e depois.

Foto 32. Área que ainda não era inundada para a ampliação da represa de Taiaçupeba. Flores (10/2008).

² (<Disponível em: [http://www.saopaulo.sp.gov.br/sis/lenoticia.php/abril 2008](http://www.saopaulo.sp.gov.br/sis/lenoticia.php/abril%202008). Acessado em 01/2011>).

Foto 33. Área já inundada no ano de 2008. Flores (04/2010).

Foto 34. Trecho da estrada do Keida Harada inundada pela represa. Flores (04/2010).

Em nota divulgada no site já mencionado, o Governo do Estado de São Paulo já aponta um consórcio entre Sabesp e empresas privadas para financiar obras de saneamento (água e esgoto) na represa e construção de outros reservatórios. Essa parceria público-privado possibilitaria a manutenção de barragens, túneis, canais e o tratamento dos resíduos finais; a ordem de investimentos seria de um bilhão de reais.

3.7 Morfografia

Os dados levantados a respeito da morfografia basearam-se na estereoscopia elaborada sobre fotografias aéreas na escala de 1: 25. 000, voo da empresa BASE S/A, no ano de 1994, fotografias adquiridas no Laboratório de Sensoriamento Remoto e Aerofotogeografia - LASERE da FFLCH – USP.

A divisão dos resultados segue a divisão elaborada anteriormente:

- Alta bacia (rochas cristalinas).
- Média bacia / margem esquerda e direita (rochas cristalinas e terrenos sedimentares cenozoicos).
- Baixa bacia / margem direita e esquerda (coberturas cenozoicas).

Na alta Bacia do Ribeirão Balainho, o mapeamento geomorfológico apresentou relevo com ondulações mais acentuadas em relação à média e baixa bacia. Por estar localizada em uma região próxima aos morros e colinas que perfazem o reverso da Serra do Mar, de substrato de rochas metamórficas (xistos, micaxistos, gnaisses e migmatitos) do pré-cambriano, há predominância de vertentes convexas e côncavas e uma quantidade considerável de vertentes retilíneas na margem direita do ribeirão, as quais se estendem pela média bacia, evidenciando uma ruptura litológica entre as duas margens do Balainho.

A drenagem é densa e predominantemente subparalela. Pela observação realizada no mapeamento (Carta Geomorfológica), o entalhe da drenagem segue as regiões de fragilidade das rochas. Nas áreas das calhas dos rios, a formação geológica predominante é do Cenozoico (aluviões fluviais). Foram observados, em campo, processos lineares de erosão, por conta de cortes de estradas e rupturas topográficas por diferenciação de litologia. A presença de sulcos erosivos foi constatada em vertentes em que a cobertura vegetal é menor ou nula. Cicatrizes e escorregamentos de massa, bem como corridas de lamas foram verificados em campo, associados a corte de estradas e corte para aterramentos. Nem todos os processos foram passíveis de serem mapeados em função da data das fotografias e da escala utilizada, mas foi possível registrá-los através das fotos de campo.

Carta 4. Carta Geomorfológica da Bacia do Ribeirão Balainho.

Foto 35. Área da alta bacia do Ribeirão Balainho, evidencia de processos de escorregamento de massa. Flores (2010).

Na alta bacia, são presentes alguns aparatos urbanos voltados para atividades de lazer como pesque-pague, chácaras e clubes recreativos. Em função disso, os aterramentos são presentes, como indicam as fotografias abaixo e a carta de uso da terra.

Foto 36. Represamento alta bacia. Org. Flores (2008).

Foto 37. Clube Aquático em alta bacia. Org. Flores (2008).

Foto 38. Vista de outro ângulo do clube. Org. Flores (2008).

Foto 39. Desnível em corte de estrada, alta bacia. Org. flores (2008).

O setor da média bacia apresenta diferença considerável quanto à morfologia em sua margem direita do Ribeirão e margem esquerda. Embora a

estrutura litoestratigráfica seja predominantemente metamórfica, nesse setor da bacia, nas áreas que permeiam a calha do Ribeirão Balainho, a presença é de formação sedimentar (cenozoico – Terciário e Quaternário). A diferenciação litológica imprime na paisagem alternâncias visíveis quanto à altimetria. Na margem esquerda do ribeirão, o relevo é mais acentuado, há um grande número de vertentes côncavas e convexas que se intercalam entre os principais afluentes do Ribeirão, apresentando uma disposição paralela entre eles, ao formar quase um ângulo reto na confluência com o Balainho. Esse padrão pode ser creditado às fraturas geológicas existentes na área, em função da grande diferenciação litológica que determina alguns setores com rupturas topográficas no relevo.

Algumas cicatrizes de escorregamento foram observadas no mapeamento, bem como processos de erosão, como sulcos e ravinas. Há na margem direita do Ribeirão Balainho a ocorrência de patamares escalonados nas áreas de transição dos milonitos metamórficos e nos terrenos com maior cobertura sedimentar.

Os represamentos com fins comerciais e de lazer também são abundantes, principalmente nos alvéolos e patamares mais rebaixados, onde a sedimentação é mais ativa. Nas cabeceiras dos afluentes (do lado da margem esquerda do ribeirão) nas proximidades com a linha de cumeada da bacia, os processos lineares de erosão são mais observados, associados aos cortes de estradas ou rupturas de declive, nos perfis de corte de estrada é possível observar sulcos erosivos e ravinamentos oriundos da exposição do solo (quando ocorrem) às intempéries do tempo.

Diferentemente da alta bacia, a vegetação na média bacia é menos densa na margem esquerda e menor ainda na margem direita, onde os terraços agrícolas, patamares escalonados e as vertentes retilíneas são mais presentes. Essa morfologia é altamente utilizada pelos plantios de hortaliças comuns a essa região do município. A margem direita apresenta menor densidade de drenagem, mas o uso desta pelos cultivos é alto foi observada em quase toda média e baixa bacia uma ampla rede de irrigação drenada dos tributários e do próprio Ribeirão Balainho (foto 40):

Foto 40. Sistema de Irrigação que retira dos rios a água necessária para os cultivos de hortaliças. Flores (2010).

Pelo mapeamento geomorfológico realizado, pôde-se ver na margem direita do ribeirão um predomínio de vertentes retilíneas, o que facilita o uso da terra por parte dos cultivos. Ocorre em muitas confluências de estradas e terrenos de plantações escoamento difuso (perda de material do solo) da drenagem antrópica pela perda de água do sistema de irrigação (fotos 41 a 44).

Foto 41. Área de cultivo de hortaliças em média bacia. Org. flores (2010).

Foto 42. Cultivo e sistema de Irrigação. Org. Flores (2010).

Foto 43. Perda de material pelo escoamento difuso. Org. Flores (2010).

Foto 44. Escoamento da drenagem em via de irrigação defeituosa. Org. Flores (2010).

A baixa bacia do Ribeirão Balainho, pelo mapeamento morfográfico, apresenta-se mais modificada quanto à ação antrópica. Os terraços agrícolas espalham-se pela margem direita do Ribeirão e até mesmo na margem esquerda, margem esta que sofreu com a ampliação de área de alagamento da represa de Taiaçupeba. As vertentes são mais retilinizadas e é grande o número de drenagens desviadas para os cultivos (drenagem antrópica). Os processos atuantes são de sedimentação em função da extensão da área de planície de inundação do Balainho (sedimentação terciária – quaternária), tendo como referencial cota na casa dos 700 metros.

As vertentes convexas são menos presentes, sendo observadas na margem esquerda do ribeirão, próximas às cabeceiras de tributários de terceira ou segunda ordem, e as vertentes côncavas localizam-se em áreas de nascentes desses tributários.

Na área onde a represa se estendeu, o processo de eutrofização das águas já é bem acentuado, devido à grande presença de matéria orgânica que ainda está em processo de decomposição, como exemplifica a foto a seguir (45):

Foto 45. Foz do Ribeirão Balainho na represa de Taiaçupeba. Flores (2010).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia hidrográfica do Ribeirão Balainho, localizada inteiramente no setor sudeste do município de Suzano (SP) e está inserida totalmente em áreas de proteção aos mananciais (Lei 898/75), é uma área de peculiar estrutura geológico-geomorfológica. Por conter em sua morfogênese terrenos datados do pré-cambriano e cenozoico dentro do mesmo domínio territorial, a morfologia e a paisagem da bacia comportam características contrastantes quanto à altimetria e a declives, a transição ocorre em alguns setores de forma abrupta, facilitando a aceleração de processos de denudação.

O uso da terra na bacia que tem como predominância os cultivos de hortaliças, chácaras e clubes de lazer, imprime uma determinada modificação na estrutura morfológica, por conta dos cortes e aterros, acredita-se também que serviu nas últimas décadas para conter a frente de urbanização comum a outras áreas do município de Suzano.

O uso da cartografia geomorfológica de detalhe (1: 25.000), da fotointerpretação e dos campos realizados, possibilitou o fornecimento de dados importantes de cunho ambiental. O mapeamento geomorfológico baseado nos preceitos de Tricart (1965), Verstappen e Zuidam (1975) e demais autores, e nas simbologias sugeridas por estes, contribui para o entendimento das características geomorfológicas da área e das fragilidades que elas apresentam, servindo de informação relevante para delimitar marcos normativos. Os levantamentos pedológicos de Bertolani e Rossi (2004) contribuíram com a especificação de peculiaridades dos solos observados e da dinâmica intempérica frente às modificações impostas pelo clima e pelas atividades antrópicas.

A compartimentação regional verificada segue os efeitos das diversas epirogêneses positivas e negativas que ocorreram a partir do Pós-Cretáceo, no qual, os blocos desnivelados ficaram sujeitos à remoção do material detrítico produzido pela rede fluvial que se estabeleceu durante todo o

Cenozoico, formando as superfícies neogênicas de deposição que perfazem a baixa bacia do Ribeirão Balainho.

As sucessivas retomadas erosivas neste setor do Estado de São Paulo, sobretudo, na área de alta e média bacia do Balainho, expôs os vales dissecados que remetem aos compartimentos intermontanos e interplanálticos mamelonizados pela ação climática sobre os relevo cristalino do Planalto Atlântico. Os topos convexos e côncavos observados indicam a intensa decomposição química das rochas no período atual, promovendo um aumento cada vez maior do manto intempérico.

As informações extraídas do mapa hipsométrico e de compartimentação contribuiu para o entendimento das características morfológicas e facilitou a compreensão da gênese das formas observadas. O mapa geotécnico e as informações extraídas da bibliografia, bem como, em campo facilitou a observação de peculiaridades mais específicas quanto ao comportamento físico das classes de solos em função de suas características e dos locais de ocorrência.

A análise da morfometria da bacia do Ribeirão Balainho permitiu também observar que mesmo os terrenos de baixos declives, localizados na margem direita da média e baixa bacia, estão submetidos a uma intensa dinâmica fluvial, já que as nascentes desses cursos estão vinculadas a declives acentuados registrados na alta bacia, em que o substrato litológico é composto pelas rochas cristalinas do Planalto Atlântico. Assim, apesar da baixa declividade desses setores, a dinâmica fluvial obedece a essa quebra de declive do curso principal, o que enaltece ainda mais a preocupação de cuidado a essa região.

Dessa forma, acredita-se que os métodos e técnicas assinaladas nesta pesquisa forneceram os subsídios necessários para demonstrar as características físicas da bacia do Ribeirão Balainho e a indicação de processos denudacionais mais presentes em função dos usos identificados. Acredita-se que nos três setores (alta, média e baixa bacia) há ocorrência de

processos de erosão linear em função das características dos solos, mas, sobretudo, pela interferência antrópica em áreas pontuais, principalmente nos cortes de estrada ou em represamentos com declive mais acentuado próximo.

A perda de solo está mais associada ao manejo dos cultivos de hortaliças do que por ocorrência de solo exposto por alguma outra atividade agrícola ou de movimentação de terra, mesmo as áreas exploradas com reflorestamento de eucaliptos (utilizados na indústria de papel e celulose) não imprimem um impacto tão significativo (considerando que são atividades controladas). Acreditamos que a bacia por se encontrar em uma área estratégica, do ponto de vista, econômico e também ambiental, (congrega área de ocorrência de Mata Atlântica) ainda preserva características ecológicas importantes, mesclando áreas com modificação intensa sobre a morfologia e setores com pouca movimentação de terra e de mata densa preservados.

Esta conjuntura existente, entre uma estrutura voltada para o lazer temporário, fazendo uso dos atributos da natureza, juntamente com o avanço da legislação ambiental foi o que permitiu a manutenção de áreas fundamentais para a manutenção de áreas morfologicamente e ecologicamente relevantes. Assim, sugerimos que as atividades citadas continuem sobre o controle da legislação e dos órgãos municipais e estaduais já organizados, para que este setor que faz parte do bioma Mata Atlântica resista às frentes de urbanização presentes na região.

Este trabalho visou fornecer informações úteis do ponto de vista geográfico e que desta forma, contribua para elucidar os processos mais atuantes ante o uso do solo praticado atualmente. A tabela a seguir visa sintetizar as informações mais necessárias para o bom entendimento das peculiaridades físicas da Bacia do Ribeirão Balainho a fim de fomentar projetos de ordenação territorial e que possibilite a elaboração de diretrizes necessárias, para setores com potencial alto de processos denudativos em função do uso, contribuindo assim, com o planejamento ambiental, bem como com programas de cunho urbano.

Tabela Síntese

5-BIBLIOGRAFIA

ABREU, A. A. A teoria geomorfológica e sua edificação: Análise crítica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 4, nº 2(2003), p. 51-67.

AB' SABER, A.N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. São Paulo, USP, Instituto de Geografia. 23p. **Geomorfologia**, 18. 1969.

AB'SABER, A. N. Problemas do Mapeamento Geomorfológico no Brasil. **Geomorfologia**. São Paulo, n. 6, p. 1-15, 1969.

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003b. 159p.

ALMEIDA, F. F. M. de. **Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista**. São Paulo: Universidade do Estado de São Paulo, 1974. (IGEOP-USP Série Teses e Monografias, n.14). 99p.

ANTONIAZZi, L; AMARAL A. M.P. **Agricultura: Cenário econômico, relação de troca de produtos e insumos e consumo de água**. Projeto Negowat. IEA/APTA - FAPESP, São Paulo, 2005.

ARGENTO, M. S. F. Mapeamento Geomorfológico. In: GUERRA, A. T; CUNHA, S.B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. Capítulo 9, p.365-392.

BERTOLANI, F. C.; ROSSI, M. **Solos da microbacia hidrográfica do balainho município de Suzano (SP) – bacia do alto Tietê cabeceiras**. Projeto Negowat. IEA/APTA - FAPESP, São Paulo, 2004.

CAMARGO, M. E.; BARBAN, V. ; DUCROT, R. **Gestão dos mananciais na RMSP dinâmicas sociais e hidrológicas: desafios da gestão nos**

mananciais peri-urbanos da Região Metropolitana de São Paulo. Instituto Pólis. São Paulo, 2005.

CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia.** Goiânia, Editora da UFG, 1994. 137p.

CASTRO, P. M. G.; MARUYAMA, L. S.; BEZERRA DE MENEZES, L. C.; MERCANTE, C. T. J. Perspectivas da atividade de pesqueiros no alto Tietê: contribuição à gestão de usos múltiplos da água. **Instituto de Pesca**, São Paulo, 32(1). p. 1 - 14, 2006.

CHORLEY, R. J. A Geomorfologia e a Teoria dos Sistemas. **Geomorfologia**, Campinas-SP, nº21, p 3-22. 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1974.

CHRISTOFOLETTI, A. As Teorias Geomorfológicas. **Geomorfologia**, Campinas-SP, nº25, p. 3-42. 1973.

CHRISTOFOLETTI, A. O desenvolvimento da Geomorfologia. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 12, n. 23. p. 13-30, 1972.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia.** São Paulo: ED. USP, 1979.

COLTRINARI, L. Cartas Geomorfológicas. **Orientação - Instituto de Geografia.** São Paulo, n. 5, p. 96-98, 1984.

COLTRINARI, L. Geomorfologia: Caminhos e Perspectivas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, vol. 1, nº1 (2000) pg. 44-47.

CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. Técnicas de Elaboração, Possibilidades e Restrições de Cartas Morfométricas na Gestão Ambiental. **Geografia**, Rio Claro – SP, v. 28, nº3, p 415-429. 2003.

CUNHA, C. M. L. **A Cartografia do Relevo no Contexto da Gestão Ambiental**. 2001. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp, Rio Claro, 2001.

DE BIASI, M. Cartas de Declividade: Confecção e Utilização. **Geomorfologia**, São Paulo-USP, nº 21, p. 8-12, 1970.

ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria de Estado dos Negócios Metropolitanos. Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo. **Atlas Temático da Sub-Região Alto Tietê Cabeceiras**. São Paulo, Imprensa Oficial, 2001.

ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. **Informações Básicas para o Planejamento Ambiental**. São Paulo, Imprensa Oficial, 2002.

ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência técnica Integral. **Programa Estadual de Micro-Bacias Hidrográficas**. São Paulo, Imprensa Oficial, 2003.

FLORENZANO, T. G. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo. Oficina de Textos, 2008. 318p.

CARVALHO, Y. M. C.; FRANCA, T. J. F. **A preservação dos mananciais da Região Metropolitana de São Paulo e a multifuncionalidade**. Projeto Negowat. IEA/APTA - FAPESP, São Paulo, 2005.

GUERRA, A.J.T. **Dicionário Geológico – Geomorfológico**. 4 ed. Rio de Janeiro: Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1975.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**, São Paulo-SP: IPT, 1981.

LIBAULT, A. Os quatro níveis da pesquisa geográfica. Métodos em Questão, São Paulo. Instituto de Geografia, 1971, pg. 1-14.

MACIEL, J. **Elementos de Teoria Geral dos sistemas**. Petrópolis-RJ, Ed. Vozes, 1974, 404p.

MATHIAS, D. T.; CARVALHO, P.F. . Análise Morfométrica da bacia do córrego Tucum (São Pedro/SP) e elaboração da Carta de Energia do Relevo em meio digital. In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia - SINAGEO, 2008, Belo Horizonte. **Anais do VII Simpósio Nacional de Geomorfologia**, 2008.

MENDES, I A. **A Dinâmica do Escoamento Pluvial na Bacia do Córrego Lafon – Araçatuba/SP**. Tese de Doutorado, Apresentada na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – USP/SP. 1993.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

OLIVEIRA, J. B. **Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1999.112p.

PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, C. M.L. Utilização do ArcGis 9.3 na elaboração de simbologias para mapeamentos geomorfológicos: Uma aplicação na área do complexo argileiro de Santa Gertrudes/SP. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 8, 2010, Recife. Anais... Recife (PE): 2010**13p.

PINHEIRO, M. R. **Técnicas Cartográficas e Aerofotogramétricas no Estudo da Erosão: Alta Bacia do Ribeirão Araquá – São Pedro e Charqueada (SP).**

2009. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. A Utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica para a Conservação dos Recursos Naturais. In: CAMARGO, A.F.M; SCHIAVETTI, A. (org.) **Conceitos de Bacias Hidrográficas Teorias e Aplicações**. Ilhéus-BA: Editus, 2002.

PRADO, H. **Manual de Classificação de Solos do Brasil**. 3 ed. Jaboticabal – SP: FUNEP, 1996. 194p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SUZANO. SECRETARIA DE POLÍTICA URBANA. **Revisão do Plano Diretor de Suzano 2006 – 2016: Etapa 4 - Construção do Conhecimento sobre a Realidade Local Relatório Final Volume 1**. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico de Pedologia**. Souza, C. G. (Coord.). Rio de Janeiro, IBGE. 1994. 104p.

IPT. **Carta geotécnica do estado de São Paulo: escala 1: 500.00 volume II**. Coordenação: Valdir Akihiro Nakazawa. 1º Ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1994.

RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**. N. 17. São Paulo. FFLCH – USP. 2005.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo. Oficina de Textos, 2006. 208p.

ROSS, J. L. S; MOROZ, I; Canil, K. Problemas Ambientais nas Áreas de Proteção aos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, USP. São Paulo-SP, nº 7, 1994. p. 36-48.

ROSS, J. L. S. & MOROZ, I. C. **Mapeamento Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo. IPT \ FAPESP, 1997. Escala 1: 500.000 Vol. 1.

ROSS, J. L. S. Superfícies de Erosão ou Erosão Química nos Processos de Esculturação dos Planaltos do Leste Paulista. Florianópolis: **GEOSUL**, (14) 27, 1998. p. 688 – 691.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990. Coleção – Repensando a Geografia. P. 86.

SABESP. Companhia de Saneamento básico do Estado de São Paulo. **Plano de Metas para o Município de Suzano: Abastecimento Público de Água e Esgotamento Sanitário**. SABESP, 46 p. 2011.

SENDACZ, S.; MONTEIRO JUNIOR A. J.; MERCANTE, C.T.J. ; MENEZES, L.C.B. **Cargas de nutrientes (nitrogênio e fósforo) na bacia do Alto Tietê (cabeceras e guarapiranga)**. Projeto Negowat. Instituto de Pesca/APTA - FAPESP, São Paulo, 2005.

SILVA, L. S. **Análise Morfométrica da Bacia do Córrego Lageado (SP)**. Trabalho de Graduação IGCE/UNESP-RC, 2006.

SOARES, F. P. **Cartografia Morfológica de Detalhe e Intervenções Antrópicas no Alto Jacareí: Subsídios à Avaliação da Degradação Ambiental do Sistema Cantareira**. 2008. Mestrado (Mestrado em Geografia

Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

SOTCHAVA, V. B. **O Estudo de Geossistemas**. São Paulo: IGEOG/USP, 1977 49 p. (Métodos em Questão, 16).

SPIRIDONOV, A. I. **Principios de la Metodología de las Investigaciones de Campo y el Mapeo Geomorfológico**. Habana: Universidad de la Habana, Faculdade de Geografia, Vol. 3. 1981.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. IBGE-SUPREN, Rio de Janeiro. 1977.

TRICART, J. **Géomorphologie Applicable**. 6 ed. Paris. Ed. Masson.1978, 204p.

TRICART, J. **Principes et Méthodes de la Geomorphologie**. Paris: Masson, 1965.

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAM, R.A. **ITC System of Geomorphological Survey**. 3º Edição. Enschede / Netherlands: ITC, 1975.

VERSTAPPEN, H. T. **Applied Geomorphology**. New York, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS. 1983. 437p.

ZACHARIAS, A. P. **Metodologias Convencionais e Digitais para a Elaboração de Cartas Morfométricas do Relevo**. 2001. Dissertação (Mestrado em Geociências) Unesp, Rio Claro, 2001.