

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

**DELIMITAÇÃO DE UNIDADES AMBIENTAIS NA BACIA DO RIO  
CAPIVARA, BOTUCATU (SP)**

**ELEN FITTIPALDI BRASILIO CARREGA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU-SP  
Dezembro, 2006

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

**DELIMITAÇÃO DE UNIDADES AMBIETAIS NA BACIA DO RIO  
CAPIVARA, BOTUCATU (SP)**

**ELEN FITTIPALDI BRASILIO CARREGA  
GEÓGRAFA**

Orientador: Prof. Dr. Sergio Campos

Co-orientador: Prof. Dr. Luis Alberto Blanco Jorge

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de  
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia (Energia na Agricultura)

BOTUCATU - SP  
Dezembro, 2006

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

C314d Carrega, Elen Fittipaldi Brasilio, 1979-  
Delimitação de unidades ambientais na bacia do Rio Capivara, Botucatu (SP)/ Elen Fittipaldi Brasilio Carrega. - Botucatu, [s.n.], 2006.  
xiv, 98 f. : il. color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2006  
Orientador: Sérgio Campos  
Inclui bibliografia

1. Política ambiental. 2. Sistemas de informação geográfica. 3. Unidades ambientais. 4. Sensoriamento remoto. I. Campos, Sérgio. II. Jorge, Luis Alberto Blanco. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS**  
**CAMPUS DE BOTUCATU**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: DELIMITAÇÃO DE UNIDADES AMBIENTAIS NA BACIA DO RIO  
CAPIVARA, BOTUCATU (SP).**

ALUNA: ELEN FITTIPALDI BRASILIO CARREGA

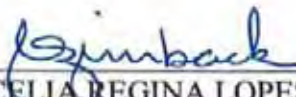
ORIENTADOR: PROF. DR. SERGIO CAMPOS

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. LUIZ ALBERTO BLANCO JORGE

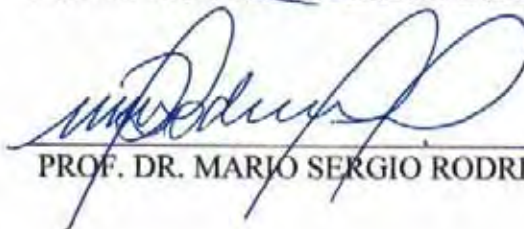
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. SERGIO CAMPOS



PROFA. DRA. CELIA REGINA LOPES ZIMBACK



PROF. DR. MARIO SERGIO RODRIGUES

Data da Realização: 15 de dezembro de 2006.

*Sempre imaginei que o amanhã viria,  
e a vida me daria uma nova oportunidade,  
um novo minuto pra fazer as coisas melhores  
pra falar do meu amor...*

*A verdade é que esperei tanto esse minuto,  
que quando percebi ele já havia passado.*

*Se esse minuto me fosse dado hoje,  
talvez não falasse do meu amor,  
acho que o deixei evidente, mesmo que sem palavras.*

*Mas é certo que falaria do meu orgulho,  
da minha gratidão  
e hoje, bem , hoje falaria da minha saudade.*

*Por isso meu pai,  
à você e a sua memória,*

*dedico.*

### AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu marido, ***Marcos Paulo Carrega***, pelo apoio incansável, dedicação, amor e confiança, sem os quais eu não teria conseguido.

Ao meu filho, ***Ivan Carrega***, pela companhia e paciência nas minhas horas de estudo, por suportar minhas ausências, pelo carinho e amor.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador **Prof. Dr. Sérgio Campos**, pela oportunidade da realização desse trabalho, pela orientação, pelos conselhos pertinentes e a amizade adquirida ao longo desses anos.

Ao meu co-orientador **Prof. Dr. Luis Alberto Blanco Jorge**, pelo meu crescimento profissional, pela incansável dedicação e orientação sem a qual esse trabalho não existiria.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Energia na Agricultura por conceder-me a oportunidade de realizar o Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Gestor Ambiental **João Batista de Oliveira**, pela ajuda imprescindível na caracterização da vegetação natural da Bacia do rio Capivara.

Ao **Prof. Dr. Mário Sérgio Rodrigues** pelas oportunidades, ensinamentos, indicações e sincera amizade.

À **Profa. Dra. Célia Regina Lopes Zimback**, pelas orientações e pertinentes sugestões quanto à interpretação dos resultados.

Ao **Prof. Hélio Rodolfo** pelo exemplo e dedicação.

À minha família, pelo suporte recebido.

Aos amigos *Melissa, Célia, Camila, Delma, Elisa, Adalberto, Marilena, Rubens, Elaine, Gilmar, Auria, Marcos, Alessandra, Passarelli e Rosa*, pela feliz convivência ao longo dos anos, pela ajuda e apoio nos momentos de indecisão.

Aos colegas e amigos conquistados durante o Programa de Pós-graduação, *Guilherme, André, Gustavo, Cristiane, Débora, Gloria, Ricardo e Ramon* pelo auxílio nos trabalhos, sugestões, críticas e saudável convivência.

Aos Departamentos de Engenharia Rural e Engenharia Florestal, seus Professores e funcionários pela concessão do laboratório, equipamentos e materiais necessários à elaboração e confecção dos mapas topográficos básicos e, especialmente, ao amigo *Ronaldo Alberto Pollo*, pela ajuda profissional, pelo apoio e amizade durante esta convivência.

Aos funcionários da biblioteca e às secretárias da Seção de Pós Graduação, pela atenção e dedicação.

E a todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE FIGURAS .....	IX
LISTA DE TABELAS.....	XIII
1. RESUMO .....	1
2. SUMMARY .....	3
3. INTRODUÇÃO.....	5
4. REVISÃO DE LITERATURA .....	7
4.1. A importância do planejamento ambiental no desenvolvimento sustentável da unidade territorial .....	7
4.2. A bacia hidrográfica como unidade de planejamento ambiental .....	10
4.3. Etapas do planejamento ambiental .....	13
4.4. Definição de unidades ambientais dentro de uma unidade territorial estudada ...	19
4.5. O SIG como ferramenta do planejamento ambiental.....	22
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
5.1. Área de estudo .....	24
5.1.1. Relevo.....	24
5.1.2. Geologia .....	25
5.1.3. Solos .....	26
5.1.4. Clima .....	28
5.1.5. Vegetação .....	28
5.1.6. Uso e ocupação do solo .....	30
5.2. Materiais .....	30
5.3. Métodos .....	31
5.3.1. Delimitação da área de estudo .....	31

5.3.2. Modelo digital de elevação e classes de declive .....	32
5.3.3. Unidades de solo .....	33
5.3.4. Histórico do uso do solo e vegetação natural .....	34
5.3.5. Uso do solo e vegetação natural em 2006 .....	36
5.3.6. Delimitação de unidades homogêneas da bacia .....	37
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
6.1. Modelagem do relevo .....	40
6.2. Unidades de solo.....	46
6.3. Uso do solo e vegetação natural .....	48
6.3.1. Histórico recente do uso do solo e vegetação natural .....	48
6.3.2. Uso de solo e vegetação natural em 2006 .....	52
6.4. As unidades ambientais .....	55
6.5. Unidades ambientais em relação ao uso do solo e vegetação natural em 2000 e 2006 .....	60
6.5.1. Fundo de vale do médio e baixo Capivara .....	60
6.5.2. Vertentes orientais do médio e baixo Capivara .....	64
6.5.3. Interflúvios orientais do médio e baixo Capivara .....	66
6.5.4. Vertentes ocidentais do médio e baixo Capivara .....	69
6.5.5. Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara .....	72
6.5.6. Vertentes do Ribeirão Duas Águas .....	75
6.5.7. Vertentes do Córrego Capivari .....	78
6.5.8. Topos do médio e baixo Capivara .....	81
6.5.9. Frente da Cuesta de Botucatu .....	84
6.5.10. Vertentes e fundos de vale do alto Capivara .....	87
6.5.11. Topos conservados do alto Capivara .....	90
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>93</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>94</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
1. Fases metodológicas da ciência da paisagem (PLA;VILAS, 1992) .....	16
2. Etapas metodológicas do estudo da paisagem (PLA; VILAS, 1992) .....	18
3. Localização da bacia do Rio Capivara, Município de Botucatu (SP) .....	25
4. Determinação da declividade da bacia do Rio Capivara – Botucatu (SP) .....	33
5. Composição de imagem Landsat 5 e Spot, com limites do historio recente do uso do solo e vegetação natural da bacia do Rio Capivara, Município de Botucatu (SP) .....	36
6. Imagem CBERS com sobreposição de limites do uso do solo e vegetação natural da bacia do Rio Capivara, Município de Botucatu (SP).....	38
7. Curvas de nível e Topos de morro da bacia do Rio Capivara - Município de Botucatu (SP) .....	41
8. Mapa da rede de drenagem da bacia do Rio Capivara – Município de Botucatu (SP) .....	42
9. Modelo digital de elevação da bacia do Rio Capivara – Município de Botucatu (SP) .....	43
10. Mapa de classes de declive da bacia do Rio Capivara - Município de Botucatu (SP) .....	44
11. Mapa de classes de altitude e declividade da bacia do Rio Capivara – Município de Botucatu (SP) .....	45
12. Unidades de solo da bacia do Rio Capivara, Município de Botucatu (SP) .....	47
13. Mapa do histórico recente do uso do solo e vegetação natural da bacia do Rio Capivara - Município de Botucatu (SP) .....	49
14. Mapa do uso do solo e vegetação natural em 2006 da bacia do Rio Capivara – Município de Botucatu (SP) .....	53
15. Mapa de unidades ambientais da bacia do Rio Capivara - Município de Botucatu (SP).....	56

16. Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Fundo de vale do médio e baixo Capivara nos anos de 2000 e 2006 .....	62
17. Leito do rio principal da bacia do Rio Capivara, inserida na unidade ambiental Fundo de vale do médio e baixo Capivara.....	62
18. Áreas alagadas na parte final da bacia do Rio Capivara, inserida na unidade ambiental Fundo de vale do médio e baixo Capivara.....	63
19. Área denominada Rio da Indiana na região do médio Capivara, inserida na unidade ambiental Fundo de vale do médio e baixo Capivara.....	63
20. Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Vertentes orientais do médio e baixo Capivara nos anos de 2000 e 2006.....	65
21. Área de vertentes da região final da bacia do Rio Capivara inserida na unidade ambiental Vertentes orientais do médio e baixo Capivara.....	66
22. Área de vertentes da região do médio Capivara inserida na unidade ambiental Vertentes orientais do médio e baixo Capivara.....	66
23. Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Interflúvios orientais do Médio e baixo Capivara nos anos de 2000 e 2006.....	68
24. Área de cultura anual, com reflorestamento ao fundo na região do baixo Capivara inserida na unidade ambiental Interflúvios orientais do médio e baixo Capivara...	68
25. Área de citros na região do médio Capivara inserida na unidade ambiental Interflúvios orientais do médio e baixo Capivara.....	69
26. Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Vertentes ocidentais do médio e baixo Capivara nos anos de 2000 e 2006.....	71
27. Vertentes da região do baixo Capivara inserida na unidade ambiental Vertentes ocidentais do médio e baixo Capivara.....	71
28. Vertentes da região do médio Capivara inserida na unidade ambiental Vertentes ocidentais do médio e baixo Capivara.....	72
29. Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara nos anos de 2000 e 2006.....	74
30. Área de pastagem no baixo Capivara inserida na unidade ambiental Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara.....	74

31. Área de pastagem no baixo Capivara inserida na unidade ambiental Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara.....	75
32. Área de vegetação natural e plantação florestal inserida na unidade ambiental Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara.....	75
33. Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Vertentes do ribeirão Duas Águas nos anos de 2000 e 2006.....	77
34. Braço do ribeirão Duas Águas inserido na unidade ambiental Vertentes do ribeirão Duas Águas.....	77
35. Vegetação de cerradão ao longo dos cursos d'água inserida na unidade ambiental Vertentes do Ribeirão Duas Águas.....	78
36. Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Vertentes do Córrego Capivari nos anos de 2000 e 2006.....	80
37. Vegetação de cerradão ao longo dos cursos d'água inserida na unidade ambiental Vertentes do Córrego Capivari.....	80
38. Área de pastagem no entorno das de cerradão inseridas na unidade ambiental Vertentes do Córrego Capivari.....	81
39. Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Topos do médio e baixo Capivara nos anos de 2000 e 2006.....	82
40. Área de pastagem inserida na unidade ambiental Topos do médio e baixo Capivara.....	83
41. Área de pastagem e vegetação natural inserida na unidade ambiental Topos do médio e baixo Capivara.....	83
42. Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Frente da Cuesta de Botucatu nos anos de 2000 e 2006.....	85
43. Área de pastagem e floresta estacional semidecidual inserida na unidade ambiental Frente da Cuesta de Botucatu.....	86
44. Área de floresta estacional semidecidual inserida na unidade ambiental Frente da Cuesta de Botucatu.....	86
45. Vista da ruptura do relevo na unidade ambiental Frente da Cuesta de Botucatu.....	87
46. Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Vertentes e fundos de vale do alto Capivara nos anos de 2000 e 2006.....	88

47. Área de pastagem e cerradão inserida na unidade ambiental Vertentes e fundos de vale do alto Capivara.....	89
48. Vista da área de preservação permanente degradada inserida na unidade ambiental Vertentes e fundos de vale do alto Capivara.....	89
49. Região superior a cascata da Marta inserida na unidade ambiental Vertentes e fundos de vale do alto Capivara.....	90
50. Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Topos conservados do alto Capivara nos anos de 2000 e 2006.....	91
51. Região próxima a Unidade da CESP inserida na unidade ambiental Topos conservados do alto Capivara.....	92
52. Região próxima a Rodovia Marechal Rondon inserida na unidade ambiental Topos conservados do alto Capivara.....	92

## LISTA DE TABELAS

	<b>Páginas</b>
1. Classes do solo e vegetação natural em 2000 da bacia do Rio Capivara – Município de Botucatu (SP) .....	50
2. Classes do solo e vegetação natural em 2006 da bacia do Rio Capivara – Município de Botucatu (SP).....	54
3. Unidades ambientais da bacia do Rio Capivara – Município de Botucatu (SP).....	57
4. Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Fundo de vale do médio e baixo Capivara, Município de Botucatu (SP).....	60
5. Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Fundo de vale do médio e baixo Capivara, Município de Botucatu (SP).....	61
6. Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Vertentes orientais do médio e baixo Capivara, Município de Botucatu (SP).....	64
7. Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Vertentes orientais do médio e baixo Capivara, Município de Botucatu (SP) .....	64
8. Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Interflúvios orientais do médio e baixo Capivara, Município de Botucatu (SP) .....	67
9. Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Interflúvios orientais do médio e baixo Capivara, Município de Botucatu(SP) .....	67
10. Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Vertentes ocidentais do médio e baixo Capivara, Município de Botucatu (SP) .....	69
11. Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Vertentes ocidentais do médio e baixo Capivara, Município de Botucatu (SP) .....	70
12. Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara, Município de Botucatu (SP) .....	72
13. Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara, Município de Botucatu (SP).....	73
14. Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Vertentes	

do Ribeirão Duas Águas, Município de Botucatu (SP) .....	76
15. Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Vertentes do Ribeirão Duas Águas, Município de Botucatu (SP) .....	76
16. Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Vertentes do Córrego Capivari, Município de Botucatu (SP) .....	79
17. Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Vertentes do Córrego Capivari, Município de Botucatu (SP) .....	79
18. Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Topos do médio e baixo Capivara, Município de Botucatu (SP).....	81
19. Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Topos do médio e baixo Capivara, Município de Botucatu (SP).....	82
20. Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Frente da Cuesta de Botucatu, Município de Botucatu (SP).....	84
21. Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Frente da Cuesta de Botucatu, Município de Botucatu (SP).....	84
22. Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Vertentes e fundos de vale do alto Capivara, Município de Botucatu (SP).....	87
23. Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Vertentes e fundos de vale do alto Capivara, Município de Botucatu (SP).....	88
24. Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Topos conservados do alto Capivara, Município de Botucatu (SP).....	90
25. Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Topos conservados do alto Capivara, Município de Botucatu (SP).....	91

## 1. RESUMO

O planejamento ambiental em bacias hidrográficas exige um levantamento intenso de dados sobre a distribuição e comportamento das variáveis de análise selecionadas. Nesse trabalho, chama-se a atenção para a delimitação de unidades ambientais como resultado da integração de diferentes fatores ou elementos do meio físico, na busca de expressar a complexidade existente na unidade funcional da bacia hidrográfica. Desta forma o presente estudo teve como objetivo levantar as unidades homogêneas da bacia, com o auxílio do Sistema de Informação Geográfica. A bacia do Rio Capivara, localizada no município de Botucatu (SP), é um dos mais importantes afluentes da margem esquerda da bacia do Rio Tietê, situada entre as coordenadas planas 758000; 7486000 e 779645; 7456286, com uma área total de 22.218 ha. Utilizaram-se como materiais, as cartas planialtimétricas do IBGE, escala 1:50.000; fotografias aéreas da BASE, escala 1:30.000; imagens orbitais SPOT e Landsat de 1997 e CBERS de 2005; Sistema de Informação Geográfica ILWIS 3.2 for Windows; scanners; GPS; ploters e estereoscópio de espelho. Para a elaboração dos mapas temáticos foram agregados fatores do relevo tais como altitude e classes de declive que geram o mapa classes de altitude e declividade, somado ao mapa de unidades de solo (Piroli, 2002) gerou a primeira aproximação das unidades homogêneas da bacia, refinadas com as informações de uso do solo e vegetação natural. O mapa temático de unidades ambientais contém 11 unidades distintas, sendo elas: Frente da Cuesta de Botucatu, Fundo de vale do médio e baixo Capivara, Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara, Interflúvios

orientais do médio e baixo Capivara, Topos conservados do alto Capivara, Topos do médio e baixo Capivara, Vertentes do Córrego Capivari, Vertentes do Ribeirão Duas Águas, Vertentes e fundos de vale do alto Capivara, Vertentes ocidentais do médio e baixo Capivara, Vertentes orientais do médio e baixo Capivara. Para proporcionar uma maior consistência informativa e transmitir o conhecimento sobre o território adquirido na fase de levantamento, optou-se por apresentar uma descrição das unidades ambientais em conjunto com a evolução de seu uso do solo e vegetação natural para retratar com maior segurança a dinâmica atual da bacia do Rio Capivara. As unidades ambientais do médio e baixo Capivara apresentam sua dinâmica interna em intensa transformação, onde as áreas antes tomadas pela pastagem, hoje vem sendo substituídas pelas monoculturas de citros e plantação florestal, com quase 30% da área total da bacia, as principais áreas de cerradão estão localizadas nas unidades do lado oriental e as de floresta estacional semidecidual, mais preservadas, estão nas unidades do lado ocidental e sul da bacia. Nas unidades do alto Capivara encontramos a maior diversidade de classes de uso. Sendo assim, conclui-se que o processo de agrupamento dos fatores físicos da bacia, por meio do SIG foi eficaz na análise da homogeneidade da bacia e o acréscimo do uso do solo e vegetação natural deu um refinamento nessa análise, deixando claro a dinâmica atual da bacia do Rio Capivara.

Palavras chaves: Planejamento ambiental, Unidades de paisagem, Sistema de Informação Geográfica e Imagens orbitais.

## 2. SUMMARY

DELIMITATION OF ENVIRONMENTALS UNITS IN THE RIVER CAPIVARA'S BASIN, BOTUCATU (SP). Botucatu, 2006. 98p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Elen Fittipaldi Brasília Carrega

Adviser: Sérgio Campos

Adviser: Luis Alberto Blanco Jorge

Hydrographic basins environment planning demands an intense amount of collecting data about the distribution and the behavior of the different variables that are selected for the analysis. In this work, we bring the attention to the delimitation of ambient units as a result of integration of different factors or elements of the physical medium, in order to express the complexity that exists in the functional unit of the hydrographic basin. This way, the present study had the objective to raise the homogeneous units of the basin, with the aid of the Geographic Information System. River Capivara's basin, that is located in the city of Botucatu (SP), is one of the most important affluent of the left margin of the River Tietê, situated between the plain coordinates 758000; 7486000 e 779645; 7456286, with a total area total of 22.218 ha. Were used as materials, the planialtimetric maps from IBGE, scale 1:50.000; air photographs of the BASE, scale 1:30.000; orbital images SPOT and Landsat from 1997 and CBERS from 2005; the Geographic Information System ILWIS 3.2 for Windows; scanners; GPS; plotters and mirror stereoscopy. For theme map elaboration were joined factors of the releif such as heighness and declive classes that generate class altitude and declivity map classes, added to the map of soil units (Piroli, 2002) generated the first approximation of the homogeneous units of the basin, refined with the information of soil usage and natural vegetation. The thematic map of the environment units have 11 different units, that are: Front of the Botucatu's cuesta, Botto n of the valley of the medium and low Capivara, Ocidental Mountaintops of the medium and low Capivara, Mountaintops orientais of the medium and low Capivara, Conservated tops of the high Capivara, Tops of the medium and low Capivara, Vertents of the Capivari, Vertents of the Duas Águas, Vertents and Bottons of the valley of the high Capivara, Ocidental Vertents of the medium and low Capivara,

Oriental Vertents of the medium and low Capivara. To proportionate a better informative consistence and transmit the knowledge about the territory acquired in the level of collecting data, we opted to present the description of the ambient units in addition with the evolution of its use of the soil and natural vegetation to portrait with more security the nowadays dynamics of the basin of the River Capivara. The ambient units of the medium and low Capivara present their internal dynamics in intense transformation, were the areas, that were taken by the ground before, today have been substituted by the monocultures of citrus and forest plantation, with almost 30% of the total area of the basin, the main areas of savana are located in the units of the oriental side, and the ones of seasonal forest, more preserved, are in the units of the ocidental side and south of the basin. In the units of the high Capivara we found the biggest diversity of classes of use. Thus, we conclude that the grouping processes of the physical factors of the basin, by means of SIG was effective in the analysis of the basin homogeneity and the addition of the use of soil and natural vegetation made a refinement in this analysis, by making clear the nowadays dynamics of River Capivara's basin.

Key words: Environment planning, Units of landscape, Geographic Information System and Orbital images.

### 3. INTRODUÇÃO

A ocupação do homem sobre a superfície terrestre se deu de forma pouco planejada, objetivando maximizar os lucros muito pouco se fez no sentido de preservar os recursos naturais. A deterioração desses recursos naturais, principalmente do solo e da água, vem crescendo na região de Botucatu, com o passar dos anos devido à falta de planejamento e sua má utilização.

A bacia do Rio Capivara localiza-se na porção do território de Botucatu que pertence à Unidade de Gerenciamento Estadual de Recursos Hídricos da Bacia do Médio Tietê – Sorocaba, possuindo baixo percentual de cobertura florestal e processos erosivos no entorno de suas nascentes, alguns com alto grau de criticidade.

A bacia do Rio Capivara está inserida na APA (Área de Proteção Ambiental) Estadual Corumbataí, Botucatu e Tejupá, perímetro de Botucatu, sendo que, parte da bacia encontra-se fora de seus limites, mas, no entanto, necessitando de uma ordenação urgente, pois sofre a pressão da ocupação cada vez mais intensa, por estar muito próxima da área urbana.

A Cuesta Basáltica compõe um cenário paisagístico de grande beleza na região, ainda restando trechos de mata original (Floresta estacional semidecidual e cerrado) sendo comuns os morros testemunhos, isolados, esculpidos pela erosão, formando um cenário peculiar na região. Ao pé da Cuesta, estendem-se vales amplos e suaves, com presença das várzeas ao longo do curso d'água.

As formações de Cuestas, pela própria fragilidade de seus solos, que são pouco profundos e encontram-se em áreas de grande declividade já constituem atributos naturais que merecem proteção, acrescido ao fato que as áreas inferiores a ela compõem a região de captação do aquífero Guarani, considerado o segundo maior do mundo e com excelente padrão de potabilidade.

Portanto, é visível que a bacia carece de um planejamento integrado que vise a proteção dos recursos naturais e ainda suporte e viabilize as atividades econômicas instaladas na região. O planejamento ambiental em bacias hidrográficas exige um levantamento intenso de dados sobre a distribuição e comportamento das variáveis de análise selecionadas.

Nesse trabalho, chama-se a atenção para a delimitação de unidades ambientais como resultado da integração de diferentes fatores ou elementos do meio físico, na busca de expressar a complexidade existente na unidade funcional da bacia hidrográfica. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo levantar as unidades homogêneas da bacia, com o auxílio do Sistema de Informação Geográfica para facilitar a compreensão do sistema territorial e identificar a dinâmica atual da bacia, visando em última análise o planejamento e manejo distinto de cada unidade ambiental.

## **4. REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1. A importância do planejamento ambiental no desenvolvimento sustentável da unidade territorial**

Um dos mais importantes movimentos sociais dos últimos anos, promovendo significativas transformações no comportamento da sociedade e na organização política e econômica, foi à chamada “revolução ambiental”. A extensão das atividades humanas, afetando o planeta, propiciou o aumento do interesse em planejar, não apenas os espaços criados e alterados pelo homem, mas o ambiente como um todo. Isto pode ser evidenciado pela preocupação em utilizar os recursos naturais com o mínimo de interferência possível no ambiente para garantir a sustentabilidade e sobrevivência das gerações futuras (CORSEUIL, 2006).

Com raízes no final do século XIX, a questão ambiental emergiu após a Segunda Guerra Mundial, promovendo importantes mudanças na visão do mundo. Pela primeira vez a humanidade percebeu que os recursos naturais são finitos e que seu uso incorreto pode representar o fim de sua própria existência. Com o surgimento da consciência ambiental, a ciência e a tecnologia passaram a ser questionadas. Neste início de século, em que o mundo vem passando por um importante processo de reorganização, a questão ambiental tenta resgatar sua essência frente às relações sociedade/ natureza. Cabe também ressaltar que a compreensão das relações sociedade/ natureza e da questão ambiental passa também pelo

conhecimento do processo de produção do espaço, já que a devastação do planeta pela técnica leva o homem a pensar na produção do espaço pela técnica (CUNHA; GUERRA, 2005).

Destro (2006) mostrou que o uso dos recursos naturais tem caráter exploratório, sócio-econômico e histórico, gerado pela despreocupação com a degradação do meio ambiente e o uso descontrolado dos recursos naturais, que até então eram considerados infinitos. Sendo assim, sugeriu que antes de qualquer ação que venha reverter ou amenizar quadros de degradação é necessário aos tomadores de decisão analisar a sua abrangência numa escala regional, conhecendo sua real intensidade e capacidade de adaptação do meio ambiente. Sendo assim, o planejamento ambiental é um método de apoio às decisões técnico-científicas, políticas e administrativas, para se definir normas racionais de atuação e ordenação do espaço com objetividade e eficiência.

Para Lepsh (1991) essa ordenação do espaço, como um conjunto de recomendações a serem seguidas, torna o uso compatível com a capacidade de uso da terra, em que são especificadas quais as práticas mais adequadas para a conservação dos recursos naturais. Tornero (2000) completou dizendo que nesse planejamento integrado, as áreas propícias para o desenvolvimento econômico poderão ser caracterizadas, sempre respeitando os ecossistemas da região.

Cunha e Guerra (2005) disseram que é fundamental entender a cultura e as formas específicas com que as populações manejam seus recursos naturais. Também é fundamental uma previsão acurada e integrada dos impactos oriundos de ações, manejos e projetos propostos para a área em estudo, bem como a intensidade da pressão direta ou indireta que eles impõem sobre o local.

Segundo Franco (2001) explicou a palavra planejamento carrega em seu próprio significado o sentido de empreendimento, projeto, sonho e intenção. Com o empreendimento já se revela o ato de intervir ou transformar uma dada situação numa determinada direção, a fim de que se concretizem algumas intenções. Portanto, todo planejamento que parte do princípio da valorização e conservação das bases naturais de um dado território como base de auto-sustentação da vida e das interações que a mantém é denominado planejamento ambiental, sendo que o objetivo é atingir o desenvolvimento sustentável da espécie humana e do ambiente em que vive.

Sendo assim, para o mesmo autor, o planejamento ambiental deve empregar como instrumento todas as informações disponíveis sobre a área de estudo, vindas das mais diversas áreas do conhecimento, bem como as tecnologias de ponta que possam facilitar o seu meio principal de comunicação e de projeto. Uma vez que o desenvolvimento sustentável apresenta além da questão ambiental, tecnológica e econômica, uma dimensão cultural e política, ele exige a participação democrática de todos na tomada de decisão para as mudanças que se farão necessárias para a implementação do mesmo. Assim, todo o esforço da civilização na direção da preservação e conservação dos recursos ambientais de um território, com vistas à sua própria sobrevivência, entende-se por “planejamento ambiental”.

O planejamento ambiental é um processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistematizada das informações por meio de procedimentos e métodos para se chegar a atingir metas específicas no futuro, tanto em relação a recursos naturais quanto à sociedade. Um dos seus mais importantes papéis é o de direcionar os instrumentos, vantagens e restrições de métodos e técnicas de gestão para o desenvolvimento de atividades num determinado espaço e tempo, incentivando a participação institucional e dos cidadãos e induzindo relações mais estreitas entre sociedade e autoridades regionais (SILVA; SANTOS, 2004).

Para Botelho (1999) o termo planejamento ambiental é amplo e ganha diferentes versões conforme o objeto foco do estudo. Como pode-se perceber, ele é um processo racional de tomada de decisões, o qual implica necessariamente uma reflexão sobre as condições sociais, econômicas e ambientais que orientam qualquer ação e decisão futura. Portanto, o termo planejamento ambiental é bem abrangente e pode ser utilizado para definir todo e qualquer projeto de planejamento de uma determinada área que leve em consideração fatores físico-naturais e sócio-econômicos para a avaliação das possibilidades de uso do território e/ou dos recursos naturais, ainda que haja, de acordo com os objetivos e metodologias de cada projeto, certa ênfase em determinado fator.

Portanto, todo planejamento ambiental tem como meta o desenvolvimento sustentável que representa atualmente um elemento de aprofundamento das discussões quanto ao real significado dos conceitos de progresso e desenvolvimento econômico e social. A urgência por alternativas estabelecidas a partir das crises ambientais e de recursos tem induzido a procura de estratégias que traduzam uma solução consistente de

continuidade dos processos de desenvolvimento, sem que para isso ocorra o comprometimento da base de sustentação das atividades produtivas. Tecnicamente, o conceito de sustentabilidade está relacionado à capacidade de um sistema em propiciar meios de subsistência à determinada população em intervalos espaço/temporais definidos. De forma simplificada, um sistema auto-sustentado pode ser caracterizado por apresentar um equilíbrio dinâmico – balanço espaço/temporal – entre suas necessidades e os meios de sustentação necessários. Representa a avaliação integrada dos processos produtivos e ambientais, as estratégias de manejo ambiental/florestal empregadas e a conservação e utilização racional dos recursos naturais. Objetiva a compreensão dos processos produtivos em escala mais ampla, com o resgate e a conservação de valores culturais e ambientais visando o manejo e a conservação dos recursos naturais (CASTRO; MORROT, 1996).

Graças a influência dos movimentos ecológicos aliados ao planejamento ambiental à expressão desenvolvimento sustentável ganhou extrema força nos discursos políticos do mundo atual. A noção de desenvolvimento sustentável vem sendo utilizada como portadora de um novo projeto para a sociedade, capaz de garantir, no presente e no futuro, a sobrevivência dos grupos sociais e da natureza. Transformando-se, gradativamente, em uma categoria-chave, amplamente divulgada (BECKER, 2002).

#### **4.2. A bacia hidrográfica como unidade de planejamento ambiental.**

Segundo Corseuil (2006), por bacia hidrográfica entende-se uma área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus afluentes, sendo delimitada por linhas divisoras de água que demarcam seu contorno, estas linhas são definidas pela conformação das curvas de nível e ligam os pontos mais altos do terreno em torno da drenagem considerada. Os fenômenos ocorridos dentro de uma bacia, sejam eles de origem natural ou antrópica, interferem na dinâmica sistêmica, na quantidade e qualidade dos cursos de água e as medidas de algumas de suas variáveis (solo, clima, vegetação, relevo, entre outros) permitem compreender a soma desses fenômenos.

Esses são alguns dos aspectos que levam os planejadores a escolherem a bacia hidrográfica como uma unidade de gestão, bem como, por ser um sistema natural bem delimitado no espaço, onde as interações físicas são integradas e, portanto, mais fáceis de

serem compreendidas, espacializadas e caracterizadas, capazes de refletir as relações de causa e efeito. O planejamento que utiliza a bacia hidrográfica como unidade básica de trabalho é mais adequado e permite conciliar a produção com a preservação ambiental, em função dos limites serem estabelecidos naturalmente, por meio do divisor de águas (CORSEUIL, 2006).

Botelho (1999) também descreveu a bacia hidrográfica como uma célula natural que pode, a partir da definição do ponto de saída, ser delimitada sobre uma base cartográfica que contenha cotas altimétricas, como as cartas topográficas, ou que permita uma visão tridimensional da paisagem, como as fotografias aéreas. Chamando a atenção para a bacia hidrográfica como unidade natural de análise da superfície terrestre, onde é possível reconhecer e estudar as inter-relações existentes entre os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua esculturação.

Ainda de acordo com a autora o planejamento ambiental em bacias hidrográficas exige um levantamento intenso de dados sobre a distribuição e comportamento das variáveis de análise selecionadas, em que, para o conhecimento das reais potencialidades e limitações de seu uso e ocupação é preciso levantar dados acerca de seus atributos físicos, como clima, geologia, relevo, solos, rede de drenagem e vegetação. Esse levantamento geral não se encontra disponível e deve, então, ser produzido com a devida atenção para a necessidade de garantir um nível de investigação ou detalhamento equilibrado entre as variáveis físicas adotadas, sem que haja privilégio de uma sobre a outra.

Sendo assim, a unidade territorial de uma bacia hidrográfica é composta por diferentes formas de ocupação (áreas de matas, campos cultivados, cidades e outras), que se interagem e se interligam por um sistema de ravinas, canais e tributários, que drenam as águas das chuvas para o curso principal, cuja vazão efluente converge para uma única saída que deságua em outro rio, lago, mar ou oceano (BORGES, 2005).

O mesmo autor descreveu que a utilização da bacia como unidade de planejamento formal surgiu nos Estados Unidos, com a criação da *Tennessee Valley Authority* (TVA), em 1933, e a partir de então é adotada no Reino Unido, França, Nigéria e restante do mundo. No Brasil, a década de 80 e principalmente a de 90 são marcadas por inúmeros trabalhos que têm na bacia hidrográfica sua unidade fundamental de pesquisa.

Bordalo (1998) relatou que os primeiros e principais trabalhos em microbacias hidrográficas desenvolvidos no país iniciaram-se em 1972, no estado da Paraíba.

Os primeiros estudos nas bacias hidrográficas tinham como objetivo estudar fatores relacionados à água e solos, mas o uso da bacia hidrográfica, como unidade de estudo, vai além desses dois fatores.

Grossi (2003) destacou que a própria legislação referencia a bacia hidrográfica como área de influência a partir da Resolução de n.º 001/86 do CONAMA ( Conselho Nacional do Meio ambiente), de 1981, onde esta unidade passou a ser considerada área de análise no estudo prévio de impacto ambiental. A Lei 9.433/97, estabelece os princípios básicos para a gestão dos recursos hídricos e adota a bacia hidrográfica como unidade de planejamento.

Para Santos (2004) os trabalhos em bacias são maneiras eficientes de gerar tecnologia regionalizada, difundir práticas de manejo do solo e cultura, conservar recursos naturais e contribuir para o desenvolvimento, permitindo ainda, propor soluções para melhorar as formas de uso da terra de uma determinada região. Disse que a bacia hidrográfica ou suas subunidades fazem parte de um ecossistema agrícola, de fácil controle, conhecido e facilmente monitorável em todos os seus aspectos, constituindo um campo ideal para estudos do comportamento dos solos frente ao uso e manejo.

Segundo os autores Prochnow (1985); Rocha (1991); Souza e Fernandes (2000), um programa que vise à conservação dos recursos naturais deve iniciar seus trabalhos pelas unidades ambientais, sendo a bacia hidrográfica a unidade de estudo funcional que mais favorece ao desenvolvimento de muitos conceitos hidrológicos e que mais se ajusta aos objetivos do planejamento ambiental, como uma unidade ecossistêmica e morfológica que melhor reflete os impactos das interferências naturais e antrópicos, que de forma permanente e dinâmica afetando os ecossistemas como um todo. Compreendida dessa forma, a bacia hidrográfica passa a representar uma unidade ideal de planejamento de uso das terras.

Cunha e Guerra (2005) lembraram que os limites territoriais das bacias hidrográficas ou de seus subsistemas nem sempre coincidem com as delimitações político-administrativas, de modo que uma mesma bacia pode ser compartilhada por diferentes países, estados ou municípios, criando complicadores para gestão ambiental. Mas Franco (2001) completou explicando que as ações de planejamento ambiental, embora levem em conta as questões nacionais ou regionais, por serem ecossistêmicas, transcendem os limites políticos,

uma vez que, no mínimo, elas deverão levar em conta os limites físicos das bacias hidrográficas.

Portanto, na análise ambiental, os estudos considerando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento tem grande importância nos contextos técnico-científicos e aplicados à montagem e execução de um projeto integrado de manejo sustentável, por ser uma importante unidade de planificação, devido a sua alta coesão geográfica e ao seu funcionamento em torno do elemento água. Sendo assim, a bacia hidrográfica é uma interessante unidade de planificação e gestão integral do meio, que pode definir unidades territoriais funcionais e adaptá-las como unidades básicas de ordenação territorial (OREA, 2002).

Acredita-se assim, que o planejamento ambiental em bacias hidrográficas pode minimizar a ocorrência de impactos ambientais decorrentes da ação antrópica indiscriminada, respeitando as limitações ou capacidade de acolhida apresentada pelo meio físico à implantação das atividades humanas, é possível conciliar o crescimento econômico e preservação ambiental na tentativa de atingir o chamado “desenvolvimento sustentável” (BOTELHO, 1999).

### **4.3. Etapas do planejamento ambiental.**

Com a crescente mudança da sociedade em cobrar ações que contenham a exploração dos recursos naturais, a comunidade científica vem desempenhando papel fundamental na elaboração e aplicação de metodologias, as quais busquem formas e instrumentos de melhor gerenciar os recursos naturais. Os instrumentos do planejamento ambiental são meios importantes para se chegar a um desenvolvimento sustentável (SANTOS, 2004).

Para Botelho (1999) a realização de um estudo de planejamento ambiental dentro de um cenário compreende várias fases, que vão desde a compilação e levantamento de dados, descrição do meio físico, estabelecimento das unidades cartográficas, até a aplicação de um método de avaliação dessas unidades. A avaliação pode estar apoiada no estudo das capacidades ou potencialidades de uso e ocupação de um determinado território

(avaliação de capacidade) ou no estudo dos impactos que a implantação e desenvolvimento dessas atividades produziriam ao meio ambiente (avaliação de impacto).

Segundo a mesma autora, a realização de um planejamento ambiental, portanto de cunho conservacionista, é bastante dependente, não só da escolha do tipo de método de avaliação, mas principalmente da postura ambientalista do planejador/pesquisador ou equipe, da sua experiência e da variedade, precisão e confiabilidade dos dados levantados durante a etapa de diagnóstico ou inventário ambiental. Quanto maior a quantidade e qualidade dos dados levantados, maiores serão as alternativas de uso que poderão ser consideradas ao final do processo.

Orea (2002), explicou que ao final do diagnóstico do meio físico pretende-se conhecer como ele é e como funciona, que problemas o afetam e de que potencialidade dispõe, mais especificamente o diagnóstico do meio físico deve conter aspectos descritivos e interativos, como por exemplo:

- conhecimento das características naturais do território, estruturais e funcionais, baseado em um inventário das mesmas e uma interação de seu funcionamento;
- compreensão das formas em se utiliza o território e seus recursos naturais, incluindo as degradações e ameaças que atuam sobre ele;
- valorização do território, em termos de mérito de conservação, baseado na excelência, significado e função dos elementos e processos que se dão nele;
- estimativa da potencialidade do território, em termos das oportunidades que oferece, em quanto recurso, suporte e receptor de desfechos, para as atividades humanas;
- estimativa da fragilidade ou vulnerabilidade do território para estas atividades;
- conhecimento dos riscos naturais que se dão no território e suas implicações para as atividades humanas;

- determinação da capacidade de acolhida do território para as atividades citadas.

O estudo do meio físico, ainda segundo Orea (2002), pode-se organizar em quatro grandes blocos de levantamento e interpretação das variáveis ambientais, que são:

- descrição dos elementos e processos naturais do território em sua situação e utilização atual;
- levantamento das afeições legais do solo e previsões de planificação territorial ou setorial;
- elaboração de um inventário de degradações existentes;
- descrição das ameaças derivadas das previsões e das tendências observadas.

Botelho (1999) descreveu que a parte mais importante de um sistema de avaliação reside no levantamento dos dados do meio físico e na sua conjugação e interpretação, para o estabelecimento das unidades cartográficas de planejamento. Desse modo, é possível eleger áreas prioritárias para o início da etapa de implantação do projeto de planejamento ambiental. Para tal, é necessário realizar o julgamento de todos os atributos ou elementos considerados essenciais na determinação da capacidade do meio físico de suportar ou acolher determinada atividade em cada ponto do território considerado.

Levando em conta a diversidade dos elementos que compõem a paisagem e a multiplicidade de estudos que sobre ela se podem realizar, Plá e Vilas (1992) propuseram uma metodologia para o estudo da paisagem semelhante à utilizada nas Ciências Médicas. Nesse caso a paisagem é o paciente, o estudo da paisagem corresponde a figura do médico de cabeceira e os diferentes assessores técnicos que são requeridos ao longo do estudo são os médicos especialistas (Figura 1).



**Figura 1** - Fases metodológicas da Ciência da Paisagem (PLÁ;VILAS, 1992).

Segundo os mesmos autores levando-se em conta uma paisagem determinada para o estudo, em primeiro lugar o cientista deve reconhecer os elementos da paisagem e analisá-los (fase da análise). A análise da estrutura da paisagem é fundamental porque descobre os processos do sistema, sem sua conexão seria impossível decifrar sua organização espacial e sua dinâmica. Do mesmo modo, investiga-se as inter-relações entre os componentes naturais da paisagem: rochas, relevo, água, solo, vegetação, fauna e a ação antrópica ou sócio-econômica: infra-estrutura, demografia, sócio-economia, cultura, usos do solo.

Uma vez realizada a análise dos elementos da paisagem, deve ser realizado um diagnóstico do seu estado atual, podendo ser realizado um diagnóstico descritivo: classifica-se a paisagem pelas suas características que apresentam unidades homogêneas por sua tipologia ou seu estado dinâmico; ou um diagnóstico de potencialidade: o objetivo é definir a aptidão ou capacidade da paisagem frente às diversas possibilidades de atuação antrópica. O diagnóstico permite também classificar e determinar resultados aptos a acolherem alguma função específica.

Feito o diagnóstico, poderá ser requerido um tratamento caso perceba anomalias detectadas, isto é, impactos ambientais negativos, verificando quais as unidades de paisagem que apresentam maior ou menor fragilidade ambiental. Caracterizadas as anomalias, é necessário apontar uma correção para esses impactos.

Os mesmos autores completaram dizendo que uma fase completar a do diagnóstico é a que tem como objetivo às medidas necessárias para tratar, eliminar, corrigir e/ou melhorar os desequilíbrios ou possíveis deteriorações da paisagem detectadas na fase de

diagnóstico. Esta fase é conhecida como estudo de impactos ambientais e surge pela necessidade de fazer uma proteção mais eficaz do meio físico, propondo medidas de correção para esses impactos, conseguindo, assim, um uso mais racional dos recursos.

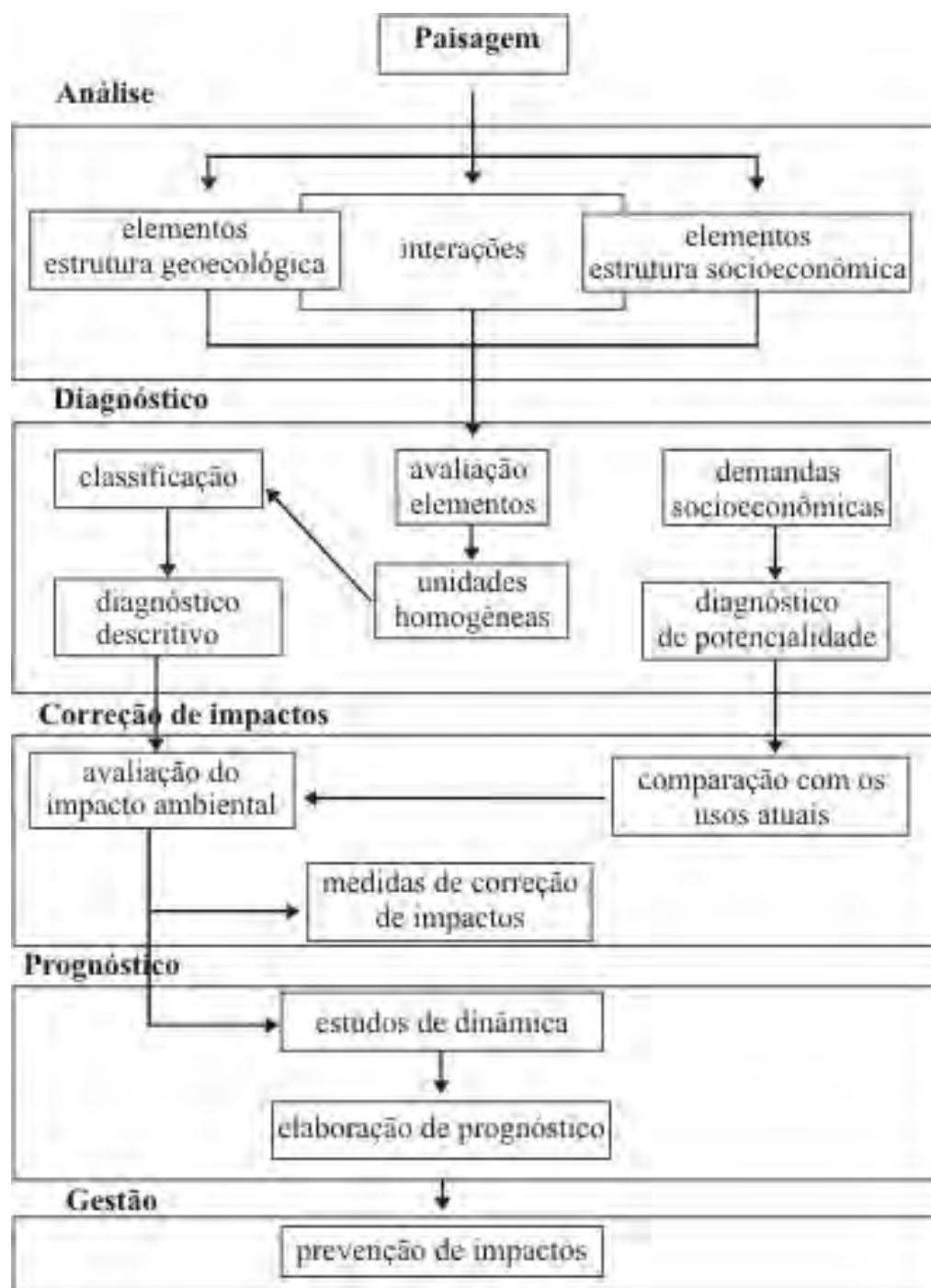
Portanto, segundo Plá e Vilas (1992), uma vez realizado o diagnóstico, entra-se na fase do prognóstico, que de acordo com os estudos da dinâmica e evolução de um sistema poderá dizer qual será seu estado em um futuro mais ou menos próximo, sempre e quando se cumpram às condições consideradas para permitir o prognóstico. Estas condições podem ser as atuais ou também as outras previstas. Sendo que, o prognóstico será válido em qualquer caso dentro do comprimento das condições supostas. Estas previsões tem tanto aspectos da evolução natural da paisagem como aspectos sociais e econômicos que são susceptíveis a modificá-las.

Os mesmos autores descreveram que a última etapa metodológica dos estudos da paisagem consistirá em terminar a síntese, que consiste em propor as técnicas de prevenção dos impactos, de acordo com o estabelecido pelo tratamento do diagnóstico e, principalmente, de acordo com o prognóstico, é possível antecipar uma série de impactos que podem afetar seriamente a paisagem. A síntese consiste, portanto, em propor um plano de gestão para evitar as conseqüências não desejadas de determinadas atuações sobre a paisagem.

Essas etapas metodológicas do estudo da paisagem podem ser visualizadas através do fluxograma da Figura 2, segundo Plá e Vilas (1992).

Os autores explicaram que essas etapas consistem em um estudo completo de uma paisagem, mas na maior parte das vezes não é necessário terminar todas as fases expostas. Sendo assim, disseram que devido à própria complexidade da paisagem e a multiplicidade dos estudos que se podem realizar, não existe um método infalível, sendo que a própria metodologia requer uma revisão constante e nenhum resultado é imutável nem perene, todos os resultados são provisórios até que a comparação de uma serie de hipóteses possa desmenti-los.

Logo, independente dos métodos utilizados para existir uma seqüência de etapas a ser seguida, independente dos métodos utilizados para realizar cada uma delas, para planejar é preciso avaliar, para avaliar é preciso conhecer e para conhecer é preciso caracterizar. Isto é, o conhecimento da realidade é essencial para que o planejamento seja implementado com sucesso (CORSEUIL, 2006).



**Figura 2** – Etapas metodológicas do estudo da paisagem (PLA; VILAS, 1992).

#### **4.4. Definição de unidades ambientais dentro de uma unidade territorial estudada.**

Pla e Vilas (1992), afirmaram que o diagnóstico do território se constrói com os resultados da análise e requer a confecção e categorização dos mesmos, pois em geral detalham as características da paisagem. A análise integrada do meio natural encontra sua unidade através da diferenciação de paisagens. Sendo assim é possível classificar a paisagem pelas características que apresenta, em unidades homogêneas. Esse estudo acaba caracterizando os elementos significativos da paisagem atual, através de atributos ambientais que permitem diferenciá-la de outras vizinhas.

Explicou Botelho (1999) que são vários os métodos pelos quais são integradas as variáveis ambientais. A partir deles, são definidas as células ou unidades de planejamento, que buscam sintetizar as informações levantadas durante a etapa de diagnóstico ou inventário. No caso das bacias hidrográficas, as informações referentes a cada parâmetro ambiental selecionado, originam um mapa cujas células correspondem às áreas o mais homogêneas possível. As áreas homogêneas são reconhecidas como aquelas em que as variações de lugar para lugar são contínuas e se processam a uma distância que varia em função da uniformidade de cada unidade. Em condições ideais, as unidades de mapeamento devem ser definidas como sendo tão uniformes quanto possível em relação às propriedades de interesse.

Em função da complexidade da paisagem, a mesma autora explicou que é necessário definir unidades de mapeamento compostas, com mais de um parâmetro ambiental selecionado, descrevendo a complexidade que está presente, mais do que buscando uma ilusória uniformidade, desse modo, a mesma autora, descreveu que é preferível chamar as áreas homogêneas de unidades ambientais. Assim, o fato é que, baseado em dados do quadro físico, o mapa de unidades ambientais, sobre o qual será aplicado este ou aquele método de avaliação, que pode ser ainda uma combinação de diferentes tipos, poderá servir de base para diversos planejamentos, sob diferentes demandas e finalidades.

Segundo Orea (2002), por paisagem entende-se aqui a percepção do meio a partir da expressão externa deste. No meio, tem-se a paisagem quando alguém a percebe, ela é um indicador do estado dos ecossistemas, da saúde da vegetação, das comunidades animais e do estilo de uso e aproveitamento do solo. Assim, a análise da

paisagem orienta a compreender o modelo territorial e da expressão simplificada do sistema constituído pelas características naturais, os processos econômicos, sociais e ambientais e suas repercussões territoriais. O papel do meio físico na ordenação territorial entende-se nos termos de sua relação com as atividades humanas. Por meio físico entendemos o território e seus recursos no mais genuíno e literal sentido da palavra território: a terra e a natureza mais ou menos transformada. Trata-se de um sistema formado por elementos e processos do ambiente natural e suas relações com o habitate que ocupam, pois toda atividade necessita de um espaço de suporte que ocupa e transforma. Portanto, situada imediatamente depois do inventário, está à detecção das unidades territoriais, chamadas de unidades de interação que se adotam como setores básicos, tanto no diagnóstico do meio físico como no processo de tomada de decisões para sua ordenação, por isso, denominadas unidades ambientais.

Ainda segundo Orea (2002) a função das unidades de interação se valoriza nos méritos de conservação de cada ponto do território, a adoção do território como base de interação se justifica porque sobre ele convergem e interagem todos os fatores que configuram o sistema territorial, isto é:

- facilitar a compreensão do sistema territorial;
- ter facilmente utilizável a informação setorial recolhida no inventário.

Esta interação, para Orea (2002), realiza-se definindo unidades territoriais em função de critérios que variam segundo a finalidade do plano. Esta via inicia-se decidindo sobre o tipo de unidades de interação que se vão utilizar, estas podem ser regulares e irregulares, definidas em cada caso por critérios de homogeneidade relativa ou por critérios de relevância de algum fator. Cada unidade definida pode ser considerada como um subsistema do sistema territorial, definido por algum elemento chave. Existem quatro grandes tipos de unidades de interação:

- quadrícula (vem definida por um retângulo sobreposto ao território e apoiado em coordenadas geográficas);
- unidades homogêneas ou unidades ambientais (podem ser definidas pelo bom conhecimento do terreno e/ou por sobreposição de fatores, sejam eles inventariados e dispostos em bases

cartográficas ou aqueles com maior carga explicativa, conseguindo certa homogeneidade em relação aos outros fatores do inventário);

- unidades não homogêneas, estratégicas ou de síntese (são setores do território definidos e identificados pela existência de algum fator chave, aspecto esse que condiciona a sua vocação. Em relação a ele os demais fatores perdem a relevância, são unidades estratégicas, que se definem em função dos objetivos do planejamento);
- unidades funcionais, definidas por uma elevada intensidade de interações entre unidades ou espaços simples (definidas pelo alto nível de interação, são unidades a metade do caminho entre a homogeneidade e as categorias de ordenação, se tratam de setores em que se produzem inter-relações tão fortes que somente podem ser entendidos em conjunto).

Portanto, Orea (2002) concluiu que o problema da delimitação consiste, em identificar os indicadores que definem a homogeneidade, os que medem a intensidade e a direção das interações (o funcionamento mais ou menos polarizado) e os que denunciam a consciência regional, e em aplicar logo um método determinado, cartográfico.

Bohrer (2000) descreveu que a geologia e as formas do relevo são os aspectos dominantes nos mapas da paisagem ou de unidades ambientais, onde a dinâmica atual determina certos aspectos do ambiente, enquanto que dinâmicas passadas deixam uma herança no ambiente, afetando a sua suscetibilidade. Logo, uma unidade de paisagem ou ambiental pode ser considerada como “uma porção do espaço” caracterizada por um tipo de combinação dinâmica de elementos geográficos diferenciados, que fazem da paisagem um ‘conjunto geográfico’ indissociável que evolui em conjunto, tanto sob o efeito de interações entre os elementos que a constituem como da dinâmica própria de cada um dos elementos individuais.

Botelho (1999) completou dizendo que é comum também o uso do mapa pedológico no planejamento ambiental, onde a justificativa principal é atingir aquilo que, em última análise, representa seu maior objetivo, subdividir áreas heterogêneas em

parcelas mais homogêneas, que apresentam a menor variabilidade possível, em função dos parâmetros de classificação e das características utilizadas para a distinção de solos.

Sendo assim, as unidades de paisagem ou ambientais e os processos ativos que sofrem, definem o conceito de capacidade de acolhida do território para as atividades humanas, que será utilizado na fase de prognóstico ambiental, onde o critério de sustentabilidade vem definido pelo respeito à essa capacidade de acolhida do território. Sabendo que a capacidade de acolhida é síntese de numerosas características e processos do meio físico para a implantação das atividades humanas (OREA, 2002).

#### **4.5. O SIG como ferramenta do planejamento ambiental**

O desenvolvimento de técnicas de modelização, computação e dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), a partir da década de 80, tem permitido manusear um grande volume de informações sobre o meio físico, uso do solo, sistemas de cultivo e rede viárias, entre outras, possibilitando estabelecer estratégias para facilitar a tomada de decisões (BOTELHO, 1999).

O SIG, como definido por Sendra et al. (1994), é um poderoso elenco de ferramentas para colecionar, armazenar, recuperar, transformar e exibir dados espaciais referenciados ao mundo real. Na verdade, existem diversas definições para o que é um SIG, porém, Silva (2003) sintetizou-as na definição dos requisitos necessários para que um sistema para que seja considerado um SIG: o SIG necessita usar o meio digital, portanto o uso intensivo de informática é imprescindível; deve existir uma base de dados integrada, estes dados precisam estar georreferenciados e com controle de erro, deve conter funções de análise destes dados, variando de álgebra cumulativa (ex.: operações do tipo soma, subtração, multiplicação e divisão) até álgebra não cumulativa (operações lógicas).

Ainda segundo Silva (2003), para ser capaz de realizar estas operações, e ainda dispor de entrada e saída de dados em diversos formatos, o SIG normalmente integra diversos outros sistemas (ex.: processamento digital de imagens, análise estatística, análise geográfica, digitalização), tendo como ponto central um banco de dados.

Num SIG, dados da paisagem e da cobertura vegetal podem ser analisados juntamente com outros conjuntos de dados (ex.: solos, modelos digitais de

elevação, restrições) para se modelar cenários futuros e se avaliar a efetividade de políticas de planejamento, em termos de mudanças na paisagem, monitoradas para cada área (ASSAD; SANO, 1998). Além disso, a entrada de dados no SIG permite várias possibilidades de conjunção e mantém esses dados disponíveis para eventuais repetições. Vale lembrar, entretanto, que ele não substitui os conhecimentos do pesquisador, que podem ser exigidos, por exemplo, no momento da correção de imperfeições na geometria das feições mapeadas.

Para Donha et al. (2006) a tecnologia SIG tem sido usada por vários setores que tratam da questão ambiental como importante ferramenta para o planejamento ambiental, pois a avaliação integrada de um grande número de variáveis se torna possível e simplificada com o uso deste sistema, permite a rápida geração de informações intermediárias e finais, além da inclusão de variáveis anteriormente não pensadas, visto que possibilita novas interações a qualquer momento. Sistema de Informações Geográficas (SIG) é, provavelmente, dentre as ferramentas de suporte à decisão, aquela que mais se adequa a este enfoque sistêmico de gerenciamento de recursos naturais, dada as suas características de integração e manipulação de grandes quantidades de dados espaciais e alfanuméricos.

O planejamento ambiental emprega como instrumento todas as informações disponíveis sobre a área de estudo, vindas das mais diversas áreas do conhecimento, bem como as tecnologias de ponta que possam facilitar o seu meio principal de comunicação e de projeto (FRANCO, 2001), e os SIGs permitem a manipulação de dados geograficamente referenciados e seus atributos e a integração destes dados em diversas operações de análise geográfica (SENDRA et al., 1994), por isso eles vem sendo amplamente utilizados para apoiar a tomada de decisão referente aos problemas territoriais.

Leal e Batista (2003) concluíram descrevendo que a avaliação da qualidade ambiental de determinados territórios torna-se necessária para que se possam estabelecer critérios de uso e ocupação do solo ou, até mesmo, para avaliar o grau de intervenção exercido pela ação do homem, sendo assim, para facilitar essa avaliação utiliza-se de um SIG, para o mapeamento computacional que aceita, organiza, analisa e disponibiliza dados num formato espacial de maneira rápida e eficiente.

## **5. MATERIAIS E MÉTODOS**

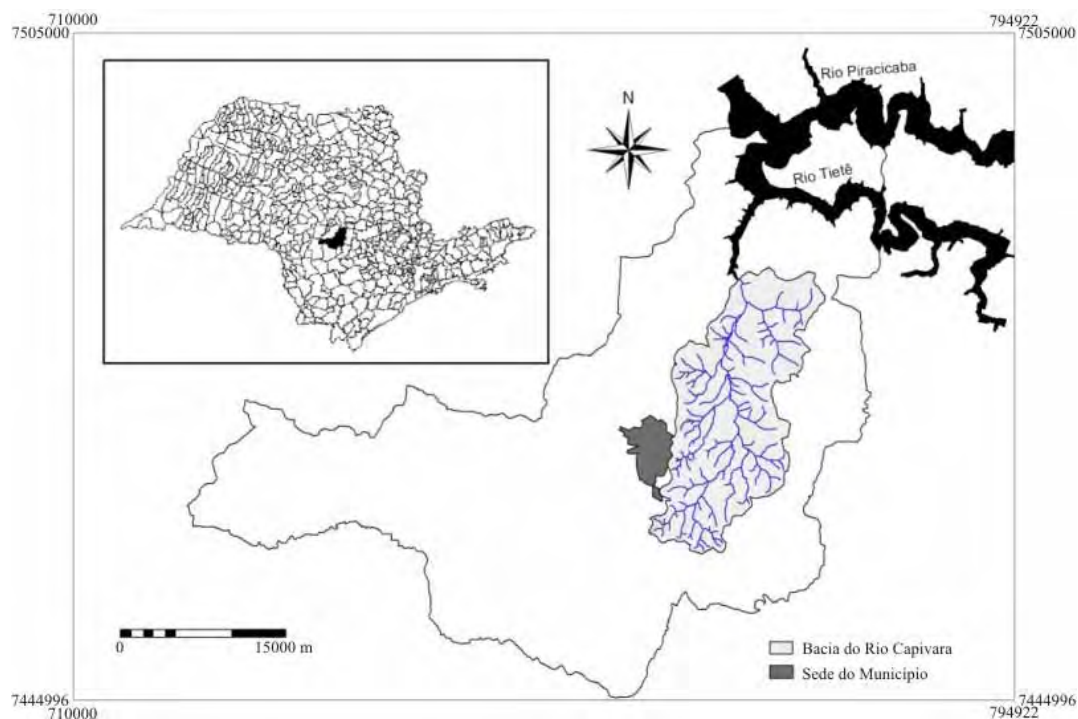
### **5.1. Área de Estudo**

O presente trabalho foi desenvolvido na bacia do Rio Capivara, localizada no município de Botucatu (SP), um dos mais importantes afluentes da margem esquerda da bacia do Rio Tietê, situada entre as coordenadas planas 758000; 7486000 e 779645; 7456286, com uma área total de 22.218 ha (Figura 3).

A bacia do Rio Capivara foi selecionada por apresentar atributos naturais que merecem atenção, tais como, seu relevo peculiar, constituído pela formação de Cuesta, pela fragilidade de seus solos e a importância de seu manancial como possibilidade de abastecimento de água para a região.

#### **5.1.1. Relevo**

Segundo Carvalho (1981), a região da Bacia do Rio Capivara apresenta um relevo bem movimentado, cortado como por um degrau entre as áreas de maior e menor altitude, caracterizado por apresentar três regiões fisiográficas distintas: Depressão Periférica, Cuesta Basáltica e Planalto Ocidental.



**Figura 3** – Localização da bacia do Rio Capivara, município de Botucatu (SP).

O relevo de Cuesta é uma feição marcante da região, resultado do trabalho contínuo de erosão sobre o solo, formando grandes plataformas rochosas que se destacam nos vales suaves ao seu redor. Seu relevo é dessimétrico constituído por uma sucessão alternada de camadas com diferentes resistências ao desgaste e que se inclinam numa direção, formando um declive suave no reverso e um corte abrupto ou íngreme na chamada frente de Cuesta.

A altitude é variável em relação as diferentes formas fisiográficas: na área da Depressão Periférica a altitude que varia de 450-650m, na Cuesta de 650-840m e no Planalto Ocidental de 790-940m (ARAUJO JUNIOR, 2001).

### 5.1.2. Geologia

A área é constituída geologicamente de arenitos do Grupo Bauru – Formação Marília e Adamantina, e pelo Grupo São Bento constituído de rochas eruptivas

básicas da Formação Serra Geral e arenitos das Formações Botucatu e Pirambóia (VILAS BOAS, 1991).

Segundo Carvalho (1981) na Depressão Periférica, os terrenos estão assentados sobre materiais de Formação Botucatu e Pirambóia, a Frente da Cuesta exhibe sucessões de arenito Botucatu e basalto, da formação Serra Geral, cujo topo já revela uma contaminação mais ou menos pronunciada com materiais de alteração do arenito Bauru, no Reverso da Cuesta os terrenos, por sua vez, estão predominantemente assentados sobre a formação Bauru, que aflora em alguns lugares. Os sedimentos sobre os quais houve o desenvolvimento pedogenético são provenientes de materiais retrabalhados, neocenozóicos, a partir das formações originárias dos arenitos Botucatu, Bauru e eruptivas básicas, em várias proporções de mistura desses componentes.

### **5.1.3. Solos**

Os solos da região mapeados por Piroli (2002), foram classificados em: Latossolo Vermelho distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, Neossolo Litólico eutrófico, Neossolo Quartizarenico órtico distrófico, Gleissolo Háptico Tb distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico.

Segundo Lepsh (1977) os Latossolos tem como características comuns a coloração vermelha, alaranjada ou amarelada, são muito profundos (mais de dois metros de profundidade), friáveis, bastante porosos, de textura variável, com pequena diferenciação entre os horizontes.

Para Oliveira (1992) os Latossolos Vermelho distrófico são solos minerais não hidromórficos, muito profundos, com diferenciação modesta entre os horizontes, formados a partir de material de origem diversa, o que lhes confere certa variabilidade nas características morfológicas, especialmente textura e consistência, além de influir nas propriedades químicas. A textura varia desde média até muito argilosa e são característicos de relevo plano e suave ondulado, o que favorece sua utilização agrícola.

Semelhante ao anterior os Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico são solos minerais não hidromórficos, com boa diferenciação entre os horizontes, profundos

ou muito profundos, normalmente porosos, mesmo aqueles com elevado teor de argila, apresentam-se em relevo plano, suave ondulado ou ondulado.

Neossolos Litólicos eutróficos são solos minerais não hidromórficos, rudimentares, pouco evoluídos, rasos, com horizonte A diretamente sobre a rocha coerente e dura, ou cascalheira espessa. Esses solos apresentam grande diversificação morfológica, sendo também bastante heterogêneos no que concerne aos atributos químicos, físicos e mineralógicos. A pequena espessura desses solos e a presença freqüente de cascalhos, pedras e matações, aliadas normalmente ao relevo acidentado das áreas de sua ocorrência, fazem com que sua utilização agrícola seja muito restrita.

Neossolos Quartizarênicos órticos distróficos são solos minerais, casualmente orgânicos na superfície, geralmente profundos, os perfis são de extrema simplicidade, as frações de areia grossa e areia fina desses solos são constituídas essencialmente de quartzo, sendo visualmente ausentes os minerais primários facilmente intemperizáveis. Devido á grande quantidade de areia, esses solos, especialmente aqueles cuja areia grossa predomina sobre a fina, apresentam seria limitação com respeito à capacidade de armazenamento de água disponível, com sérias limitações restringem o uso agrícola.

Gleissolos Háplicos Tb distróficos são solos minerais hidromórficos, mal ou muito mal drenados, com seção superficial de constituição orgânica, desenvolvidos geralmente em terras baixas, vinculadas a excesso de água, a textura pode ser bastante desuniforme ao longo do perfil. Esses solos têm sérias limitações ao uso agrícola, devido à presença de lençol freático elevado e ao risco de inundações ou alagamentos freqüentes.

Lepsh (1977) descreveu os Argissolos como bem desenvolvidos, moderadamente ou bem intemperizados, com diferenciação marcante entre os horizontes e texturas variadas, sendo confirmado por Oliveira (1992), que caracteriza os Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos como solos minerais não-hidromórficos, que apresentam um gradiente textural acentuado, porém quando pouco espesso, o horizonte B deve apresentar estrutura em blocos ou prismática, têm as mais variadas profundidades e texturas inclusive com a presença ou não de cascalhos. Compõem a classe de solos mais comum no Brasil, apresentando uma diversidade em seus atributos e interesses agrônômicos, habitualmente ocupando, em relação aos Latossolos, terrenos mais dissecados.

#### 5.1.4. Clima

O clima predominante no município de Botucatu é segundo o sistema köpen do tipo Cfa – clima temperado chuvoso e direção do vento predominante é a sudeste (SE). A temperatura média anual, segundo Martins (1989) na região, é de 20,2°C, sendo que a temperatura média dos meses mais quentes é de 23,2°C e de 16,9°C nos meses mais frios. A precipitação anual fica ao redor de 1.447 mm, ocorrendo uma precipitação média no mês mais chuvoso de 223,4 mm e 37,8 mm no mais seco.

#### 5.1.5. Vegetação

A vegetação natural da bacia é constituída de três tipos: Floresta estacional semidecidual, principalmente na área denominada Frente da Cuesta; Cerradão tanto no Reverso da Cuesta como na Depressão Periférica; e Mata ciliar, ao longa da rede de drenagem da região.

A floresta estacional semidecidual do interior do estado de São Paulo é um exemplo claro do processo de degradação e fragmentação de ecossistemas tropicais no mundo. A fragmentação desse ecossistema iniciou-se há várias décadas e os pequenos e isolados fragmentos que ainda restam sofrem os efeitos de paisagem na qual estão inseridos: incêndios periódicos, caças e agrotóxicos advindos de práticas agrícolas (VIANA, 1995).

Segundo Rodrigues (1999), as formações de floresta estacional semidecidual são caracterizadas por apresentar um dossel não perfeitamente contínuo (irregular), entre 15 e 20 m de altura, com presença de árvores emergentes de até 25-30m. O termo estacional expressa as transformações de aspecto ou comportamento da comunidade conforme as estações do ano, essa formações tem como característica a deciduidade na estação seca de algumas espécies típicas.

Para Coutinho (1978), o cerrado *sensu lato* inclui os campos limpos, os campos sujos, os campos cerrados, os cerrados *sensu stricto* e também os cerradões, enquanto Gomes et al. (2004), destacou que o Cerrado localiza-se predominantemente no Planalto Central do Brasil. A área de ocorrência potencial do Cerrado ocupa cerca de 22% do território nacional, ou ao redor de dois milhões de km<sup>2</sup> Porém, a área atual é bem menor, pois o Cerrado

é o ecossistema que vem sofrendo a maior taxa de devastação no Brasil. Desde 1960, o Cerrado vem sendo devastado devido à expansão das atividades agropecuárias, ao aumento da demanda de carvão vegetal, ao aumento populacional e conseqüente expansão imobiliária e à construção de barragens para hidrelétricas.

A designação de cerrado é dada no Brasil para uma formação universalmente dita hoje em dia como savana, que ocorre em todas as terras tropicais do planeta, sob várias modalidades. O que caracteriza essa estrutura é a sua composição sempre de dois estratos peculiares: um estrato ou andar arborescente, de pequenas árvores tortuosas, espaçadas e dotadas de cascas espessas; outro formado de gramíneas, subarbustos (RIZZINI et al., 1991).

Rodrigues (1999) ressaltou que o cerradão apresenta muitos elementos comuns as florestas estacionais semidecíduais, como a ciclagem de nutrientes, a fisionomia, as características de luminosidade, além de muitas espécies comuns as duas formações, nos vários estratos da vegetação. Ocorre também sobreposição do cerradão com cerrado *sensu stricto* devido à ação antrópica ou mesmo às características edáficas.

Segundo Battilani (2005) as matas ciliares, também conhecida como floresta de galeria ou ripária destacam-se por ocuparem áreas restritas ao longo dos cursos d'água. Estas formações são fortemente influenciadas por uma série de fatores físicos locais, como as variações edáficas e topográficas, além dos processos de perturbações naturais e antrópicos que são muito freqüentes nessas comunidades. As formações ciliares desempenham relevante importância na manutenção da integridade dos ecossistemas locais, representando importantes áreas de preservação de espécies animais e vegetais e conservação dos recursos naturais.

As matas ciliares, em geral, ocorrem em terrenos acidentados, não havendo uma transição evidente para outras fisionomias florestais como as matas decíduas e semidecíduas. Esta associação com as formações adjacentes resulta numa composição florística mista, com espécies típicas das margens de rios e de outras formações adjacentes, no entanto, as matas ciliares diferenciam-se das formações adjacentes pela estrutura, em geral, mais densa e mais alta devido, principalmente, à associação com o curso d'água.

### **5.1.6. Uso e ocupação do solo.**

Campos et al. (2004) trabalhando com levantamento de uso da terra em dez microbacias que compreendem a bacia do Rio Capivara, mostraram que grande parte da superfície estava ocupada por cobertura florestal (mata, capoeira e reflorestamento), parâmetro, esse, muito importante, pois, as matas são fundamentais no controle de erosão e de enchentes, uma vez que, estando situadas em locais adequados, são fundamentais na recarga do lençol freático. As pastagens, mesmo sendo mal conduzidas, formavam a segunda maior área de cobertura vegetal, pois a pecuária bovina de leite tinham predominância na região. A plantação florestal de espécies exóticas foi outra atividade muito importante ocorrente na bacia, pois na região existem muitas companhias de extração vegetal.

O uso e ocupação do solo vêm sofrendo profundas modificações nos últimos anos, muitas das áreas antes cobertas com pastagem, hoje vem sendo substituídas por culturas perenes, sejam elas, de citros ou plantação florestal, fato esse, que altera de forma significativa a paisagem da região.

## **5.2. Materiais**

Para a realização deste estudo foram utilizados os seguintes materiais cartográficos, equipamentos e aplicativos:

- cartas planialtimétricas (IBGE, 1969), escala 1:50.000, folhas de Botucatu e Barra Bonita;
- scanner OCÉ do Brasil, 9400, largura de digitalização 1 metro, resolução 1200 dpi;
- sistema de Informação Geográfica (SIG) Ilwis 3.2 for Windows;
- composição de imagens orbitais Spot e Landsat, nas bandas em modo pancromático (P) do SPOT (0,51-0,73  $\mu\text{m}$ ) (passagem do satélite em 01 de setembro de 1997) e multiespectral (TM3 (0,63-0,69 $\mu\text{m}$ ), TM4 (0,76-0,90  $\mu\text{m}$ ), TM5 (1,55-1,75  $\mu\text{m}$ ) do Landsat-5 (passagem do satélite em 28 de setembro de 1997);

- imagens orbitais CBERS 2 nas bandas 2 (verde, 0,52-0,59  $\mu\text{m}$ ), 3 (vermelho, 0,63-0,69  $\mu\text{m}$ ) e 4 (infravermelho próximo, 0,77-0,89  $\mu\text{m}$ ), oriundas do sensor CCD, câmara de alta resolução que cobre uma área de 113 km<sup>2</sup> e possui resolução espacial de 20m, obtidas no dia 15 de agosto de 2005;
- GPS Geoexplor, Trimble com capacidade de pós-processamento.
- Ploter NovaJet 500, largura 42 polegadas (108 cm), resolução: 300 x 300 dpi.
- fotografias aéreas (BASE, 2000), na escala 1:30.000, recobrando a bacia do Rio Capivara contidas no município de Botucatu, respectivamente: Faixa 28 ( fotos: 34,35,36 e 37); Faixa 29 (fotos: 45,46,47,48,49,50 e 51); Faixa 30 (fotos: 42,43,44,45,46 e 47); Faixa 31 (fotos: 45,46,47,48,49,50 e 51); Faixa 32 (fotos: 75,76,77,78,79 e 80) e Faixa 33 (fotos: 74,75,76,77 e 78); e
- estereoscópio de espelho.

### **5.3. Métodos**

#### **5.3.1. Delimitação da área de estudo**

A delimitação da bacia do Rio Capivara foi realizado em meio digital, dentro do ambiente do Sistema de Informação Geográfica ILWIS 3.2 for Windows, utilizando como base cartográfica as cartas planialtimétricas editadas pelo IBGE em 1969, folhas de Botucatu (SF-22-R-IV-3) e Barra Bonita (SF-22-Z-B-VI-1), em escala 1:50.000, transformada para o meio digital por varredor raster (scanner).

O georreferenciamento foi realizado através do método de pontos de controle, criando um sistema de coordenadas, projeção UTM, datum Córrego Alegre, sendo posteriormente efetuada a geocodificação que possibilita a correção de distorções do mapa em questão.

Após o georreferenciamento e geocodificação da carta, os contornos da bacia do Rio Capivara foram vetorizados, segundo os divisores de água que passam pelos pontos mais elevados em torno da rede de drenagem.

### 5.3.2. Modelo digital de elevação e classes de declive

Para a elaboração do modelo digital de elevação e do mapa de classes de declive foi efetuada a vetorização das curvas de nível que compreendem a área da bacia, utilizando as cartas georreferenciadas e geocodificadas do IBGE, que apresenta as curvas de nível com uma equidistância vertical de 20 em 20 m.

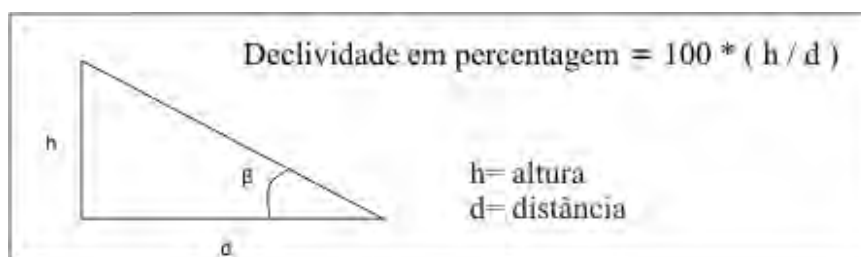
A vetorização foi efetuada no SIG - ILWIS, recebendo cada curva um valor em altitude, essas isolinhas no formato vetorial geraram o plano denominado cotas. Um processo semelhante foi utilizado para digitalizar os topos de morro da bacia, gerando um mapa de pontos denominado topos, sendo que, cada um com suas respectivas altitudes.

A criação do modelo digital do terreno a partir dos planos vetoriais de segmentos contendo as curvas de nível e de pontos contendo os topos de morro, foi realizado através da operação de interpolação de contorno. O processo realizado apresenta duas etapas:

- Conversão do mapa de segmentos para raster - onde foram definidos o tamanho do píxel, o número de linhas e colunas e as coordenadas X,Y mínimas e máximas do mapa. O mapa de pontos contendo os valores de altitude dos topos de morro é também convertido para raster, sendo então combinado com os dados contidos no mapa raster das isolinhas sendo gerado um único mapa que foi usado como base para o procedimento de interpolação.
- Interpolação de contorno – uma interpolação linear foi feita entre os píxels que apresentam valores de altitude, para obter as elevações dos valores indefinidos entre as isolinhas que foram rasterizadas. Na saída da operação de interpolação de contorno

foi gerado um mapa raster em que cada píxel tem um valor. Na operação foi calculada, para cada píxel de valor indefinido entre os segmentos, a menor distância em relação as duas isolinhas mais próximas.

As classes de declividade da área de estudo também foram geradas no ILWIS, sendo a declividade em porcentagem calculada para cada píxel em formato raster, como mostra a Figura 4.



**Figura 4** - Determinação da declividade da bacia do Rio capivara – Botucatu (SP).

O módulo de fatiamento (Slicing) do ILWIS permite que a declividade seja classificada em função de intervalos de declive, como foi o caso em 5 classes, quais sejam: 0 – 2 %, 2 – 12 %, 12 – 30 %, 30 – 100 %,  $\geq 100$  %. O mapa resultante da operação Slicing apresenta um domínio da categoria grupo ( faixas de declive).

O mapa de classes de altitude e declividade foi gerado a partir de uma combinação entre os planos altitude e as classes de declive. Essas altitudes foram divididas em 4 planos distintos: 400m- 600m-; 600m-700m; 700m-800m; 800m-1000m. Cada plano de altitude foi combinado com as respectivas classes de declive, através de comandos do programa. Posteriormente estes foram sobrepostos chegando ao mapa final de classes de altitude e declividade.

### 5.3.3. Unidades de solo

As unidades de solo foram adaptadas a partir do mapa de solos do município de Botucatu (SP) gerado por Piroli em 2002. Este foi importado para o ILWIS em formato raster, para ser georreferenciado e geocodificado. Posteriormente foi recortado

segundo a área útil da bacia usando-se como base o plano gerado na delimitação da área de estudo.

Os limites dos polígonos correspondentes às unidades de solo foram vetorizados gerando o plano denominado limites. O nome de cada unidade de solo foi gerado no domínio de categoria classe de um mapa de pontos, em que os pontos foram digitalizados dentro dos limites de cada polígono.

Estando o plano que contém os limites dos polígonos das diferentes unidades de solo em modo de edição, acessaram-se as ferramentas que indicavam o arquivo em que estavam os alfanuméricos referentes às classes de solo. Após rodar o módulo, gerou-se o plano vetorial com os polígonos cheios correspondentes as unidades de solo.

#### **5.3.4. Histórico do uso do solo e vegetação natural.**

Para a elaboração do histórico recente do uso do solo e vegetação natural foram utilizados dados de imagens dos satélites SPOT e Landsat-5, que geraram uma composição com informações necessárias à vetorização dos diferentes usos. Essa composição vem da metodologia aplicada por Jorge e Sartori (2002), que usa dados em formato digital das bandas em modo pancromático (P) do SPOT (0,51-0,73  $\mu\text{m}$ ) (passagem do satélite em 01 de setembro de 1997) e multiespectral (TM3 (0,63-0,69 $\mu\text{m}$ ), TM4 (0,76-0,90  $\mu\text{m}$ ), TM5 (1,55-1,75  $\mu\text{m}$ ) do Landsat-5 (passagem do satélite em 28 de setembro de 1997). Sabendo-se que, quando as bandas no modo pancromático do SPOT e multiespectral do Landsat-5 são combinadas, alia-se o maior nível de detalhe de uma resolução de 10m (100m<sup>2</sup>) com conteúdo de informações, acrescido a partir de imagens coloridas (multiespectrais). A fusão de imagens de satélite tornou-se muito utilizada para natureza complementar dos vários conjuntos de dados.

O mapa preliminar do histórico recente do uso e vegetação natural foi derivado dessa composição no ambiente do ILWIS 3.2, criando-se um mesmo sistema de coordenadas (projeção UTM, datum Córrego Alegre) onde os limites dos polígonos foram vetorizados correspondentes as classes de uso do solo e vegetação natural, em relação as diferentes cores que apareceram na imagem.

Com a imagem de plano de fundo mais os limites preliminares do histórico do uso e vegetação natural impresso em ploter com escala de 1:30.000, comparou-se os limites das classes de uso e vegetação natural com as fotografias aéreas, da Bacia do Rio Capivara, inseridas no município de Botucatu, geradas pela BASE, 2000, na mesma escala.

A verificação foi realizada através da estereoscopia em fotografias aéreas por apresentarem um maior nível de detalhamento e nitidez do que as imagens de satélite. A checagem nessa fase não poderia ser realizada em campo já que o que se buscava era um histórico recente de uso do solo e vegetação natural, que nos últimos anos tem sofrido grandes alterações na região.

Os limites foram ajustados manualmente no mapa impresso e as classes de uso já pré-determinadas foram definidas com maior segurança. O passo seguinte foi ajustar os limites dentro do programa pelo módulo de edição com a imagem de plano de fundo (Figura 5).

Com os limites dos polígonos correspondentes ao histórico recente do uso do solo e vegetação natural vetorizados, o nome de cada classe de uso do solo e vegetação natural foi gerado no domínio de categoria classe de um mapa de pontos, em que os pontos foram digitalizados dentro dos limites de cada polígono.

Com o plano que contém os limites dos polígonos das diferentes classes do histórico do uso do solo e vegetação natural em modo de edição, acessou-se o arquivo em que estavam os alfanuméricos referentes às classes de uso. Após rodar o módulo, gerou-se então o plano vetorial com os polígonos cheios correspondentes ao uso do solo e vegetação natural.



**Figura 5** - Composição de imagem Ladsat 5 e Spot, com limites do histórico recente do uso do solo e vegetação natural da bacia do Rio Capivara, Município de Botucatu (SP).

### 5.3.5. Uso do solo e vegetação natural em 2006.

A obtenção do mapa de uso do solo e vegetação natural foi derivado das imagens orbitais CB2CCD 156/126-2005-08-15 e CB2CCD 156/125-2005-08-15 do satélite CBERS 2 obtidas por download gratuito no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), catalogo de imagens CBERS (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>) produzidas no dia 15 de agosto de 2005.

As imagens CBERS 2 foram importadas para o ILWIS, através da combinação das bandas 4, 3 e 2. Obteve-se a composição falsa cor de forma que a vegetação ficasse em vermelho, tonalidade mais facilmente percebida pelo olho humano.

Com a imagem processada criou-se um mesmo sistema de coordenadas e o limites dos diferentes polígonos de uso e ocupação foram vetorizados com a composição de fundo num mesmo processo como o utilizado anteriormente para gerar o histórico do uso e vegetação natural.

Nessa fase a checagem de campo foi fundamental para melhor definir a tamanho dos polígonos e também uma atualização dos mesmos, já que o uso encontra-se em constante alteração. O GPS auxiliou na determinação de pontos no entorno de algumas manchas de uso, o que facilita a transferência dessas informações para o SIG.

Os limites foram reajustados utilizando a imagem de fundo (Figura 6) através das informações coletadas pelo GPS e das observações de campo. Com os limites definidos através do modulo de edição do programa o mesmo processo de integração entre o plano limites e plano pontos, que contém o domínio de cada classe de uso, foi utilizado para gerar os polígonos cheios correspondendo as classes de uso do solo e vegetação atual.

### **5.3.6. Delimitação das unidades homogêneas da bacia.**

Com base na bacia do Rio Capivara, considerada uma unidade funcional, com uma elevada intensidade de interação entre diferentes fatores que a compõem e para uma melhor visualização do estado atual da bacia, optou-se por dividir a área em unidades homogêneas, a partir do processo de interação, que consiste em tratar conjuntamente as informações que se dispõe sobre o meio, para facilitar a compreensão do sistema territorial e das informações recolhidas na fase de inventário. Sendo assim, a interação em unidades homogêneas também denominadas unidades ambientais, segundo Orea (2002), pode ser realizada de várias formas:

- empírica, a partir da experiência e um bom conhecimento do terreno;

- sobreposição dos fatores inventariados dispostos em suporte cartográfico;
- sobreposição daqueles fatores com maior carga explicativa dentro do território analisado;
- divisões sucessivas do território atentando primeiro para as semelhanças climáticas, depois da estrutura geológica, o recobrimento vegetal e, por último, o solo e seu uso.



**Figura 6** – Imagem CBERS com sobreposição de limites do uso do solo e vegetação natural da bacia do Rio Capivara, Município de Botucatu (SP).

A delimitação das unidades ambientais, neste caso, aconteceu no ambiente do ILWIS através de uma composição feita entre os planos solos e classes de altitude e declividade gerando um mapa com 157 classes distintas. As classes foram agrupadas a partir dos fatores selecionados mediante a interpretação conjunta da rede de drenagem e particularidades da paisagem da região, com o objetivo de se chegar a um resultado que reflète a estrutura da bacia.

Com o agrupamento das classes chegamos as 11 unidades homogêneas distintas, cada uma limitada por um ou mais fatores que condicionam sua vocação em relação aos demais, foi aplicada uma ordem prioritária entre esses fatores onde cada unidade pôde ser definida e mapeada com o auxílio do SIG.

Afim de proporcionar uma maior consistência informativa e transmitir o conhecimento sobre o território adquirido na fase de levantamento, optou-se por apresentar uma descrição das unidades ambientais em conjunto com seu uso do solo e vegetação natural para retratar com maior segurança a situação atual da bacia do Rio Capivara.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

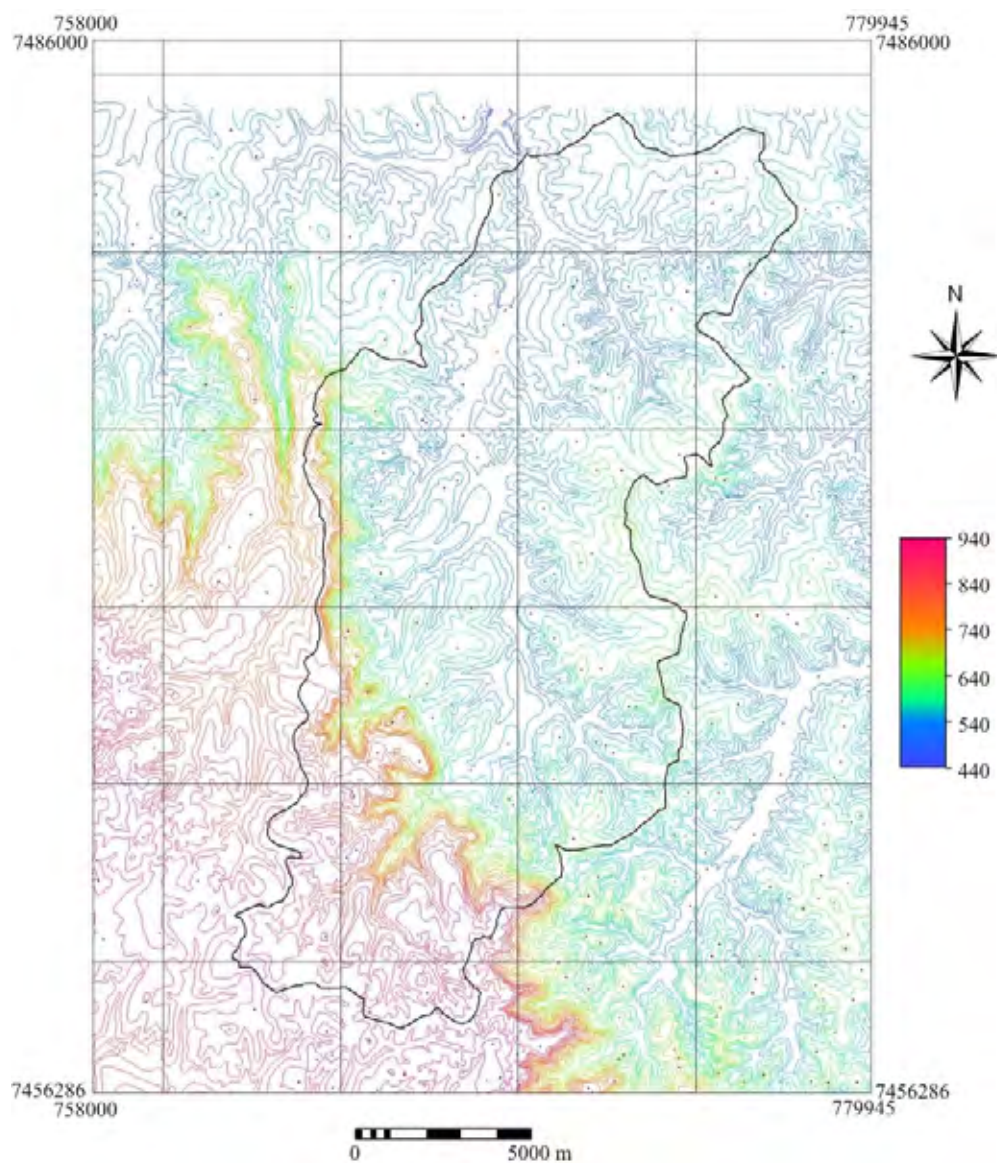
### **6.1. Modelagem do relevo**

Conforme os objetivos traçados para este trabalho o relevo da região é ferramenta indispensável para agregar um maior nível de detalhe aos fatores analisados, sendo assim, as informações disponíveis sobre o relevo da bacia do rio Capivara foram passadas para o meio digital por intermédio da vetorização das curvas de nível e digitalização dos topos de morros das cartas planialtimétricas do IBGE.

A Figura 7 mostra as curvas de nível com equidistância de 20m e os topos de morro da bacia do rio Capivara, onde é possível perceber uma concentração das curvas de nível nas regiões próximas à Frente da Cuesta, em função da grande diferença de altitude do relevo nessa região, bem com um afastamento das mesmas nas áreas referentes aos fundos de vale da bacia, que identificam regiões mais planas do relevo.

Pela carta também é possível identificar as diferenças de altitude encontradas na bacia, com uma variação de 500m, entre as áreas mais baixas (440m de altitude) e mais altas do relevo (940m de altitude), o uso de diferentes cores foi importante para uma melhor visualização dessa variação.

Ainda com as cartas do IBGE de plano de fundo foi possível vetorizar a rede de drenagem da região (figura 8), com o Rio Capivara e seus afluentes que serviu de parâmetro para auxiliar na determinação das unidades homogêneas da bacia.



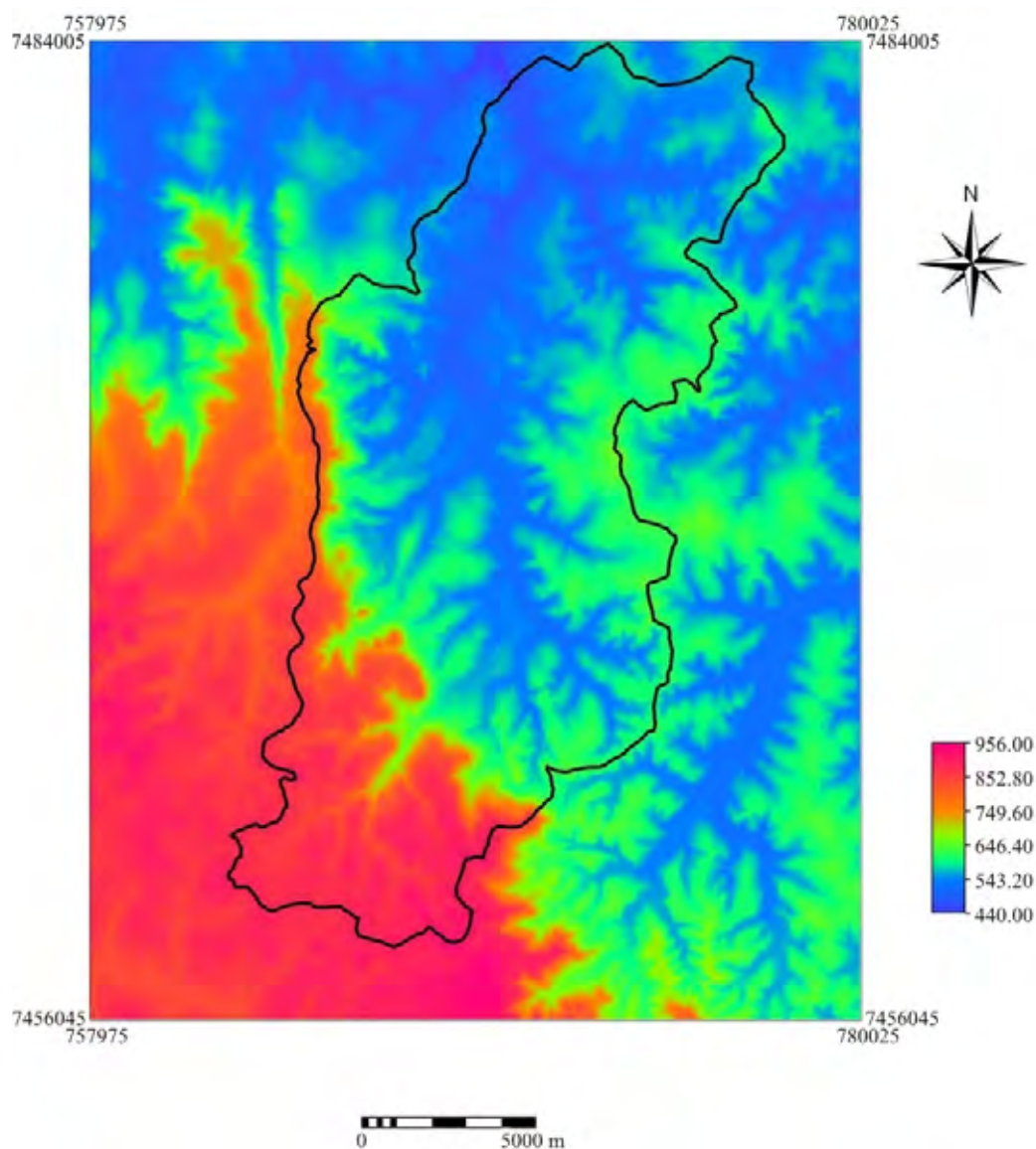
**Figura 7** - Curvas de nível e topos de morro da bacia do Rio Capivara - Município de Botucatu (SP).



**Figura 8** - Mapa da rede de drenagem da bacia do Rio Capivara - Município de Botucatu (SP).

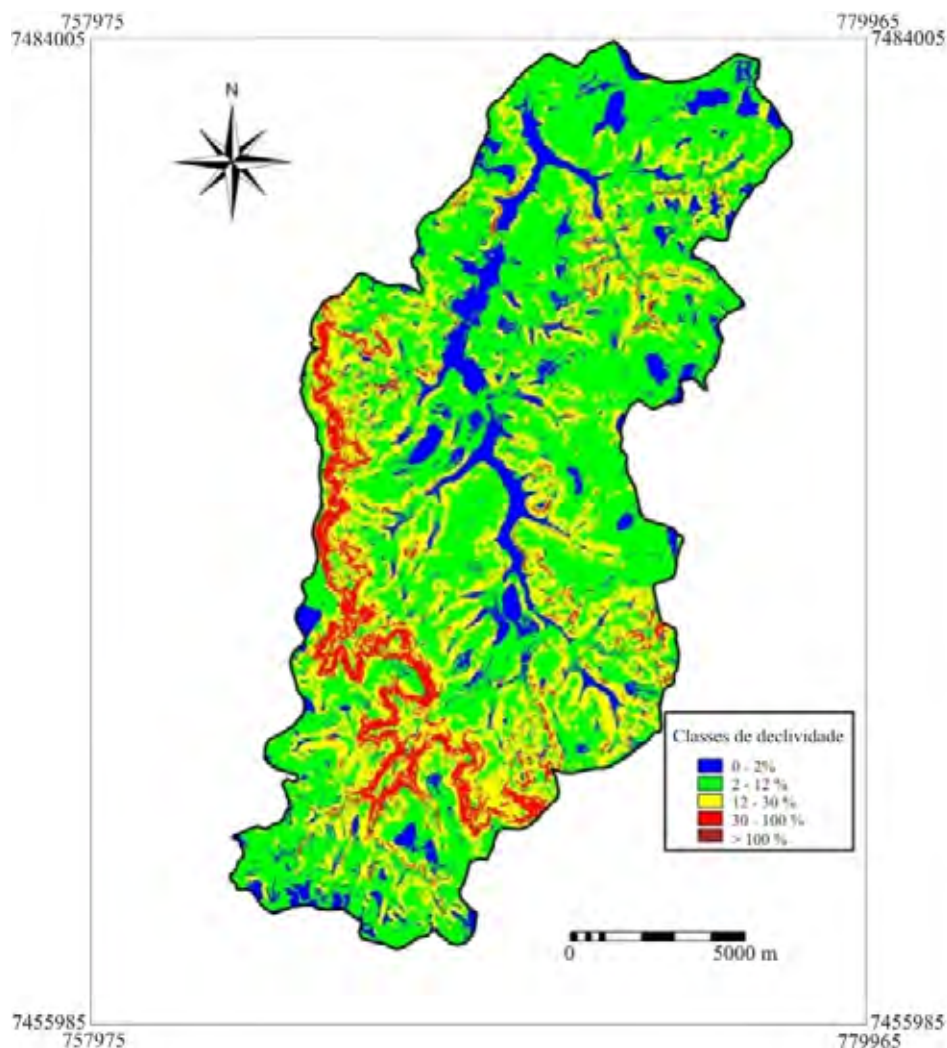
Pela interpolação das curvas de nível e dos topos de morro foi gerado o modelo digital de elevação utilizando o módulo de interpolação do Ilwis (Figura 9), Com ele é possível perceber, ainda de forma pouco apurada, as diferentes formas fisiográficas do relevo, levando em conta, nesse momento, apenas a diferença de altitude encontrada na bacia.

A declividade, por sua vez, foi originada a partir grades triangulares, onde foi calculada a diferença de altura entre dois pontos no terreno, sendo em seguida fatiadas para a elaboração do mapa temático de classes de declive.



**Figura 9** - Modelo digital de elevação da bacia do Rio Capivara - Município de Botucatu (SP).

No mapa de classes de declive (Figura 10) pode-se perceber que as classes de declividade utilizadas no fatiamento do modelo digital de elevação foram definidas por intervalos de declive em número reduzido para uma posterior correlação com as altitudes, portanto optou-se por cinco intervalos, sendo eles: 0 a 2%; 2 a 12 %; 12 a 30 %; 30 a 100 % e  $\geq 100$  %.

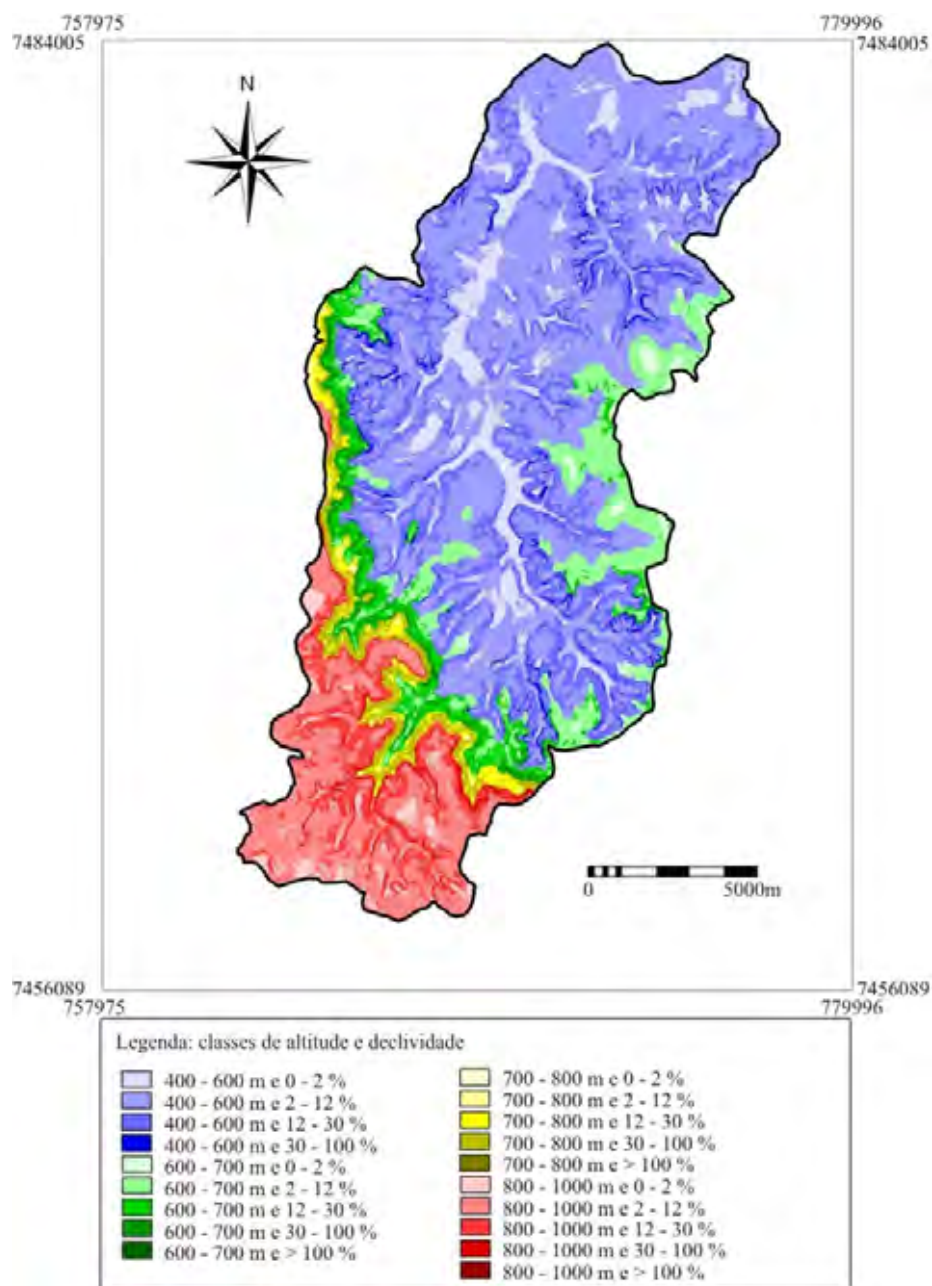


**Figura 10** - Mapa de classes de declive da bacia do Rio Capivara - Município de Botucatu (SP).

Com o mapa de classes de declive tem-se a primeira noção de áreas homogêneas do relevo da bacia do rio Capivara. Na coloração azul encontramos as áreas consideradas planas do relevo e é possível perceber as áreas de fundo de vale da bacia bem demarcadas, tal como, a Frente da Cuesta de Botucatu marcada pela coloração vermelha, que aparece no mapa de forma contínua e representa as áreas de maior declividade do relevo.

Para uma melhor visualização das unidades homogêneas do relevo foi feita uma correlação entre as altitudes e as classes de declive, através de intervalos determinados gerados pelo fatiamento das altitudes em quatro classes distintas, sendo elas:

400m a 600m-; 600m a 700m; 700m a 800m; 800m a 1000m, cada classe de altitude quando combinado com as respectivas classes de declive gerou um plano de classes de altitude e declividade, os quatro planos sobrepostos geraram o mapa temático de classes de altitude e declividade (Figura 11).



**Figura 11** - Mapa de classes de altitude e declividade da bacia do Rio Capivara - Município de Botucatu (SP).

O mapa gerado nesta fase final de modelagem do terreno identifica de forma mais refinada as diferentes formas fisiográficas da região (Depressão Periférica, Cuesta Basáltica e Planalto Ocidental), destacando claramente os contornos das áreas limites entre elas, tal como, as áreas de influencia da rede de drenagem, sendo assim, possível visualizar outras áreas homogêneas do relevo, como as vertentes e fundos de vale da bacia do Rio Capivara, nos diferentes tons de azul, nas áreas de menor altitude e nos diferentes tons de vermelho nas áreas de maior altitude.

## **6.2. Unidades de solo**

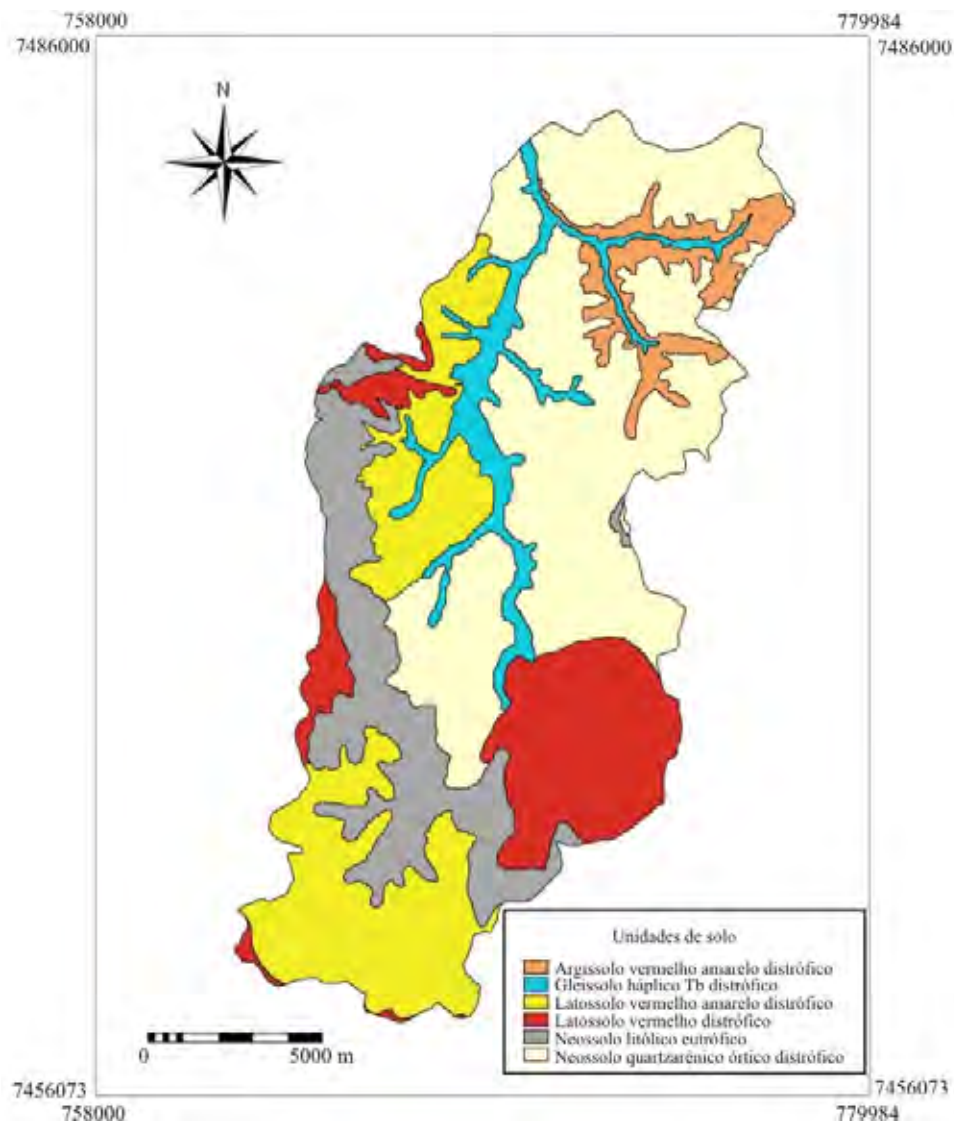
A Figura 12 mostra o mapa de unidades de solo da bacia do Rio Capivara, através da figura é possível visualizar a distribuição geográfica das unidades de solo na região, bem como a sua extensão.

A região apresenta seis feições distintas de solo: Latossolo Vermelho distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, Neossolo Litólico eutrófico, Neossolo Quartizarênico órtico distrófico, Gleissolo Háptico Tb distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico.

O Neossolo Quartizarênico órtico distrófico ocupa predominantemente a parte oriental da bacia. Na parte ocidental, além do Neossolo Quartizarênico órtico distrófico, temos uma grande mancha de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, que também aparece na parte do Reverso da Cuesta de Botucatu. Na região compreendida pela Cuesta, o solo predominante é do tipo Neossolo Litólico eutrófico. Os outros dois tipos de solo aparecem em pequenas manchas isoladas, sendo que as de Latossolos Vermelho distrófico aparecem em três pontos, na parte oriental, ocidental e norte da bacia, e a de Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, na porção sul, sendo este o de menor proporção na região.

A justificativa principal do uso do mapa de solos no planejamento ambiental é atingir aquilo que, em última análise, representa seu maior objetivo, subdividir áreas heterogêneas em parcelas mais homogêneas, que apresentam a menor variabilidade possível, em função dos parâmetros de classificação e das características utilizadas para a distinção de solos. O solo aparece como um fator de grande carga explicativa dentro da unidade territorial, tal como o relevo e a partir da sobreposição desses fatores é possível dentro

da unidade territorial da bacia hidrográfica definir as áreas com maior homogeneidade, aliando a estes fatores o uso do solo e vegetação natural levantados na fase de inventário.



**Figura 12** – Unidades de solo da bacia do rio Capivara, Município de Botucatu (SP)  
(adaptado de Piroli 2002).

### **6.3. Uso do solo e vegetação natural**

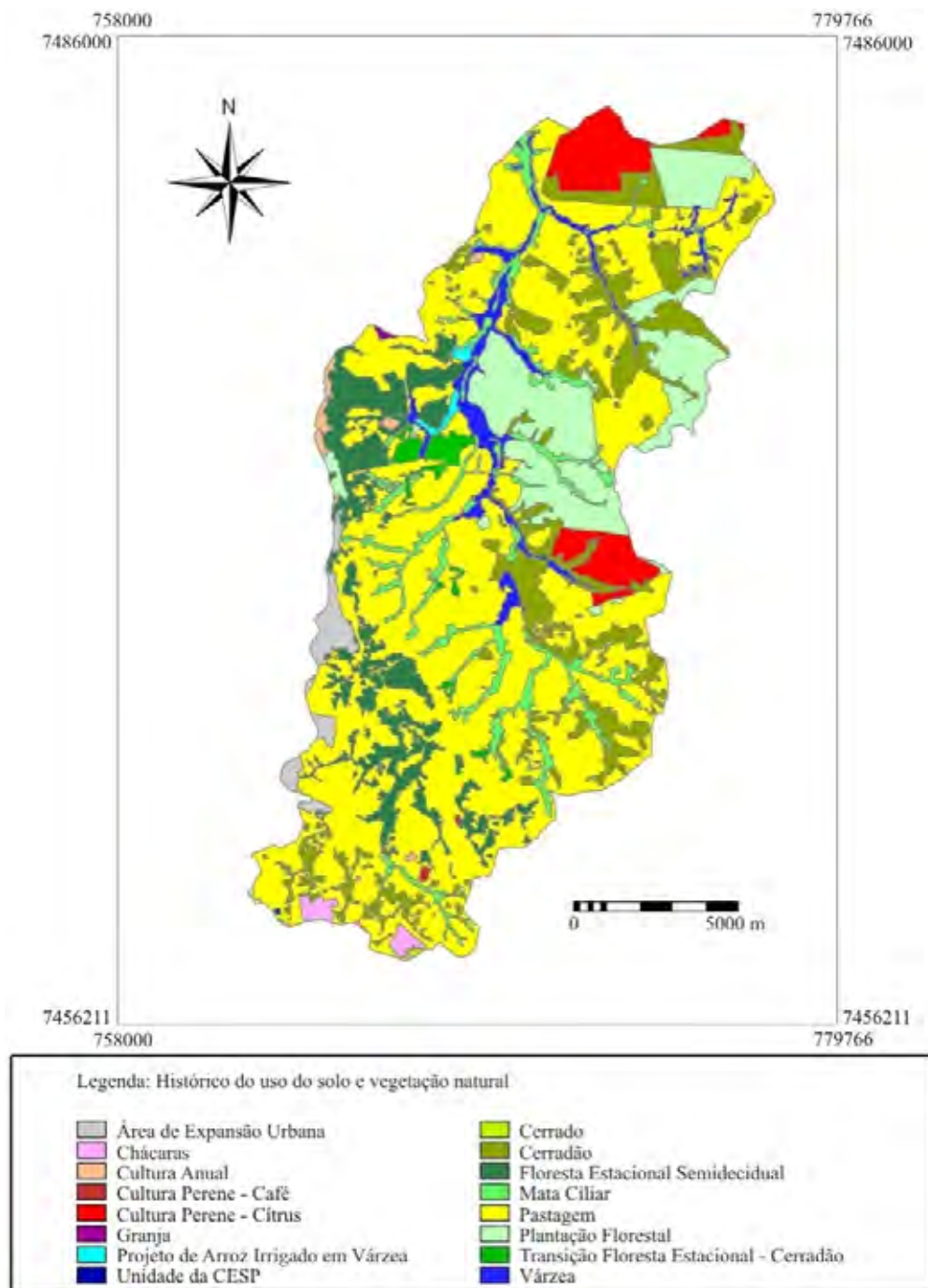
O uso do solo e vegetação natural na bacia do Rio Capivara vem passando, nos últimos anos, por um processo acelerado de transformação, por isso, optou-se por um levantamento em dois momentos, um do seu histórico recente realizado com base nas imagens de satélite de 1997, atualizado com as fotografias aéreas de 2000 e outro com as imagens de satélite de 2005, atualizado com as checagens de campo em 2006. Esse levantamento em dois momentos foi importante para quantificar os valores e perceber as áreas mais afetadas por essa transformação.

#### **6.3.1. Histórico recente do uso do solo e vegetação natural**

A Figura 13 mostra o mapa do histórico recente do uso do solo e vegetação natural, o mapa representa as dezesseis classes de uso e ocupação encontradas na bacia no ano de 2000.

Apenas levando em conta uma visualização superficial é possível notar um predomínio das áreas de pastagem, como também, a região compreendida pela fazenda Edgardia, de propriedade da Unesp, que tem a maior parcela contínua de floresta estacional semidecidual da região.

Outro aspecto relevante no mapa são as áreas de plantação florestal e cultura anual de laranja, que nesse primeiro momento, estão todas alocadas na parte oriental da bacia. Para uma interpretação mais apurada do mapa, gerou-se uma tabela que contém as relações de área de cada classe de uso e suas respectivas porcentagens em relação a área total da bacia, apresentadas na Tabela 1.



**Figura 13** - Mapa do histórico recente do uso do solo e vegetação natural da bacia do Rio Capivara – Município de Botucatu (SP).

**Tabela 1** – Classes do solo e vegetação natural em 2000 da bacia do Rio Capivara – Município de Botucatu (SP)

Uso do solo e vegetação natural (2000)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerrado	9,36	0,04
Cerradão	2.662,65	11,98
Chácaras	126,54	0,57
Cultura anual	108,45	0,49
Cultura perene – café	14,85	0,07
Citros	954,09	4,29
Floresta estacional semidecidual	1.753,38	7,89
Granja	11,43	0,05
Mata ciliar	1.205,01	5,42
Pastagem	11.587,14	52,13
Plantação florestal	2.463,03	11,08
Projeto de arroz irrigado em várzea	60,84	0,27
Transição floresta estacional – cerradão	257,49	1,16
Unidade de CESP	2,88	0,01
Várzea	672,39	3,03
Área de expansão urbana	338,13	1,52

Com base na tabela é possível confirmar que a áreas de pastagem tem um predomínio sobre as demais classes de uso com 52,13% da área do total da bacia e é distribuída ao longo de toda a região, como afirmou Araújo Junior (2001), mesmo sendo má conduzida, a pecuária bovina de leite tinha, em 2000, uma certa importância na região.

A área de cerradão aparece em segundo lugar, com 11,98 % da área da bacia, sua distribuição está concentrada na Depressão Periférica e no Planalto Ocidental, junto com a área de cerrado chegamos a 12,02 % e podemos afirmar que essa era uma área significativa dentro da região.

A plantação florestal é a maior cultura implantada na bacia, com 11,08% da área total, essa proporção se deve a grande quantidade de companhias de agroflorestais instaladas na região. As florestas plantadas são formadas por uma única espécie, portanto monoculturas e plantadas em grande escala sejam em fazendas de propriedade das empresas ou arrendadas de pequenos produtores.

A quarta classe de uso mais significativa é a floresta estacional semidecidual, que totaliza 7,89 % da bacia, essa classe se concentra na área da Cuesta e na região compreendida pela Fazenda Edgardia, como já destacado. Nas fotografias aéreas de 2000 foi possível perceber uma melhor conservação das florestas dentro da área da fazenda em relação as da região de Cuesta sujeitas, por exemplo, a queimadas quase anuais e desmatamentos constantes.

As áreas de mata ciliar, mesmo aqui, com uma porcentagem expressiva 5,42 %, quando observadas através da estereoscopia nas fotografias aéreas aparecem em poucos lugares de forma mais densa, na maioria são compostas por áreas de capoeira e regeneração rala o que não impede o trânsito do gado, nem o assoreamento do leito dos rios. As áreas de nascentes são as mais preocupantes, pois, muitas encontram-se completamente descobertas e degradadas.

A área de citros é a segunda maior cultura instalada na bacia, com 4,29% da área total, é uma cultura em plena expansão impulsionada pelo crescimento da indústria brasileira de cítricos voltada para a exportação de suco concentrado.

As áreas de várzea com 3,03% , nesse primeiro momento foram de difícil identificação pelas imagens de satélite, sendo melhor delimitadas através das fotografias aéreas, encontradas principalmente nos fundos de vale da bacia, em função da baixa variação de altitude e declividade, e portanto, susceptíveis à inundações nos períodos de cheia.

A área de expansão urbana ocupa 1,52% da bacia, o preocupante dessa área não é sua extensão, mas a sua proximidade com a região de Cuesta, o que facilita a degradação das áreas de preservação permanente, definidas pelo Código Florestal, Lei n.º4.771, de 15 de setembro de 1965, Artigo 2º, Alinea g, sendo elas: nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 m (cem metros) em projeções horizontais.

Temos ainda áreas de transição entre a floresta estacional semidecidual e o cerrado, com 1,16% da bacia, classificadas dessa forma por apresentarem indivíduos florestais característicos de ambas as formações vegetais, sendo difícil a sua classificação em qualquer uma das duas classes citadas anteriormente.

As outras classes de uso somadas totalizam 1,46% da área total, sendo elas: chácaras, cultura anuais, cultura perene de café, granja, projeto de arroz irrigado em

várzea e unidade da CESP, mesmo sendo importantes na região que ocupam pela própria área da bacia, nesse momento, onde a checagem de campo não ocorre, ficam sendo pouco representativas e por isso, apenas discutidas em outro momento do levantamento do uso do solo e vegetação natural.

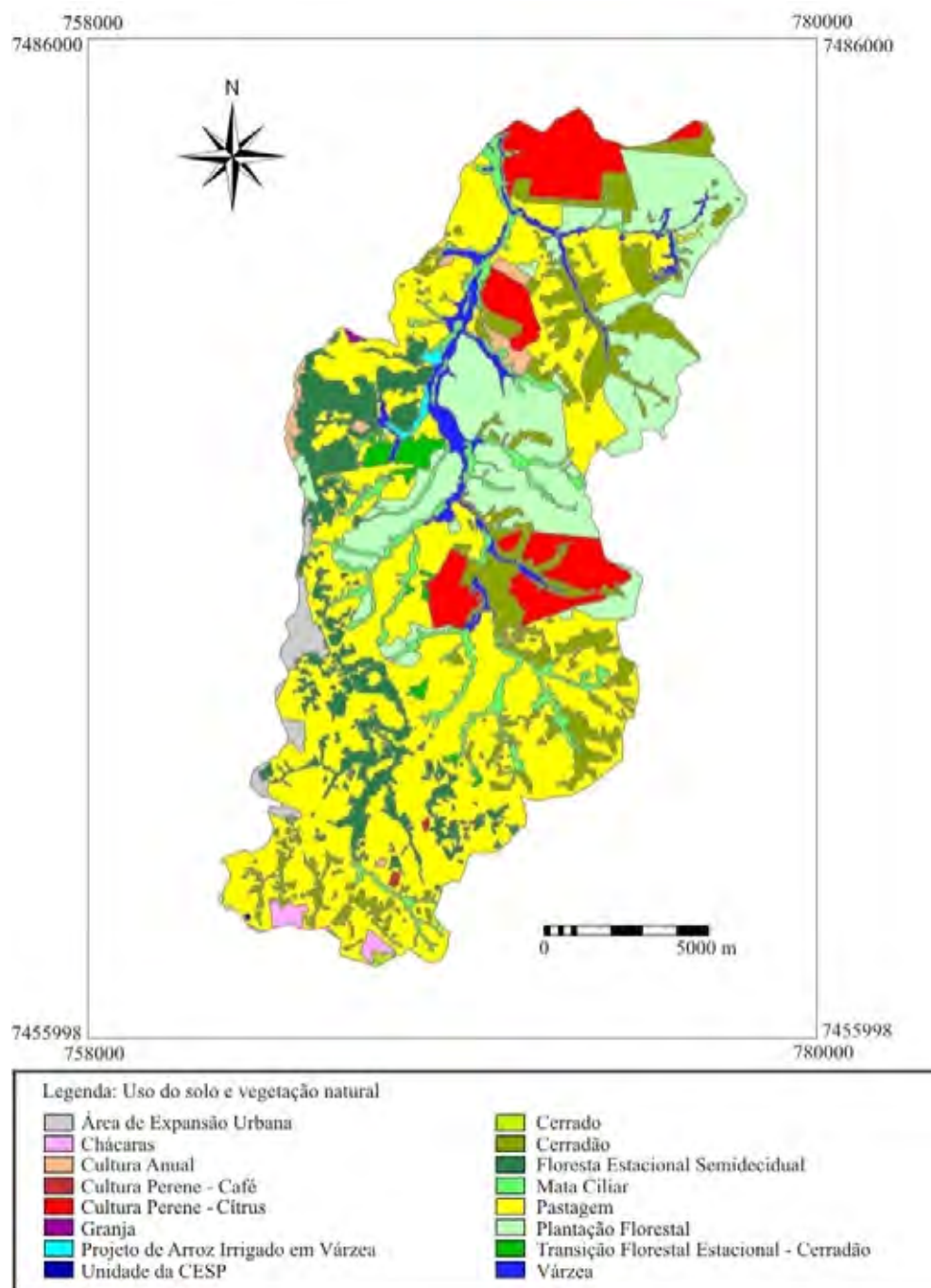
### **6.3.2. Uso de solo e vegetação natural em 2006**

A Figura 14 mostra o mapa de uso do solo e vegetação natural, resultado do levantamento feito através das imagens de satélite CBERS 2 de 2005, atualizado com as checagens de campo de 2006, que serviram auxiliaram na atualização do uso e ocupação da bacia.

Nessa atualização do uso do solo e vegetação natural percebe-se que a área de pastagem ainda é dominante em toda a bacia do rio Capivara, mas muitas de suas áreas foram substituídas por plantação florestal ou citros, que cresceram de forma significativa, passando a ocupar tanto o lado oriental como o ocidental da bacia.

A cultura anual também ganhou novas áreas nessa atualização das classes de uso, o que nos leva a pensar em uma mudança na dinâmica interna da bacia, que em 2000, era prioritariamente voltada á pecuária extensiva e, hoje, é rapidamente substituída pelas culturas, sejam elas, perenes ou anuais.

A interpretação dessas informações retiradas do mapa é feita de forma mais detalhada ao se analisar a Tabela 2 que contém as relações de área de cada classe de uso e suas respectivas porcentagens em relação à área total da bacia.



**Figura 14** - Mapa do uso do solo e vegetação natural da bacia do Rio Capivara - Município de Botucatu (SP).

**Tabela 2** – Classes de uso do solo e vegetação natural em 2006 da bacia do Rio Capivara - Município de Botucatu (SP).

Uso do solo e vegetação natural em 2006	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerrado	24,84	0,11
Cerradão	2.570,40	11,57
Chácaras	117,63	0,53
Cultura anual	225,72	1,02
Cultura perene – café	18,27	0,08
Citros	1.758,15	7,91
Floresta estacional semidecidual	1.772,10	7,97
Granja	11,43	0,05
Mata ciliar	1.137,24	5,12
Pastagem	9.404,73	42,32
Plantação florestal	3.848,85	17,32
Projeto de arroz irrigado em várzea	64,17	0,29
Transição floresta estacional – cerradão	246,33	1,11
Unidade de CESP	2,88	0,01
Várzea	694,08	3,12
Área de expansão urbana	324,81	1,46

A área de maior porcentagem em relação à área total da bacia ainda é a pastagem, com 42,32% da região, com uma redução de aproximadamente 10% em relação ao ano de 2000, isto é, uma área superior à 2.000 ha, essa diminuição é explicada pelo aumento das áreas de culturas perenes, a plantação florestal passou de 11,08% para 17,32% da região e o citros de 4,29% para 7,91%, um aumento de cerca de 10% entre as duas culturas.

Essa mudança no quadro de classes de uso mostra a incorporação das pequenas propriedades por grandes empresas de produtos agroflorestais e de cítricos, dando uma nova cara à paisagem da região, se economicamente é mais viável e ecologicamente mais correta, visualmente é mais agressiva, com grandes áreas dominadas pela monocultura, sem a presença de casas ou animais, como um grande “deserto verde”, que tem sua monotonia rompida apenas pelo tráfego intenso de veículos e máquinas agrícolas.

A área de Cerradão teve uma pequena alteração, hoje com 11,57% do total da bacia, essa diminuição foi causada pelo desmatamento de áreas para o cultivo de

culturas anuais, principalmente o milho, a região de cultura anual cresceu de 0,57% para 1,02%, em porcentagem essa área parece pouco expressiva em hectares, chegando à 225,72 o que pode representar uma nova alternativa econômica para o produtor da região.

As áreas de mata ciliar também aparecem menores com uma redução de 5,42% da região para 5,12%, essa redução é causada pela interferência antrópica na região, isto é, o desmatamento dessas áreas para liberar, por exemplo, o acesso até o leito do rio.

A área ocupada pela floresta estacional semidecidual encontra-se praticamente inalterada, com 7,97% da área total da bacia, esse resultado é extremamente animador, já que excluindo as áreas da fazenda Edgardia, parte dessas florestas vêm sofrendo a pressão do aumento do turismo na região e da degradação causada pelos pequenos desmatamentos e queimadas.

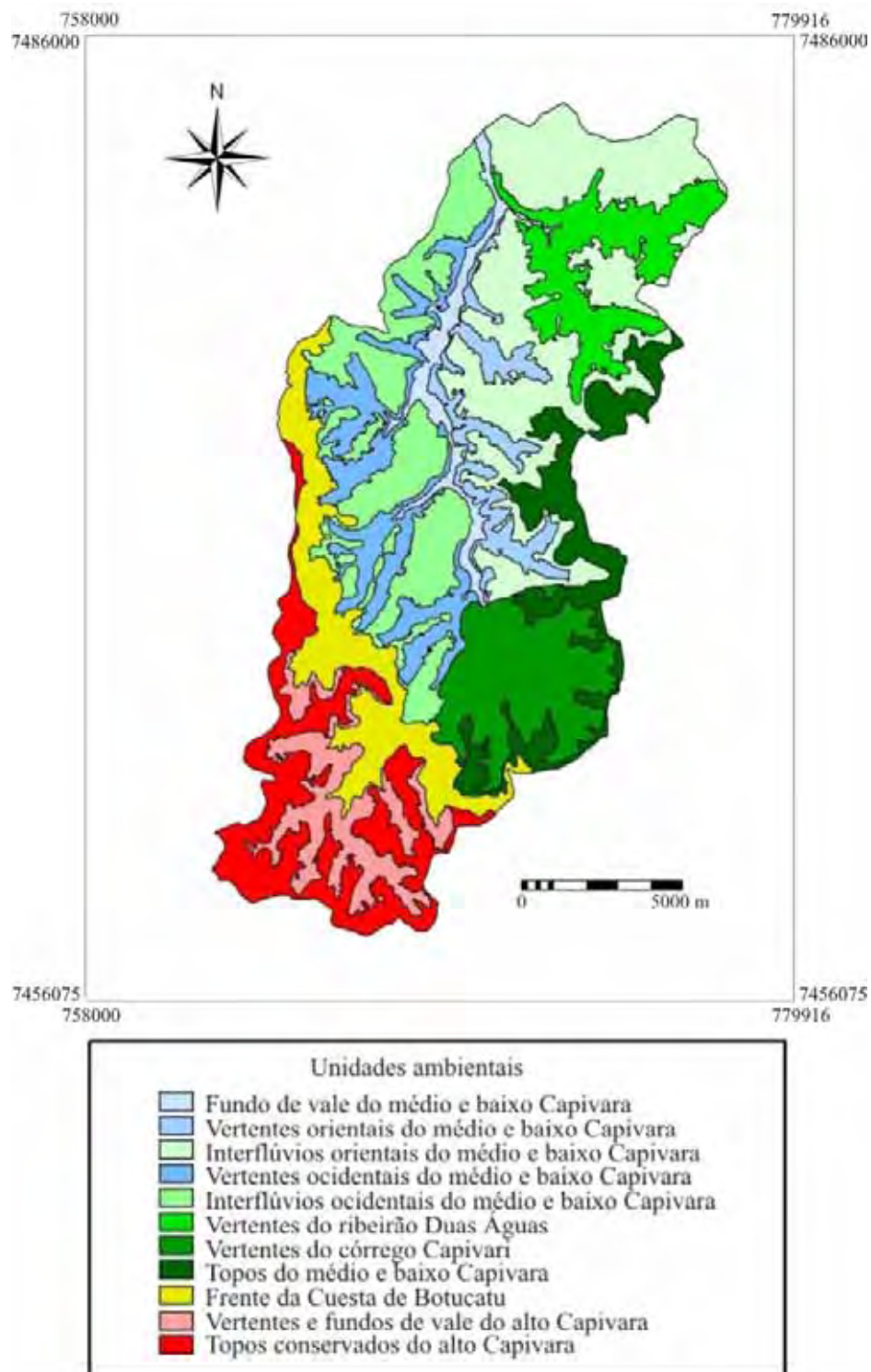
Outras classes de uso também aparecem praticamente inalteradas são elas: várzea 3,12%, expansão urbana 1,46%, transição de floresta estacional- cerrado 1,11%, chácaras com 0,53%, projeto de arroz irrigado 0,29% cultura perene de café 0,08%, granja 0,05% e unidade da CESP 0,01%, o que nos daria uma falsa impressão de estabilidade na bacia, se não fosse o aumento acelerado das culturas perenes.

#### **6.4. As unidades ambientais**

As unidades homogêneas ou unidades ambientais podem ser definidas de várias maneiras, nesse trabalho sua delimitação é resultado da combinação entre as classes de altitude e declividade, unidades de solo e uso do solo e vegetação natural.

O mapa de unidades ambientais vem confirmar as afirmações feitas sobre a homogeneidade de regiões da bacia, identificadas desde os primeiros levantamentos de relevo e solos, somados as observações de campo. O mapa temático apresenta onze diferentes classes de unidades ambientais observadas na Figura 15.

Para nomear as classes de unidades ambientais foi feita uma interpretação conjunta entre a rede de drenagem e o relevo da bacia, onde cada unidade representa a área que ocupa em relação à bacia.



**Figura 15** - Mapa de unidades ambientais da bacia do Rio Capivara - Município de Botucatu (SP).

A Tabela 3 mostra a relação entre as respectivas áreas dessas unidades ambientais, tanto em hectares como em porcentagem, quando comparadas à área total da bacia.

**Tabela 3** – Unidades ambientais da bacia do Rio Capivara - Município de Botucatu (SP)

Unidades Ambientais	Área	
	Hectares	Porcentagem
Frente da Cuesta de Botucatu	2.170,80	9,77
Fundo de vale do médio e baixo Capivara	671,58	3,02
Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara	2.974,14	13,39
Interflúvios orientais do médio e baixo Capivara	4.271,67	19,23
Topos conservados do alto Capivara	2.392,74	10,77
Topos do médio e baixo Capivara	1.731,69	7,79
Vertentes do córrego Capivari	2.020,23	9,09
Vertentes do ribeirão Duas Águas	1.711,26	7,70
Vertentes e fundos de vale do alto Capivara	1.408,32	6,34
Vertentes ocidentais do médio e baixo Capivara	1.887,12	8,49
Vertentes orientais do médio e baixo Capivara	979,92	4,41

A Frente da Cuesta de Botucatu, com 9,77% da área total da bacia, é caracterizada por apresentar altitudes que variam de 600 a 800m, declividades predominantemente entre 2 a 12% e 12 a 30%, os solos são constituídos, quase que totalmente, por Neossolo litólico eutrófico, característicos de áreas de relevo acidentado, o uso do solo e vegetação natural da unidade é caracterizado por grandes áreas de floresta estacional semidecidual e pastagens. Essa unidade era perceptível desde os primeiros levantamentos do relevo, em função da sua grande diferença de altitude e declividade acentuada, a Frente da Cuesta de Botucatu, marca a ruptura do relevo, com um corte abrupto voltado para a Depressão Periférica e um declive suave na parte do reverso.

O Fundo de vale do médio e baixo Capivara, com 3,02% da área total da bacia é composto predominantemente por solos do tipo Gleissolo Háptico Tb distrófico, com altitude de 400 a 600m e declividade de 0 a 2%. Essa unidade é caracterizada por apresentar as altitudes mais baixas de toda a bacia, com relevo plano, para onde converge todo o sistema de drenagem da bacia, em função disso, seus solos são mal e com riscos freqüentes de alagamentos. O uso do solo e vegetação natural também é caracterizado pela influencia da rede de drenagem com grandes áreas de várzea e mata ciliar.

Os Interflúvios orientais e ocidentais do médio de baixo Capivara somam 32,62% da área total da bacia, ambos com altitude na faixa dos 400 a 600m, declividade de 2 a 12% e solos predominantemente do tipo Neossolo Quartzarênico órtico distrófico, apenas no lado ocidental temos uma parcela da área com Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico. O uso do solo e vegetação natural no lado oriental fica dividido entre vastas áreas de pastagem, cerradão, plantação florestal e citros, no lado ocidental as pastagens se sobre-saem em relação aos demais usos, e encontra-se, também, grandes manchas de floresta estacional semidecidual, principalmente na região compreendida pela Fazenda Edgardia. As duas unidades são marcadas pela sua altitude superior as áreas de Vertentes do lado ocidental e oriental, mesmo estando na mesma faixa de altitude essa diferença marca a zona de cumeada que separa as nascentes da rede de drenagem do médio e baixo Capivara.

As Vertentes orientais e ocidentais do médio e baixo Capivara, totalizam 12,90% da área total da bacia, compostas predominantemente por solos do tipo Neossolo Quartzarênico órtico distrófico, o lado ocidental apresenta uma faixa de solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, as altitudes estão na faixa dos 400 a 600m e declividades de 2 a 12% e 12 a 30%. O uso do solo e vegetação natural no lado oriental é caracterizado pelo predomínio das áreas de plantação florestal e cerradão, no lado ocidental temos o predomínio da área de pastagem em relação aos demais usos. Ambas as unidades são caracterizadas pelo seu sistema de ravinas, canais e tributários que drenam as águas da bacia para o leito do rio principal.

As Vertentes do córrego Capivari, com 9,09% de área em relação à bacia, apresenta uma altitude de 400 a 600m, declividades de 2 a 12% e 12 a 30% e solos do tipo Latossolos Vermelho distrófico. O uso do solo e vegetação natural é caracterizado pelo predomínio da pastagem e vegetação natural dividida entre cerradão e mata ciliar. No campo é

a unidade sentida com maior facilidade, sua diferença de solo proporciona uma vegetação diferenciada das demais unidades, mesmo quando tem o mesmo uso e ocupação.

Nas Vertentes do Ribeirão Duas Águas, percebemos as mesmas condições que na unidade anterior, com 7.7% da área, altitude de 400 a 600m, declividade de 2 a 12% e 12 a 30% e solos do tipo Argissolos Vermelho-Amarelo distrófico, aqui também, o fator de maior influencia é o tipo de solo, que proporciona a mesma diferenciação na paisagem. O uso do solo e vegetação natural é marcado pelas áreas de cerradão, pastagem e plantação florestal.

No lado oriental temos a ultima unidade denominada Topos do médio e baixo Capivara, com 7,79% de área total da bacia, altitude de 600 a 700m, declividade predominante de 2 a 12% e solos do tipo Neossolo Quartizarênico ótico distrófico, essa unidade é marcada pelos divisores de água que limitam a bacia no lado oriental, facilmente perceptíveis na paisagem. Onde seu uso do solo e vegetação natural é dominado pelas pastagens e áreas de plantação florestal, tipo de todo o lado oriental da bacia.

As Vertentes e fundos de vale do alto Capivara, com 6,34% da bacia, altitude de 800 a 1000m, declividade de 2 a 12% e 12 a 30% e solos do tipo Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos, aparecem na parte sul da bacia. Para definir essa unidade levou-se em conta o desenho da rede de drenagem, com seu sistema de ravinas, canais e tributários, que caracterizam a região. Seu uso do solo e vegetação natural, predominante, é a pastagem com quase dois terços da unidade.

Os Topos conservados do alta Capivara, com 10,77% da área, altitude de 800 a 1000m, declividade predominante de 2 a 12% e solos do tipo Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico, correspondem aos interflúvios do alto Capivara e os topos de morro que limitam a bacia através dos seus divisores de água. Essa unidade é a que apresenta a maior diversidade de usos do solo e vegetação natural, com o predomínio da pastagem e uma significativa mancha de expansão urbana.

## 6.5. Unidades ambientais em relação ao uso do solo e vegetação natural em 2000 e 2006

Uma análise completa das unidades ambientais da região só pode ser feita quando mescla-se os dados utilizados para delimitar as unidades com os coletados no levantamento uso do solo e vegetação natural que encontramos em toda a bacia do rio Capivara. Para isso, foram elaboradas tabelas com o uso de solo e vegetação natural de cada unidade nos anos de 2000 e 2006, e a combinação dos dados está descrita a seguir:

### 6.5.1. Fundo de vale do médio e baixo Capivara

As Tabelas 4 e 5 mostram a diferença do uso do solo e vegetação natural na unidade, no ano de 2000 para 2006, com as respectivas áreas em hectares e sua porcentagem em relação à área total da unidade.

**Tabela 4** – Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Fundo de vale do médio e baixo Capivara - Município de Botucatu (SP).

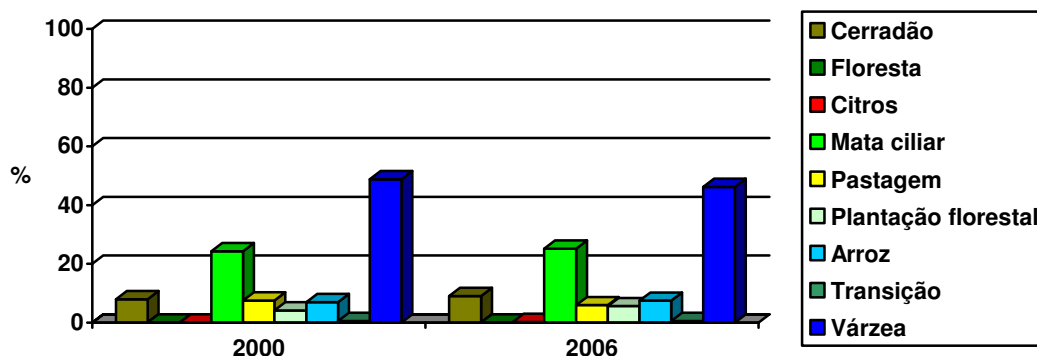
Uso do solo e vegetação natural (2000)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	52,74	7,86
Floresta estacional semidecidual	0,09	0,01
Mata ciliar	162,99	24,28
Pastagem	50,13	7,47
Plantação florestal	27,63	4,08
Projeto de arroz irrigado em várzea	46,71	6,96
Transição floresta estacional – cerradão	3,60	0,54
Várzea	327,60	48,81

**Tabela 5** – Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Fundo de vale do médio e baixo Capivara - Município de Botucatu (SP).

Uso do solo e vegetação natural (2006)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	60,57	9,02
Citros	1,44	0,21
Floresta estacional semidecidual	0,09	0,01
Mata ciliar	168,66	25,13
Pastagem	39,51	5,89
Plantação florestal	37,44	5,58
Projeto de arroz irrigado em várzea	49,86	7,43
Transição floresta estacional – cerradão	3,60	0,54
Várzea	310,05	46,19

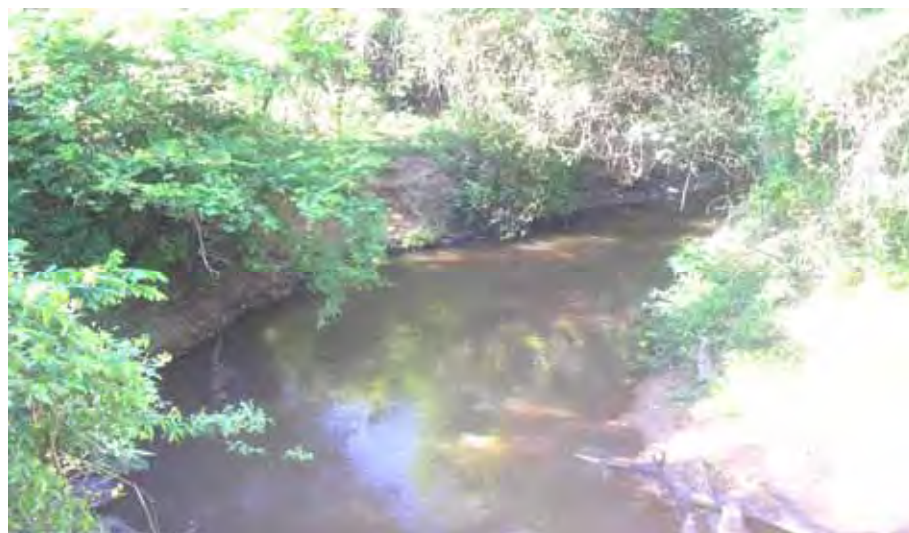
O solo da região é predominantemente do tipo Gleissolo Háptico Tb distrófico, característico de relevo baixada, com pouca declividade, mal drenado e elevado risco de inundação. A unidade é caracterizada pela incorporação do leito do rio principal da bacia, que explica o predomínio na unidade das áreas de várzea quase com 50% da área total, de mata ciliar com cerca de 25% e de projeto de arroz irrigado em várzea com 7,43%,. Os demais usos se limitam às áreas periféricas da unidade, o mais representativo é o de cerradão que passou de 7,86% no ano de 2000 para 9,02% da unidade em 2006. Percebe-se aqui já uma substituição das áreas de pastagens para áreas de plantação florestal e laranja, mas nessa unidade com áreas pouco representativas.

A evolução do uso do solo e vegetação natural pode ser visualizada com mais facilidade pela Figura 16, que apresenta o gráfico com as porcentagens dos diferentes usos em relação á área total da unidade, nos anos de 2000 e 2006.



**Figura 16** – Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Fundo de vale do médio e baixo Capivara, nos anos de 2000 e 2006 .

As Figuras 18, 19 e 20, servem para exemplificar as características principais da unidade, com a presença do leito do rio principal e áreas de mata ciliar, mais densa em algumas regiões e menos densa em outras, dominadas pela pastagem, fato esse, explicado pelo acesso do gado as margens do rio. Pode-se perceber, também, áreas mais alagadas comuns na parte final da bacia. A presença do cerradão é notada ao longo de toda a unidade na sua porção mais periférica, isto é, ao longo das áreas de mata ciliar ou de várzea.



**Figura 17** – Leito do rio principal da bacia do Rio Capivara, inserida na unidade ambiental Fundo de vale do médio e baixo Capivara.



**Figura 18** – Áreas alagadas na parte final da bacia do Rio Capivara, inserida na unidade ambiental Fundo de vale do médio e baixo Capivara.



**Figura 19** – Área denominada rio da Indiana na região do médio Capivara, inserida na unidade ambiental Fundo de vale do médio e baixo Capivara.

### 6.5.2. Vertentes orientais do médio e baixo Capivara

As Tabelas 6 e 7 representam as áreas de uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental denominada Vertentes orientais do médio e baixo Capivara, nos anos de 2000 e 2006.

**Tabela 6** – Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Vertentes orientais do médio e baixo Capivara - Município de Botucatu (SP).

Uso do solo e vegetação natural (2000)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	288,81	29,47
Citros	43,38	4,43
Mata ciliar	140,13	14,30
Pastagem	133,65	13,64
Plantação florestal	294,21	30,02
Várzea	79,74	8,14

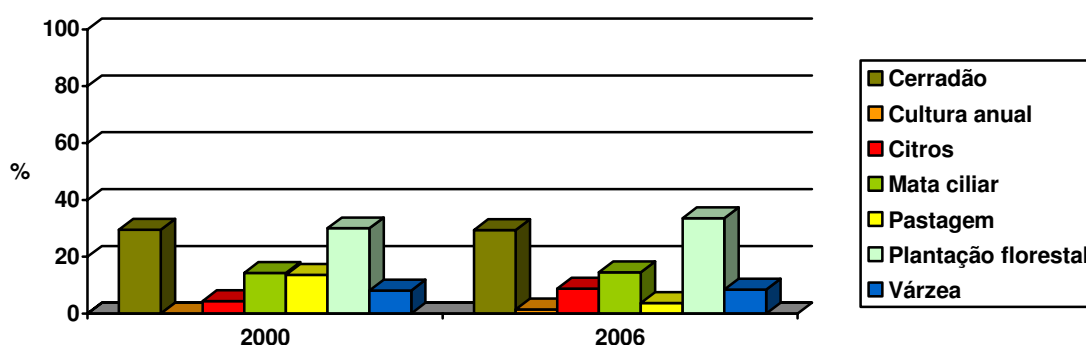
**Tabela 7** – Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Vertentes orientais do médio e baixo Capivara - Município de Botucatu (SP).

Uso do solo e vegetação natural (2006)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	288,71	29,42
Cultura anual	14,58	1,49
Citros	86,31	8,81
Mata ciliar	142,65	14,56
Pastagem	36,63	3,74
Plantação florestal	328,50	33,52
Várzea	82,98	8,47

Essa unidade ambiental, como já descrito anteriormente, é marcada pelo corte da rede de drenagem no relevo, por isso o que chama atenção nas classes de uso é a sua vegetação natural ao longo dos cursos de água, soma-se as áreas de cerradão, mata ciliar e várzea chegamos a quase 50% da área total da unidade, o que nos dá uma impressão de preservação da rede de drenagem, impressão essa, que só é abalada ao se analisar os dados

referentes aos outros usos e sua localização cada vez mais próxima dos curso d'água. A plantação florestal que chegou em 2006 á mais de 33% da área total da unidade, considerada o carro chefe da agricultura hoje implantada na região, sendo três vezes maior que a soma das culturas anuais e de citros, que totalizam pouco mais de 10% da unidade, percebemos ainda, que a pastagem nessa unidade foi praticamente toda substituída por culturas, restando em 2006 apenas 3,74% da área.

Essa substituição das áreas de pastagem para plantação florestal e citros pode ser percebida, também, ao se observar a Figura 20, que representa os dados em porcentagem de todos os diferentes usos da unidade em relação à sua área total nos anos de 2000 e 2006.



**Figura 20** – Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Vertentes orientais do médio e baixo Capivara nos anos de 2000 e 2006.

As vertentes orientais do médio e baixo Capivara podem ser representadas aqui pelas Figuras 21 e 22 que exemplificam suas principais características, isto é, a influencia da rede de drenagem, com seu complexo de ravinas canais e tributários que drenam as águas do lado oriental para o leito do rio principal. Percebe-se pela figura um declive menos acentuado na primeira figura, que está inserida na parte final da bacia. Na mesma Figura 21 é possível perceber a presença de áreas de mata ciliar ao longo dos cursos d'água, realidade essa que não é dominante na unidade, como observamos na Figura 22 que já conta com a proximidade das áreas de plantação florestal e citros.



**Figura 21** – Área de vertentes da região final da bacia do rio Capivara inserida na unidade ambiental Vertentes orientais do médio e baixo Capivara.



**Figura 22** – Área de vertentes da região do médio Capivara inserida na unidade ambiental Vertentes orientais do médio e baixo Capivara.

### **6.5.3. Interflúvios orientais do médio e baixo Capivara**

A evolução do uso do solo e vegetação natural da unidade denominada Interflúvios de médio e baixo Capivara é melhor discutida ao analisarmos os dados contidos nas Tabelas 8 e 9, com as respectivas áreas das classes de uso em 2000 e 2006.

**Tabela 8** – Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Interflúvios orientais do médio e baixo Capivara - Município de Botucatu (SP).

Uso do solo e vegetação natural (2000)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	753,75	17,67
Citros	737,73	17,29
Mata ciliar	39,24	0,92
Pastagem	1.360,89	31,89
Plantação florestal	1.367,37	32,05
Várzea	7,92	0,19

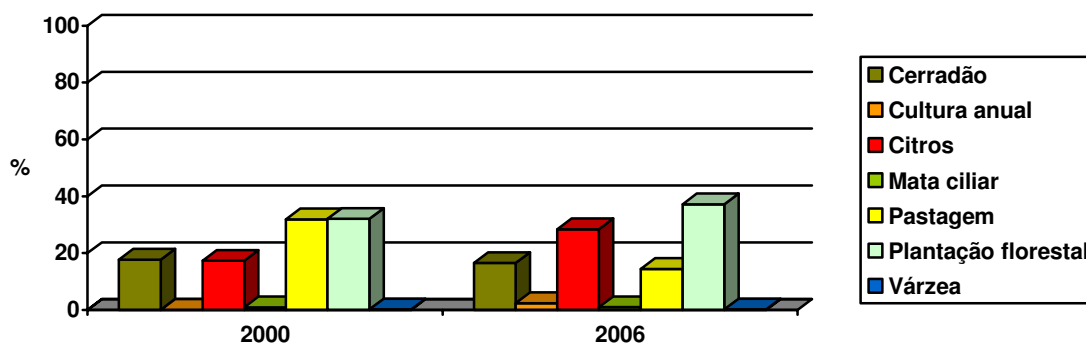
**Tabela 9** – Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Interflúvios orientais do médio e baixo Capivara - Município de Botucatu (SP).

Uso do solo e vegetação natural (2006)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	703,26	16,50
Cultura anual	102,69	2,41
Citros	1.210,23	28,39
Mata ciliar	40,77	0,96
Pastagem	614,43	14,42
Plantação florestal	1.583,01	37,14
Várzea	7,92	0,19

Em 2000 essa unidade era representada pela mistura entre as grandes áreas de pastagem e plantação florestal com mais de 60% da área total, bem como, por manchas de cerradão na sua parte norte. Hoje, as áreas de pastagem reduziram de forma marcante, mudando completamente o aspecto da paisagem da região, que aparece com o predomínio das fazendas monocultoras, sejam de plantação florestal ou citros, com praticamente 70% da área total da unidade, se somar as culturas anuais, dentro desse grande mar de culturas, é possível afirmar que aos poucos a pastagem será completamente substituída pelas áreas de cultivo.

O crescimento dessas novas áreas de cultivo em relação ao decréscimo da área de pastagem é nítido se observarmos a Figura 23 que contém os valores

em porcentagem dos diferentes usos da unidade em relação a sua área total nos anos de 2000 e 2006.



**Figura 23** – Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Interflúvios orientais do médio e baixo Capivara nos anos de 2000 e 2006.

Os interflúvios orientais do médio e baixo Capivara são representados pelas Figuras 24 e 25, que identificam os principais usos da unidade e a área de cumeada que separa as vertentes da rede de drenagem.



**Figura 24** – Área de cultura anual, com reflorestamento ao fundo na região do baixo Capivara inserida na unidade ambiental Interflúvios orientais do médio e baixo Capivara.



**Figura 25** – Área de citros na região do médio Capivara inserida na unidade ambiental Interflúvios orientais do médio e baixo Capivara.

#### 6.5.4. Vertentes ocidentais do médio e baixo Capivara

Nas Tabelas 10 e 11 temos as áreas das diferentes classes de uso da unidade ambiental Vertentes ocidentais do médio e baixo Capivara, nos anos de 2000 e 2006.

**Tabela 10** – Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Vertentes ocidentais do médio e baixo Capivara - Município de Botucatu (SP).

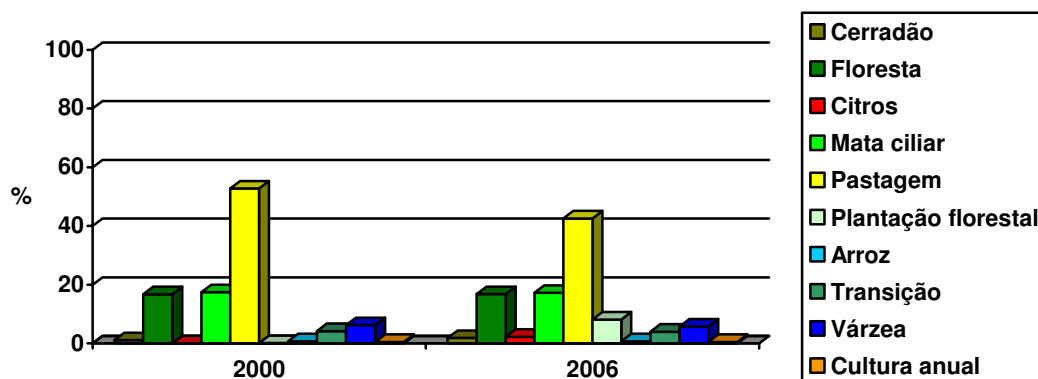
Uso do solo e vegetação natural (2000)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	21,78	1,15
Cultura anual	9,72	0,52
Floresta estacional semidecidual	315,81	16,74
Mata ciliar	329,85	17,48
Pastagem	996,12	52,79
Plantação florestal	2,07	0,11
Projeto de arroz irrigado em várzea	14,04	0,74
Transição floresta estacional – cerradão	79,65	4,22
Várzea	118,08	6,26

**Tabela 11** – Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Vertentes ocidentais do médio e baixo Capivara - Município de Botucatu (SP).

Uso do solo e vegetação natural (2006)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	35,82	1,90
Cultura anual	9,72	0,52
Citros	42,80	2,25
Floresta estacional semidecidual	317,61	16,83
Mata ciliar	325,44	17,25
Pastagem	803,43	42,58
Plantação florestal	153,81	8,15
Projeto de arroz irrigado em várzea	14,22	0,75
Transição floresta estacional – cerradão	75,87	4,02
Várzea	108,63	5,76

Como nas vertentes ocidentais, a paisagem é caracterizada pela influência da rede de drenagem, que é uma das mais preservadas da região. Parte da sua área está inserida na Fazenda Edgardia, de propriedade da Unesp, onde encontramos um dos maiores polígonos de floresta estacional semidecidual de toda a bacia do rio Capivara, que representa mais de 16% da área total da unidade, se somada a área de mata ciliar chegamos a mais de 30% da unidade. Outro aspecto marcante da paisagem da região é o predomínio de pastagens, mesmo com algumas substituições de suas áreas por culturas, ela ainda é dominante da região com 42,58% da área total, o que mostra um predomínio na unidade da pecuária extensiva.

A visualização do uso do solo e vegetação natural das vertentes ocidentais nos anos de 2000 e 2006 estão representados, também, na Figura 26, que apresenta os valores em porcentagem dos diferentes usos em relação à área total da unidade nos anos de 2000 e 2006.



**Figura 26** – Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Vertentes ocidentais do médio e baixo Capivara nos anos de 2000 e 2006.

Como no caso das vertentes orientais, essa unidade é também marcada pelo seu complexo de ravinas, canais e tributários, essa afirmação é exemplificada pelas Figuras 27 e 28, onde pode-se perceber a presença tanto do cerradão como da floresta estacional semidecidual. Ambas as regiões são dominadas pela pastagem, na segunda é possível perceber uma pequena área de cultura anual, que é pouco comum nessa unidade.



**Figura 27** – Vertentes da região do baixo Capivara inserida na unidade ambiental Vertentes ocidentais do médio e baixo Capivara.



**Figura 28** – Vertentes da região do médio Capivara inserida na unidade ambiental Vertentes ocidentais do médio e baixo Capivara.

#### 6.5.5. Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara

As áreas das deferentes classes de uso da unidade ambiental Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara, nos anos de 2000 e 2006, vem expressas nas Tabelas 12 e 13.

**Tabela 12** – Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara - Município de Botucatu (SP).

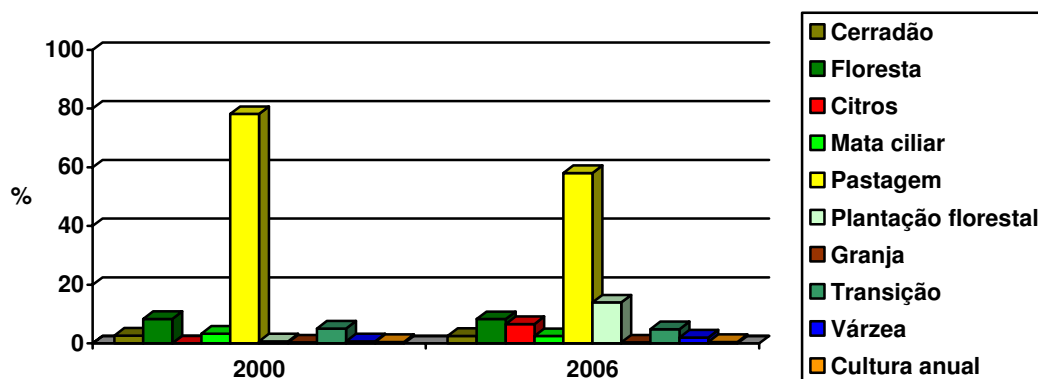
Uso do solo e vegetação natural (2000)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	80,19	2,70
Cultura anual	15,30	0,51
Floresta estacional semidecidual	246,24	8,29
Granja	11,43	0,38
Mata ciliar	99,90	3,36
Pastagem	2.322,63	78,17
Plantação florestal	21,51	0,72
Projeto de arroz irrigado em várzea	0,09	0
Transição floresta estacional – cerradão	151,92	5,11
Várzea	22,14	0,75

**Tabela 13** – Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara - Município de Botucatu (SP).

Uso do solo e vegetação natural (2006)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	76,77	2,58
Cultura anual	15,30	0,52
Citros	196,20	6,60
Floresta estacional semidecidual	248,85	8,38
Granja	11,43	0,38
Mata ciliar	75,24	2,53
Pastagem	1.724,49	58,05
Plantação florestal	416,16	14,01
Projeto de arroz irrigado em várzea	0,09	0
Transição floresta estacional – cerradão	145,44	4,90
Várzea	60,57	2,04

A paisagem dos Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara é uma das mais peculiares da região, com uma extensa área de pastagem, o aspecto é semelhante a um mar com ilhas isoladas de diferentes usos. As áreas de pastagem eram superiores á 78% em 2000 e hoje somam 58%, mais da metade da unidade. Na região norte da unidade tem-se as ilhas de vegetação natural (floresta estacional semidecidual e transição de floresta estacional - cerradão), com mais de 13% da área total, essas ilhas preservadas estão nas áreas pertencentes a Fazenda Edgardia. Ao sul, percebemos a entrada de monoculturas, como a plantação florestal e citros, que somam mais de 20% da unidade, podemos dizer, que nessa área, principalmente, teremos uma transição rápida como aconteceu no lado oriental da bacia, onde o domínio da pastagem será substituído pelas monoculturas, mudando drasticamente da paisagem da região.

A substituição de áreas de pastagem para plantação florestal e citros são visualizadas, também, através da Figura 29, que representa os valores em porcentagem dos diferentes usos em relação à área total da unidade em 2000 e 2006.



**Figura 29** – Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara nos anos de 2000 e 2006.

A unidade ambiental dos interflúvios ocidentais é exemplificada pelas Figuras 30, 31 e 32, que representam a região de cumeeada que separam a rede de drenagem da região, o principal uso fica evidente com as amplas áreas de pastagem, muitas em estado de abandono ou má utilizadas. É perceptível, também, significativos fragmentos de vegetação natural ao longo de toda a unidade.



**Figura 30** – Área de pastagem no baixo Capivara inserida na unidade ambiental Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara.



**Figura 31** – Área de pastagem no baixo Capivara inserida na unidade ambiental Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara.



**Figura 32** – Área de vegetação natural e plantação florestal inserida na unidade ambiental Interflúvios ocidentais do médio e baixo Capivara.

#### **6.5.6. Vertentes do Ribeirão Duas Águas**

Com base nas Tabelas 14 e 15, temos a dimensão das áreas dos usos do solo e vegetação natural da unidade Vertentes do Ribeirão Duas Águas, nos anos de 2000 e 2006.

**Tabela 14** – Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Vertentes do Ribeirão Duas Águas - Município de Botucatu (SP).

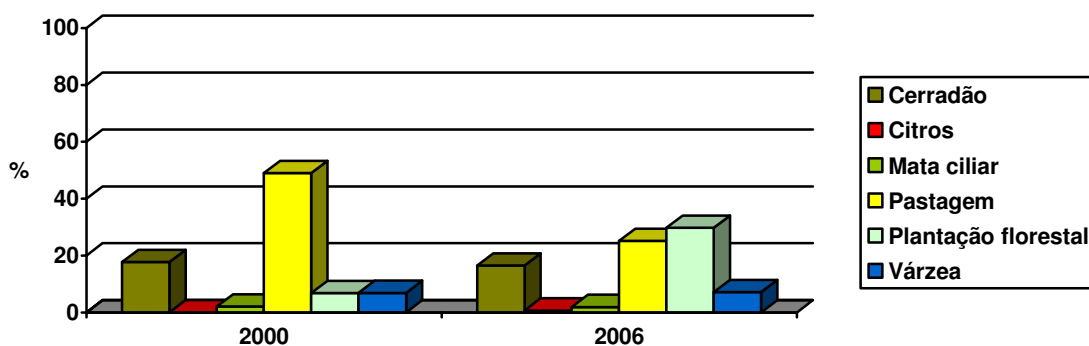
Uso do solo e vegetação natural (2000)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	604,17	35,33
Mata ciliar	35,10	2,05
Pastagem	837,72	48,99
Plantação florestal	116,10	6,79
Várzea	116,91	6,84

**Tabela 15** – Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Vertentes do Ribeirão Duas Águas - Município de Botucatu (SP).

Uso do solo e vegetação natural (2006)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerrado	7,47	0,44
Cerradão	595,80	34,84
Citros	11,25	0,66
Mata ciliar	32,40	1,89
Pastagem	429,93	25,14
Plantação florestal	509,22	29,78
Várzea	123,93	7,25

Essa unidade apresenta uma particularidade de solo é a única formada por Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, com relevo marcado pelos canais da bacia do Ribeirão Duas Águas e a paisagem aparece em 2006 com o predomínio do Cerradão ao longo das áreas de várzea e mata ciliar. Como ocorre em toda a bacia do rio Capivara, nessa unidade também houve a substituição das pastagens por monoculturas, aqui a predominante é a plantação florestal com mais de 29% da área total, a pastagem ainda aparece com 25,14% e continua sendo uma área representativa na unidade.

Essa substituição pode ser percebida, também, através da Figura 33, que representa as porcentagens dos diferentes usos da unidade em relação a sua área total nos anos de 2000 e 2006.



**Figura 33** – Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Vertentes do Ribeirão Duas Águas nos anos de 2000 e 2006.

A unidade ambiental das Vertentes do Ribeirão Duas Águas é bem identificada ao observarmos as Figuras 34 e 35, que representam respectivamente um de seus cursos d'água e a vegetação de cerradão ao longo de suas vertentes.



**Figura 34** – Braço do Ribeirão Duas Águas inserido na unidade ambiental Vertentes do Ribeirão Duas Águas.



**Figura 35** – Vegetação de cerrado ao longo dos cursos d'água inserida na unidade ambiental Vertentes do Ribeirão Duas Águas.

#### **6.5.7. Vertentes do Córrego Capivari**

Com base nas Tabelas 16 e 17, correspondente as áreas dos usos do solo e vegetação natural na unidade ambiental Vertentes do córrego Capivari, nos anos de 2000 e 2006, percebemos que as classes de uso dessa unidade permaneceram praticamente inalteradas. A paisagem é marcada pelas grandes áreas de pastagem, com 61,32% da área total, a vegetação natural também aparece de forma expressiva, quando somadas as áreas de cerrado, floresta estacional semidecidual e mata ciliar chega-se a 36,56% de unidade, esses dados nos permite afirmar que a paisagem da bacia do Capivari é a menos afetada pela entrada de monoculturas e continua com um bom nível de preservação ambiental.

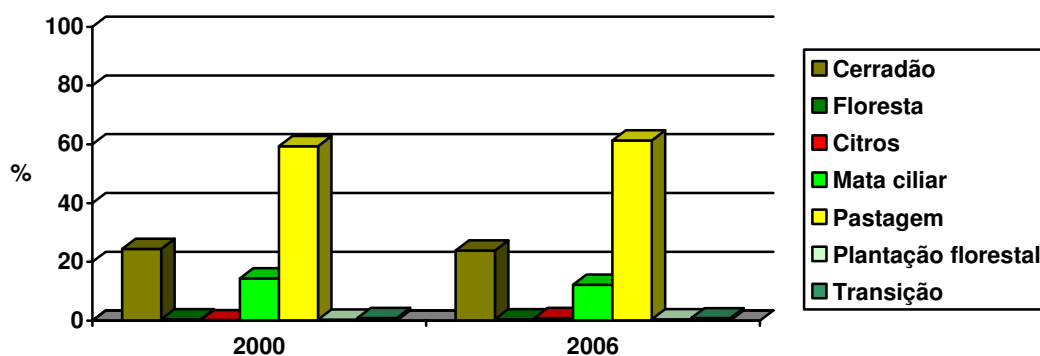
**Tabela 16** – Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Vertentes do Córrego Capivari - Município de Botucatu (SP).

Uso do solo e vegetação natural (2000)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	493,20	24,41
Citros	3,60	0,18
Floresta estacional semidecidual	9,27	0,46
Mata ciliar	289,98	14,35
Pastagem	1.200,06	59,40
Plantação florestal	6,93	0,34
Transição floresta estacional – cerradão	17,19	0,85

**Tabela 17** – Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Vertentes do Córrego Capivari - Município de Botucatu (SP).

Uso do solo e vegetação natural (2006)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	482,49	23,88
Citros	17,37	0,86
Floresta estacional semidecidual	9,27	0,46
Mata ciliar	246,96	12,22
Pastagem	1.238,85	61,32
Plantação florestal	8,37	0,41
Transição floresta estacional – cerradão	16,92	0,84

Essas áreas de uso do solo e vegetação natural dessa unidade pode ser facilmente visualizada pela Figura 36, que representa os dados em porcentagem em relação à área total da unidade nos anos de 2000 e 2006.



**Figura 36** – Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Vertentes do Córrego Capivari nos anos de 2000 e 2006.

Essa unidade é caracterizada principalmente pelas pastagens e áreas de cerradão, afirmação esta, que pode ser confirmada ao observarmos as Figuras 37 e 38, onde percebemos as áreas de cerradão próximas aos cursos d'água e as pastagens no entorno.



**Figura 37** – Vegetação de cerradão ao longo dos cursos d'água inserida na unidade ambiental Vertentes do Córrego Capivari.



**Figura 38** – Área de pastagem no entorno das de cerradão inseridas na unidade ambiental Vertentes do Córrego Capivari.

#### 6.5.8. Topos do médio e baixo Capivara

As Tabelas 18 e 19 representam as áreas dos usos do solo e vegetação natural da unidade ambiental Topos do médio e baixo Capivara, nos anos de 2000 e 2006.

**Tabela 18** – Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental topos do médio e baixo Capivara - Município de Botucatu (SP).

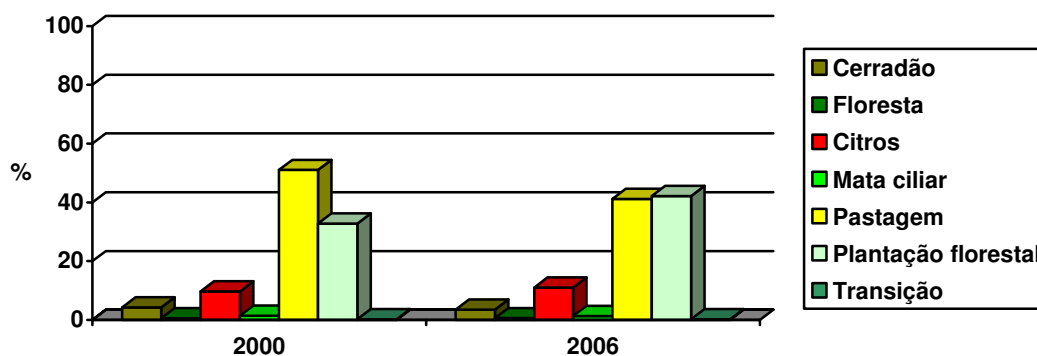
Uso do solo e vegetação natural (2000)	Área em ha	Porcentagem
Cerradão	72,90	4,22
Citros	168,21	9,73
Floresta estacional semidecidual	9,72	0,56
Mata ciliar	24,75	1,43
Pastagem	882,36	51,04
Plantação florestal	566,64	32,78
Transição floresta estacional – cerradão	4,05	0,23

**Tabela 19** – Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental topos do médio e baixo Capivara - Município de Botucatu (SP).

Uso do solo e vegetação natural (2006)	Área em ha	Porcentagem
Cerradão	60,66	3,51
Citros	190,71	11,04
Floresta estacional semidecidual	10,62	0,61
Mata ciliar	22,59	1,31
Pastagem	711,00	41,15
Plantação florestal	728,37	42,15
Transição floresta estacional – cerradão	4,05	0,23

Essa unidade é marcada pelos divisores de água do lado oriental da bacia do Rio Capivara, como já discutido anteriormente, portanto, com uma altitude maior que as demais unidades analisadas até esse momento. Seu uso é dominado pelas pastagens e plantações florestais, com uma diminuição das áreas de pastagem em função do aumento das de plantação florestal e citros, como já evidenciado nas outras unidades ambientais. Percebe-se nessa unidade a menor área até aqui de vegetação natural com pouco mais de 5,5 % da área total da unidade.

Essa afirmação pode ser confirmada pela Figura 39 que representa os dados em porcentagem dos diferentes usos da unidade em relação a sua área total nos anos de 2000 e 2006.



**Figura 39** – Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental topos do médio e baixo Capivara nos anos de 2000 e 2006.

Como já explicado essa unidade é a que tem a menor porcentagem de vegetação natural, essa afirmação pode ser percebida pelas Figuras 40 e 41 que representam as grandes áreas de pastagem da unidade ambiental.



**Figura 40** – Área de pastagem inserida na unidade ambiental topos do médio e baixo Capivara.



**Figura 41** – Área de pastagem e vegetação natural inserida na unidade ambiental topos do médio e baixo Capivara.

### 6.5.9. Frente da Cuesta de Botucatu

Com as Tabelas 20 e 21 podemos analisar os dados referentes às áreas das classes de uso do solo e vegetação natural da unidade Frente da Cuesta de Botucatu, nos anos de 2000 e 2006.

**Tabela 19** – Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Frente da Cuesta de Botucatu - Município de Botucatu (SP).

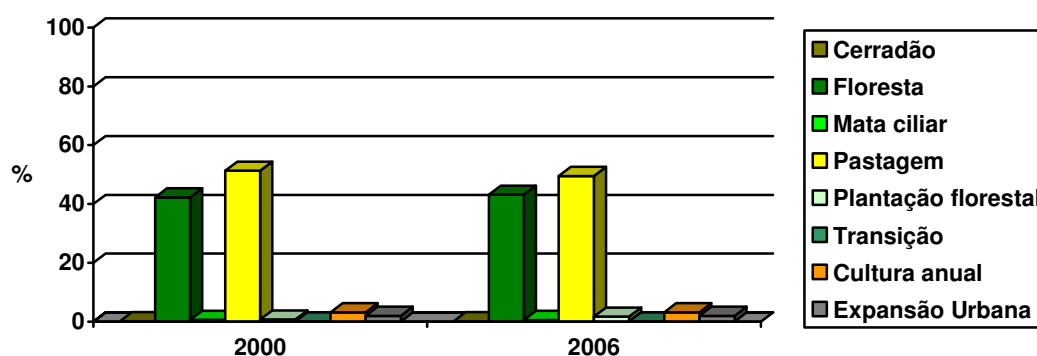
Uso do solo e vegetação natural (2000)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	1,98	0,09
Cultura anual	68,40	3,15
Floresta estacional semidecidual	915,48	42,21
Mata ciliar	11,88	0,55
Pastagem	1.113,03	51,32
Plantação florestal	14,85	0,68
Transição floresta estacional – cerradão	1,08	0,05
Área de expansão urbana	41,94	1,93

**Tabela 21** – Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Frente da Cuesta de Botucatu - Município de Botucatu (SP).

Uso do solo e vegetação natural (2006)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	1,98	0,09
Cultura anual	68,40	3,15
Floresta estacional semidecidual	935,10	43,12
Mata ciliar	11,43	0,53
Pastagem	1.073,97	49,52
Plantação florestal	35,46	1,64
Transição floresta estacional – cerradão	0,45	0,02
Área de expansão urbana	41,94	1,93

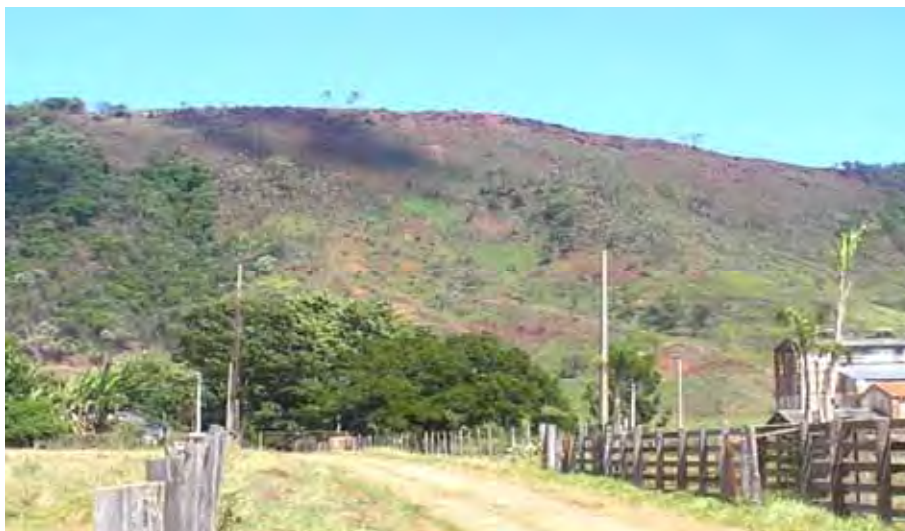
A unidade ambiental da Frente de Cuesta de Botucatu é representada pela grande diferença de altitude e declividade acentuada por agregar a parte de ruptura do relevo que divide a região em duas grandes regiões fisiográficas a Depressão Periférica e Planalto Ocidental. Essa unidade representa toda a faixa ocupada pela Cuesta Basáltica de Botucatu, tem como vegetação natural predominante a floresta estacional semidecidual, com 43,12%. Seu uso é dominado pela pastagem, explicado pela dificuldade da instalação de culturas nessas áreas de declive acentuado, é possível perceber aqui a presença da área urbana, com quase 2% da área total, mesmo sendo uma área pequena, é preocupante por estar próxima das áreas de preservação permanente da região.

As porcentagens dos diferentes usos e sua relação com a área total da unidade nos anos de 2000 e 2006 são representadas através da Figura 42.



**Figura 42** – Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Frente da Cuesta de Botucatu nos anos de 2000 e 2006.

A unidade ambiental da Frente da Cuesta de Botucatu é bem caracterizada pelas Figuras 43, 44 e 45, que mostram a peculiaridade do relevo da região e os diferentes usos encontrados. Pode-se perceber uma divisão na região entre as áreas de pastagem e floresta estacional semidecidual. As áreas de floresta estacional fora dos limites da Fazenda Edgardia encontram-se bem degradadas, com vestígios de queimadas recentes e vegetação fragmentada.



**Figura 43** – Área de pastagem e floresta estacional semidecidual inserida na unidade ambiental Frente da Cuesta de Botucatu.



**Figura 44** – Área de floresta estacional semidecidual inserida na unidade ambiental Frente da Cuesta de Botucatu.



**Figura 45** – Vista da ruptura do relevo na unidade ambiental Frente da Cuesta de Botucatu.

#### 6.5.10. Vertentes e fundos de vale do alto Capivara

Na parte alta da bacia do rio Capivara é onde encontra-se as menores alterações em relação as classes de uso, como podemos verificar nas Tabelas 22 e 23, que correspondem as áreas dessas classes da unidade ambiental vertentes e fundos de vale do alto Capivara, nos anos de 2000 e 2006.

**Tabela 22** – Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Vertentes e fundos de vale do alto Capivara - Município de Botucatu (SP).

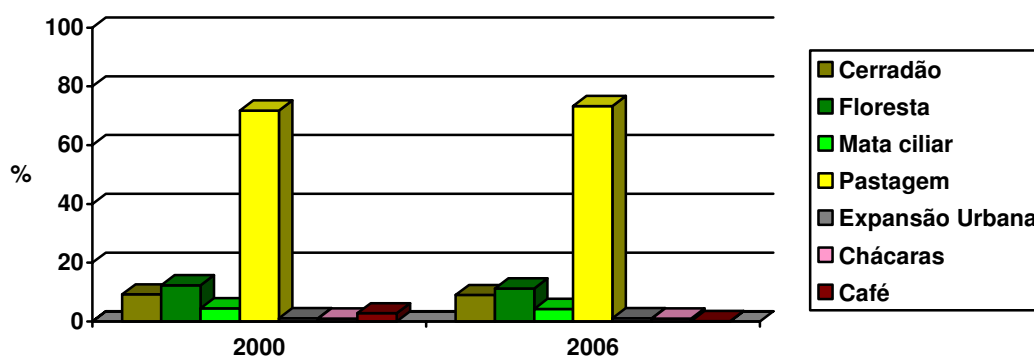
Uso do solo e vegetação natural (2000)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	130,05	9,23
Chácaras	13,77	0,98
Cultura perene – café	2,79	0,20
Floresta estacional semidecidual	173,34	12,31
Mata ciliar	62,82	4,46
Pastagem	1.010,43	71,75
Área de expansão urbana	15,12	1,07

**Tabela 23** – Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Vertentes e fundos de vale do alto Capivara - Município de Botucatu (SP).

Uso do solo e vegetação natural (2006)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerradão	126,63	8,99
Chácaras	13,77	0,98
Cultura perene – café	2,25	0,16
Floresta estacional semidecidual	158,04	11,22
Mata ciliar	59,94	4,26
Pastagem	1.032,57	73,32
Área de expansão urbana	15,12	1,07

A paisagem é marcada pela elevada altitude e presença de grandes áreas de pastagens, muitas em estado de abandono. Encontra-se, também, na região uma grande diversidade de classes de usos, com áreas urbanas, pequenas chácaras, plantações de café, manchas de cerradão e floresta estacional semidecidual. Faz parte da região o parque da Cascata da Marta, uma das áreas mais bonitas da região, com vegetação densa, em sua maioria, e quedas de água belíssimas, que atrai do turismo para a região.

O uso da unidade se encontra praticamente inalterado ao longo dos últimos seis anos, conforme os dados apresentados nas tabelas, essa afirmação, também, pode ser confirmada ao olharmos a Figura 46, com o gráfico das porcentagens dos diferentes usos em relação à área total da unidade nos anos de 2000 e 2006.



**Figura 46** – Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Vertentes e fundos de vale do alto Capivara nos anos de 2000 e 2006.

Apesar da diversidade de usos e a presença mais significativa na área de vegetação natural é a encontrada na cascata da Marta, como já destacado, é dominada pela área de pastagem (Figuras 47, 48 e 49), o pouco de vegetação natural restante se concentra no entorno dos cursos d'água, em fragmentos isolados e degradados o que acarreta na região problemas graves de erosão e perda de solo alguns com alto grau de criticidade, como pode ser percebido nas imagens a seguir.



**Figura 47** – Área de pastagem e cerradão inserida na unidade ambiental Vertentes e fundos de vale do alto Capivara.



**Figura 48** – Vista da área de preservação permanente degradada inserida na unidade ambiental Vertentes e fundos de vale do alto Capivara.



**Figura 49** – Região superior a cascata da Marta inserida na unidade ambiental Vertentes e fundos de vale do alto Capivara.

#### 6.5.11. Topos conservados do alto Capivara

Através das Tabelas 24 e 25, que correspondem as áreas dos usos do solo e vegetação natural da unidade ambiental topos conservados do alto Capivara, dos anos de 2000 e 2006, percebe-se que os usos da unidade permaneceram praticamente inalterados.

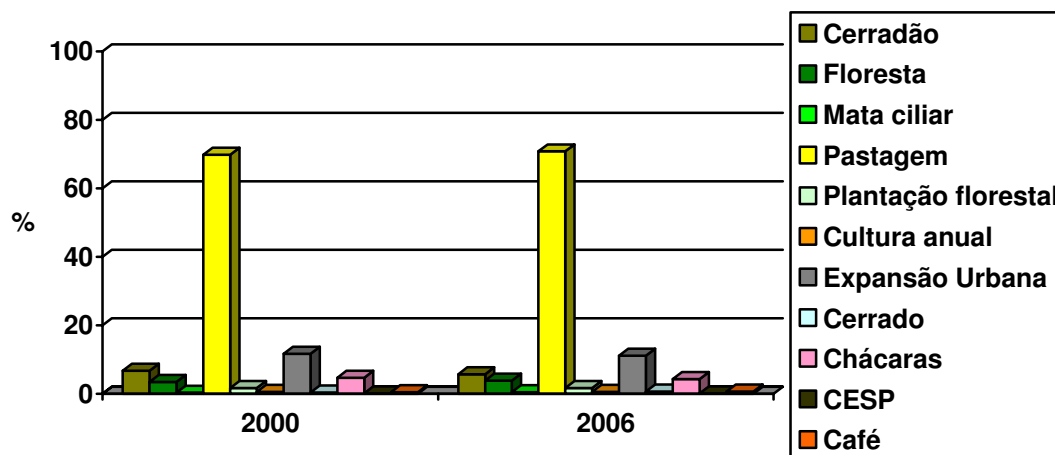
**Tabela 24** – Uso do solo e vegetação natural, em 2000, na unidade ambiental Topos conservados do alto Capivara - Município de Botucatu (SP).

Uso do solo e vegetação natural (2000)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerrado	9,00	0,38
Cerradão	161,73	6,77
Chácaras	112,14	4,70
Cultura anual	13,05	0,55
Cultura perene – café	12,06	0,50
Floresta estacional semidecidual	83,16	3,48
Mata ciliar	8,19	0,34
Pastagem	1.666,80	69,79
Plantação florestal	40,77	1,71
Unidade de CESP	2,88	0,12
Área de expansão urbana	278,37	11,66

**Tabela 25** – Uso do solo e vegetação natural, em 2006, na unidade ambiental Topos conservados do alto Capivara - Município de Botucatu (SP).

Uso do solo e vegetação natural (2006)	Área	
	Hectares	Porcentagem
Cerrado	13,38	0,69
Cerradão	136,98	5,74
Chácaras	103,41	4,33
Cultura anual	13,05	0,55
Cultura perene – café	16,02	0,67
Floresta estacional semidecidual	92,25	3,86
Mata ciliar	10,98	0,46
Pastagem	1.690,29	70,78
Plantação florestal	40,77	1,71
Unidade de CESP	2,88	0,12
Área de expansão urbana	265,14	11,10

Esses valores podem ser percebidos, também, ao olharmos o gráfico (Figura 50), que contém as porcentagens dos diferentes usos em relação à área total da unidade nos anos de 2000 e 2006.



**Figura 50** – Uso do solo e vegetação natural da unidade ambiental Topos conservados do alto Capivara nos anos de 2000 e 2006.

Sua paisagem é caracterizada por incorporar os divisores de água da parte ocidental e sul da bacia, com as maiores altitudes da região. Nessa unidade encontra-se a

maior diversidade de classes de uso da bacia. A pastagem é dominante em toda a região, como na unidade anterior, muitas subutilizadas ou mesmo abandonadas. A expansão urbana é mais representativa nessa unidade do que nas outras, pela própria proximidade com a sede do município.

Os topos conservados do alto Capivara podem ser melhor exemplificados com as Figuras 51 e 52, que representam as regiões mais planas do relevo, com extensas áreas de pastagem ao longo de toda a unidade.



**Figura 51** – Região próxima a Unidade da CESP inserida na unidade ambiental Topos conservados do alto Capivara.



**Figura 52** – Região próxima a Rodovia Marechal Rondon inserida na unidade ambiental Topos conservados do alto Capivara.

## 7. CONCLUSÃO

A delimitação das unidades ambientais como resultado da integração do relevo, solos e uso de solo e vegetação natural, revelou-se extremamente útil ao processo de reconhecimento da dinâmica interna da bacia hidrográfica do rio Capivara, pois sintetiza a complexidade existente na paisagem da região, gera um nível de detalhamento equilibrado e é de fácil interpretação sobre as variáveis físicas adotadas.

O Sistema de informação geográfica mostrou-se eficaz como ferramenta à delimitação das unidades ambientais, reduzindo o tempo para a geração dos mapas temáticas e agilizando o processo de integração entre eles, produzindo dados confiáveis ao final do processo que representam a realidade encontrada na região.

Pelos levantamentos realizados ao longo de todo o processo de coleta de dados foi possível, também, confirmar a afirmação feita no início desse trabalho que a bacia hidrográfica do rio Capivara necessita de planejamento integrado que busque a ordenação do território e garanta a proteção dos recursos naturais. Pois é fato, que respeitando a capacidade de suporte da bacia hidrográfica à implantação das atividades humanas, é possível conciliar o crescimento econômico com a preservação ambiental.

## 8. REFERÊNCIAS

ARAÚJO JUNIOR, A. A. **Diagnóstico físico conservacionista de 10 microbacias do Rio Capivara – Botucatu (SP), visando a ocupação racional do solo.** 2001. 131 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

ARGENDO, M. S. F.; CRUZ, C. B. M. Mapeamento geomorfológico. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. Cap. 9, p. 264-282.

ASSAD, M. L. L. Uso de um sistema de informações geográficas na determinação da aptidão agrícola de terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, p.133-39, 1995.

ASSAD, E. D.; SANO, E.E. Estruturação de dados geoambientais no contexto de microbacia hidrográfica. In: **SISTEMA de informações geográficas: aplicações na agricultura** 2. ed., Brasília: EMBRAPA, SPI/EMBRAPA, CPAC, 1998, Cap. 7, p. 119-137

BATTILANI, J. L.; SCREMIN-DIAS, E.; SOUZA, A. L. T. Fitossociologia de um trecho da mata ciliar do Rio da Prata, Jardim, MS, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 19, n. 3, jul./set. 2005.

BECKER, D. F. **Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade?** 4. ed., Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2002. 241 p.

BOHRER, C. B. A. Vegetação, paisagem e o planejamento do uso da terra. **Revista Geographia**, Niterói, v. 4, p. 11-19, 2000.

BORDALO, C. A. L. **Gestão ambiental em bacias hidrográficas: um estudo de caso dos mananciais do Utinga – PA.** Bacias dos Igarapés, Murutucum e Água preta. 1998. 183 f.

Dissertação (Mestrado em Geografia)-Faculdade de Ciências e Tecnologia , Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 1998.

**BORGES, M. J. Diagnóstico físico conservacionista na determinação do reflorestamento compensatório para retenção de água em microbacia hidrográfica.** 2005. 123 f. Tese (Doutor em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2005.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.) In: **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. Cap. 8, p. 269-300

CAMPOS, S. et al. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao uso da terra em microbacias hidrográficas, Botucatu – SP. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 431-435, maio/ago. 2004.

CARVALHO, W. A. **Relações entre relevo e solos da bacia do Rio Capivara – município de Botucatu, SP.** 1981. 193 f. Tese (Livre-Docência)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1981.

CASTRO, A. G. ; MORROT, S. Perspectivas de desenvolvimento sustentado para o setor florestal na América Latina. **Estudos Avançados**, São Paulo, vol. 10, n. 26, p. 1-26, 1996.

CORSEUIL, C. W. **Técnicas de geoprocessamento e de análise de multicritérios na adequação de uso das terras.** 2006, 101 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

COUTINHO, L. M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 17- 24, 1978.

CUNHA, S. B.; GUERRA, J. T. (organizadores) **A questão ambiental: diferentes abordagens.** 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand do Brasil, 2005, 248 p.

DESTRO, G. F. G. **Estudos para implantação de reservas legais: uma nova perspectiva na conservação dos recursos naturais.** 2006. 184 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. P.; SUGAMOSTO, M. L. Determinação da fragilidade Ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n. 1, p. 175–181, 2006.

FILADELFO JUNIOR, W.S. **Geoprocessamento aplicado ao estudo de ocupação do solo e de classes de declive.** 1999, 112 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na

Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

FRANCO, M. A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Annablume, FAPESP, 2001. 296 p.

GOMES, B. Z.; MARTINS, F. R.; TASHIMIRO, J. Y. Estrutura do cerradão e da transição entre cerradão e floresta paludícola num fragmento da Internacional Paper do Brasil Ltda, em Brotas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 2. abr./ jun. 2004.

GROSSI, C. H. **Sistema e informação geográfica – Basins 3.0 na modelagem hidrológica da bacia experimental do Rio Pardo, SP**. 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

JORGE, L. A .B.; SARTORI, M. S. Uso do solo e análise temporal da ocorrência de vegetação natural na fazenda experimental Edgardia, em Botucatu – SP. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 26, n. 5, p. 585-592, 2002.

LEAL, C. T.; BATISTA, D. B. A valoração paisagística aplicada ao planejamento ambiental urbano estudo de caso do município de Matinhos – PR. **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, INPE, 2003. p. 1847 – 1854

LEPSH, J.F. **Solos formação e conservação**. 2. ed. São Paulo: Edições Melhoramentos, Série Prisma - Brasil. v. 31. 1977. 160 p.

LEPSH, J. F. (Coord.) **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema da capacidade de uso**. 4. ed. Campinas: SBCS, 1991. 175 p.

MARTINS, D. Clima na região de Botucatu – SP. In: encontro de estudos sobre a agropecuária de Botucatu. **Anais do I encontro de estudos sobre agropecuária na região de Botucatu**. Botucatu: UNESP, 1989. p. 8-1989

MONTESI, E. C.; BATISTA, G. T. Avaliação de dados do satélite CBERS para o mapeamento de produção agrícola ao nível municipal. In: **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, 05, INPE, 2003. p. 181 – 188.

OLIVEIRA J. B. (Org.) **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201 p.

OREA, D. G. **Ordenação territorial**. Madri: Agrícola Espanhola AS – Mundi-Prinse, 2002. 704 p.

PIROLI, E. L. **Geoprocessamento na determinação da capacidade e avaliação do solo da terra do município de Botucatu – SP**. 2002. 107 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia

na Agricultura) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

PLA, M. T. B. ; VILAS, J. R. Metodología general de los estudios de paisaje. In: BOLÓS, M. (Org.). **Manual de ciência del paisaje: teoria, métodos y aplicaciones**, Barcelona: Masson, S.A., 1992. Cap. 10, p. 123-134

PROCHNOW, M. C. R. Recursos hídricos e metodologia de pesquisa. **Revista Geografia**, São Paulo, vol. 10, n. 19, 1985.

RIZZINI, C. T.; COIMBRA FILHO, A. F.; HOUAISS, A. **Ecosistema brasileiros**. Rio de Janeiro: Index, 1991. 159 p.

ROCHA, J. S. M. da. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria: Edições UFSM, 1991. 181 p.

RODRIGUES, R. R. A vegetação de Piracicaba e municípios do entorno. **Revista Circular Técnica do Ipef**, Piracicaba, vol. 189, 1999. p. 1 - 42

SANTOS, A. F. **Morfometria da microbacia hidrográfica do Ribeirão Faxinal Botucatu – SP e alterações em suas áreas de biomassa no período de 1972 a 2000**. 2004. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

SENDRA, J. B. et al. **Sistemas de informacion geográfica: prácticas com PC ARC/INFO e IDRISI**. Madrid: RA-MA, 1994.

SILVA, A. B. **Sistemas de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. 1. ed. Campinas: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2003. 235 p.

SILVA, J. S. V.; SANTOS, R. F. Zoneamento para planejamento ambiental: vantagens e restrições de métodos e técnicas. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 221-263, maio/ago. 2004.

SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentável das atividades rurais. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte. v. 21, n. 207, p. 15-20, nov./dez. 2000.

TORNERO, M. T. **Análise ambiental através de Sistema de Informação Geográfica (SIG), como subsídio ao planejamento do município de Maringá – PR**. 2000. 184 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

VIANA, V.M. Conservação da biodiversidade de fragmentos florestais em paisagens tropicais intensamente cultivados. In: **ABORDAGENS interdisciplinares para a conservação da biodiversidade biológica e dinâmica do uso da terra no novo mundo**. Belo Horizonte:

Conservation International do Brasil, Universidade Federal de Minas Gerais, University of Florida, 1995. p. 135-155.

VILAS BOAS, S. **Parâmetros da rede de drenagem e do relevo na discriminação de solos do município do Botucatu-SP.** 1991.129 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1991.