

AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES NA REDE DE DRENAGEM EM MICROBACIA PRODUTORA DE ARROZ IRRIGADO LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE MASSARANDUBA, SC

Denilson Dortzbach⁽¹⁾; Iria Sartor Araujo⁽²⁾; Ivan Luiz Zilli Bacic⁽³⁾ & Raphael Ribeiro Souza⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Pesquisador, Epagri- CIRAM. Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Florianópolis, SC. E-mail denilson@epagri.sc.gov.br;

⁽²⁾ Pesquisadora, Dra., Epagri- CIRAM. E-mail iriaaraujo@epagri.sc.gov.br; ⁽³⁾ Pesquisador, Epagri- CIRAM. E-mail bacic@epagri.sc.gov.br; ⁽⁴⁾ Geógrafo, bolsista CNPq. E-mail raphaelgeoufsc@yahoo.com.br;

ABSTRACT

This paper aims to show the changes that occurred in the drainage network of the Ribeirão Gustavo watershed and tributaries, located in the municipality of Massaranduba, SC. The changes were verified through analysis of the morphometric variables by means of different sources to obtain the drainage network: a) through the interpretation of aerial photographs at 1:25,000 scale and field check using navigation and topographic GPS; b) use of the IBGE cartographic database (1980) at 1:50,000 scale, c) automatic extraction of the SRTM drainage network using MDT. For morphometric analysis, the quantification of parameters was prioritized: drainage area, perimeter, drainage density, watershed shape, sinuosity, concentration time and order of the watershed watercourses. The drainage system was considered as an adequate indicator of environmental changes occurring in the study area, especially in the analysis performed with aerial photo interpretation. The results showed dramatic changes in the drainage network resulting in changes in the landscape and in the elements that compose the watershed, with changes in mouth and bounds. Morphometric analysis indicated differences between parameters evaluated using the different data sources. The downstream areas at the valley bottom were those that showed the greatest differences. The results allowed concluding that the watershed has undergone changes in its drainage network and morphometric characteristics, comparing the different data sources evaluated, as a result of the increased human activity, especially related to irrigated rice cultivation.

Keys-words: agriculture, morphometric analysis, watershed

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas tem se observado no Brasil uma intensa degradação ambiental, em grande parte devido às interações das atividades antrópicas com o meio físico, acarretando alterações no meio ambiente, comprometendo e até inviabilizando uso dos recursos naturais.

Silva et al. (2001) destacam que dentre os recursos degradados do meio físico, os hídricos caracterizam-se como os mais facilmente afetados pelas atividades humanas. Essas alterações são observadas na qualidade e/ou da quantidade das águas como também na mudança de cursos ou diminuição de canais da rede de drenagem. Para esses autores a maneira de se avaliar e caracterizar as alterações ocorridas na rede hídrica deve considerar a bacia hidrográfica como unidade de estudo.

A hidrografia de uma bacia hidrográfica reflete a estrutura geológica, a evolução morfogenética regional, o clima e as intervenções antrópicas. O uso e ocupação das terras é a principal atividade humana que provoca as maiores alterações de uma bacia hidrográfica (Latrubesse et al., 2005), definindo diferentes padrões ou modelos de drenagem e combinações de padrões (Alcântara e Amorim, 2005).

Após a instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos através da lei nº 9.433 (Brasil, 1997), as bacias hidrográficas começaram a ser entendidas como células básicas da análise ambiental, permitindo conhecer e avaliar seus diversos componentes, os processos e interações que nelas ocorrem, com visão sistêmica e integrada do ambiente (Botelho; Silva, 2004).

Segundo Santos (2004) bacia hidrográfica é “uma área ocupada por um canal principal e todos os seus tributários, cujos limites constituem os interfúvios, que topograficamente delimitam outras bacias hidrográficas”. A bacia hidrográfica é um sistema integrado onde diversas dinâmicas ocorrem entre cada um de seus elementos estabelecendo um padrão de organização.

De acordo com Genrich (2002) nos casos em que a bacia abrange uma grande escala, a melhor opção é subdividi-la em sub-bacias ou microbacias. Dessa forma, microbacia hidrográfica é entendida segundo Santa Catarina (1994) como uma área ou unidade espacial mínima integrante de um sistema hidrográfico maior (bacia ou sub-bacia), cujos limites são constituídos pelas vertentes ou divisores de água e a vazão efluente ocorre diretamente em outro rio ou canal.

Para a avaliação da rede hidrográfica e morfológica de uma determinada microbacia é necessário a comparação dos dados obtidos de diversas fontes, para a obtenção de melhores resultados de acordo com as necessidades específicas de que cada trabalho. Inicialmente o mapeamento da rede de drenagem era realizado pelo fotointérprete a partir da restituição aerofotogramétrica baseada em princípios da estereoscopia, utilizando imagens capturadas de um objeto em ângulos diferentes possibilitando a percepção das dimensões de altura, largura e profundidade (Coutinho, et al, 2007). Com o surgimento dos

modelos digitais de representação da superfície e a evolução das Geotecnologias, a extração de drenagem também passa a ser realizada de forma automática a partir de algoritmos que executam processamentos em Modelos Digitais de Elevação (MDE). Segundo Chorowicz et al. (1992), as redes de drenagem são obtidas por observação de campo, fotointerpretação ou extração direta a partir de mapas topográficos, ou indiretamente por meio de curvas de nível.

Dessa forma, considerando a microbacia hidrográfica como unidade espacial de análise ambiental, objetiva-se com este estudo analisar as alterações na morfologia da rede hidrográfica do Ribeirão Gustavo, localizado no município de Massaranduba, SC, bem como avaliar as mudanças na rede de drenagem em decorrência do uso e ocupação, através da comparação de diferentes fontes e dados.

MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia Ribeirão Gustavo está localizada entre os paralelos 26°32'33" e 26°35'59" Latitude Sul e meridianos 49°02'29" e 49°06'39" Longitude Oeste, localizada no município de Massaranduba, região norte do estado de Santa Catarina e tem como afluentes os Ribeirões Irma, Frida e Voelz. A classificação climática para a região, segundo Köppen é Cfa, clima subtropical úmido com verão quente. Este tipo climático predomina no litoral de Santa Catarina, apresentando temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média do mês mais quente superior a 22°C, sem caracterização de estação seca, com a precipitação do mês mais seco superior a 60 mm (Santa Catarina, 1986).

A área pertence à região da Floresta Ombrófila Densa, Formação Floresta Submontana, caracterizada pelo grande número de espécies que se desenvolvem em quatro estratos distintos. Na geologia a microbacia Ribeirão Gustavo está inserida nas unidades "Complexo Luís Alves" e "Área de Sedimentos Quaternários/Depósitos Aluvionares". Na geomorfologia, a unidade geomorfológica que abrange a microbacia é denominada Serra do Tabuleiro/Itajaí.

O mapa de uso e ocupação do solo foi elaborado por Dortzbach et al. (2011), realizado através da interpretação visual da imagem Quickbird ortorretificada, numa escala visual (zoom) 1:2.000 usando o Sistema de Informação Geográfico – SIG ArcGis 9.3 e confirmação das classes a campo. De posse desses dados foi possível a caracterização da principal atividade antrópica atuante na microbacia e sua interferência nos parâmetros morfométricos.

A rede de drenagem utilizada nesse estudo com o intuito de avaliar as alterações no meio físico da microbacia foi obtida através de três fontes de dados:

a) Fotointerpretação a partir da restituição aerofotogramétrica baseada em princípios da estereoscopia, traçadas a rede de drenagem e o divisor da microbacia, a partir de fotos aéreas pancromáticas na escala aproximada de 1:25.000 do levantamento aerofotogramétrico de Santa Catarina – vôo Cruzeiro do Sul de 1978, disponível no acervo aerofotogramétrico da Epagri. A rede de drenagem foi confirmada e complementada a campo com a utilização de receptores GPS, empregados na tomada de pontos de controle terrestres e no caminhamento na rede de drenagem. A coleta foi realizada no mês de abril de 2011, após um período de 5 dias sem chuvas. Foram considerados como rede de drenagem todos os locais que apresentavam água corrente e possuíam as características de cursos d'água. Foi utilizado um modelo de receptor GPS de navegação e topográfico: GPS de navegação modelo eTrex, acompanhado de antena externa e cabo "Y" para descarregar dados do receptor GPS no PC; GPS topográfico Leica GS20, com capacidade de rastrear a fase da portadora L1 e o Código C/A. Os pontos e linhas do GPS de navegação foram descarregados no software GTM 4.0 para serem exportados ao formato do SIG (*shape*) e foram pós-processados nos software GIS DataPro.

b) Rede de drenagem mapeada por restituição analógica presente na carta topográfica do IBGE (1980), onde a base hidrográfica utilizada foi a da carta topográfica Pomerode (SG-22-Z-B-IV-2) na escala 1:50.000. Para a delimitação da microbacia foram utilizadas as curvas de nível da mesma carta

c) Extração automática da drenagem através da aquisição do modelo digital do terreno (MDT) para a área, com resolução espacial de 90m, obtido pela missão espacial SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) e emprego do aplicativo SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) associado ao Arc Gis 9.3.

Para a medição dos atributos dos elementos pertencentes à microbacia Ribeirão Gustavo, que determinam o comportamento do seu regime hidrológico, foram adotados os parâmetros utilizados por Vilella & Mattos (1975) e Christofolletti (1981), com avaliação nas diferentes fontes de dados.

Para análise morfométrica priorizou-se a quantificação dos parâmetros: área de drenagem, perímetro da microbacia, densidade da drenagem, forma da microbacia, sinuosidade, tempo de concentração e ordem de seus cursos de água.

A densidade de drenagem (Dd) é uma boa indicação do grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem. Expressa a relação entre o comprimento total dos cursos d'água de uma microbacia e a sua área total.

Bacias com drenagem pobre → $Dd < 0,5 \text{ km/km}^2$
 Bacias com drenagem regular → $0,5 \leq Dd < 1,5 \text{ km/km}^2$
 Bacias com drenagem boa → $1,5 \leq Dd < 2,5 \text{ km/km}^2$
 Bacias com drenagem muito boa → $2,5 \leq Dd < 3,5 \text{ km/km}^2$
 Bacias excepcionalmente bem drenadas → $Dd \geq 3,5 \text{ km/km}^2$

A forma da microbacia foi determinada através de dois índices:

a) Coeficiente de compacidade (K_c): relaciona o perímetro da microbacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um K_c igual à unidade corresponde a uma microbacia circular e, por conseguinte, tem grande tendência a sofrer enchentes.

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

P - perímetro (km)

A = área de drenagem (km^2)

b) Fator de forma (K_f): é a relação entre a largura média e o comprimento da microbacia. Constitui outro índice indicativo da maior ou menor tendência a enchentes. Uma microbacia com K_f baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, mas com K_f maior. É calculado através da seguinte fórmula:

$$K_f = \frac{A}{La^2}$$

L - comprimento axial da bacia (km)

O tempo de concentração é o tempo que a água da chuva que cai em uma determinada secção ou em toda área da microbacia, leva para escoar completamente e foi obtido através da seguinte fórmula:

A fórmula de CHPW (California Highways and Public Works) é a seguinte pode ser expressa de duas maneiras:

$$T_c = 57 \times \frac{L^{3,0,385}}{H} \quad T_c \text{ em minutos}$$

L - estirão em Km.

H- Diferença de cotas entre o ponto mais afastado da bacia e o ponto considerado em m. Esta diferença de cotas tem a seguinte relação:

$$H = L \times I$$

L - Comprimento do rio em m

I - Declividade equivalente constante em m/m

A Sinuosidade do curso d'água é a relação entre o comprimento do ribeirão da nascente até a desembocadura (C_c) e a distância mais curta em linha reta entre a nascente e a mesma desembocadura (E_v). Christofolletti, (1981), estudando os rios filandeses encontrou os seguintes parâmetros:

muito reto: < 20%

reto: 20,0 a 29,9%

divagante: 30,0 a 39,9%

sinuoso: 40,0 a 49,9%

muito sinuoso: > 50,0%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o observado na Figura 1, a microbacia Ribeirão Gustavo se caracteriza por apresentar relevo com áreas de declividade elevada, onde predominam processos de perdas de solos e de áreas planas localizadas nos fundo de vale.

Microbacia Ribeirão Gustavo

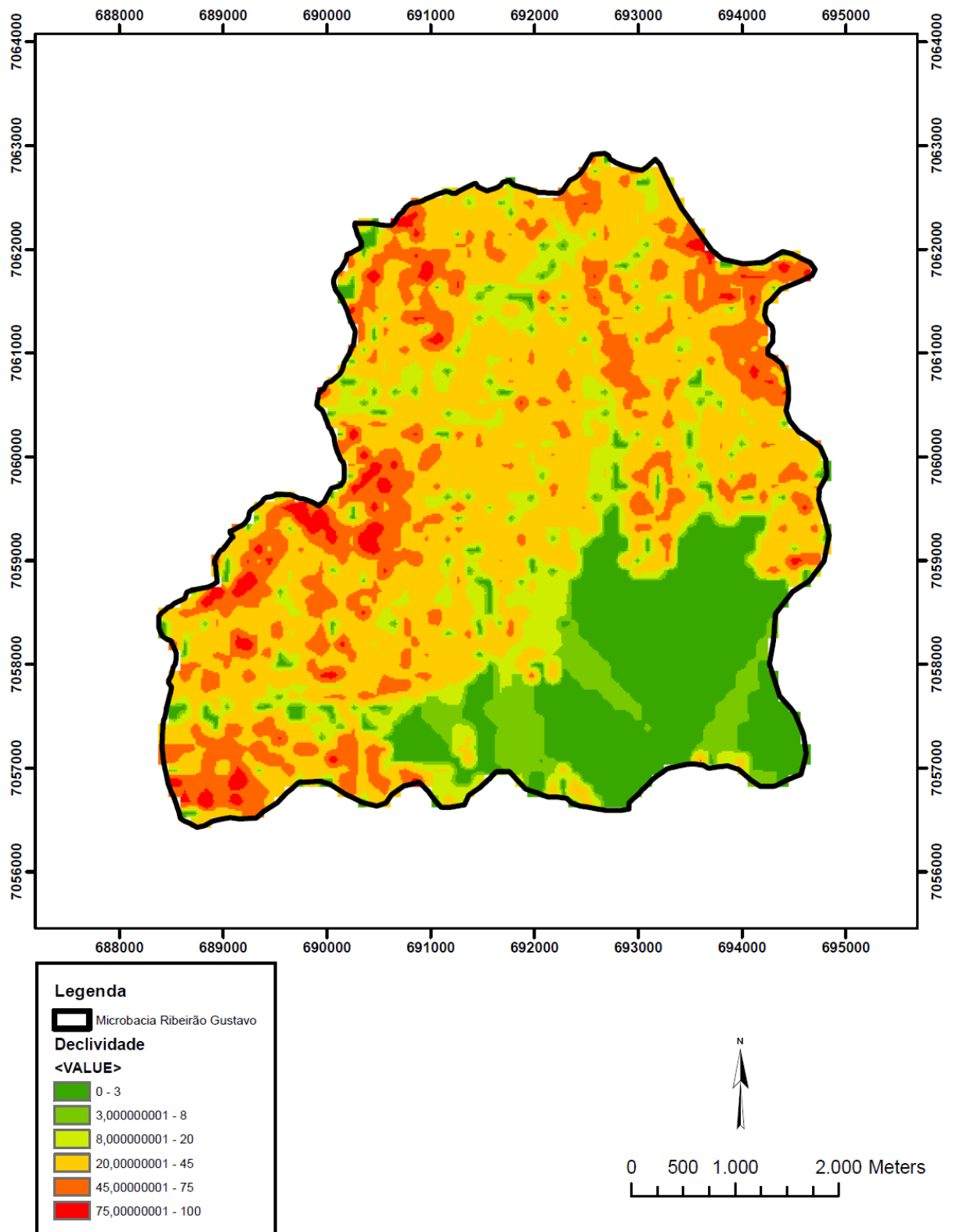


Figura 1: Mapa de declividade da área em estudo.

Essas características de relevo condicionaram o uso e ocupação do solo, com predominância de florestas nas encostas e cultivo de arroz irrigado nas áreas planas (Figura 2). Devido a grande necessidade

de água demandada pela cultura do arroz, são observadas grandes alterações no meio físico onde é realizado o cultivo desse cereal, exatamente com o intuito de atender a demanda de água da cultura.

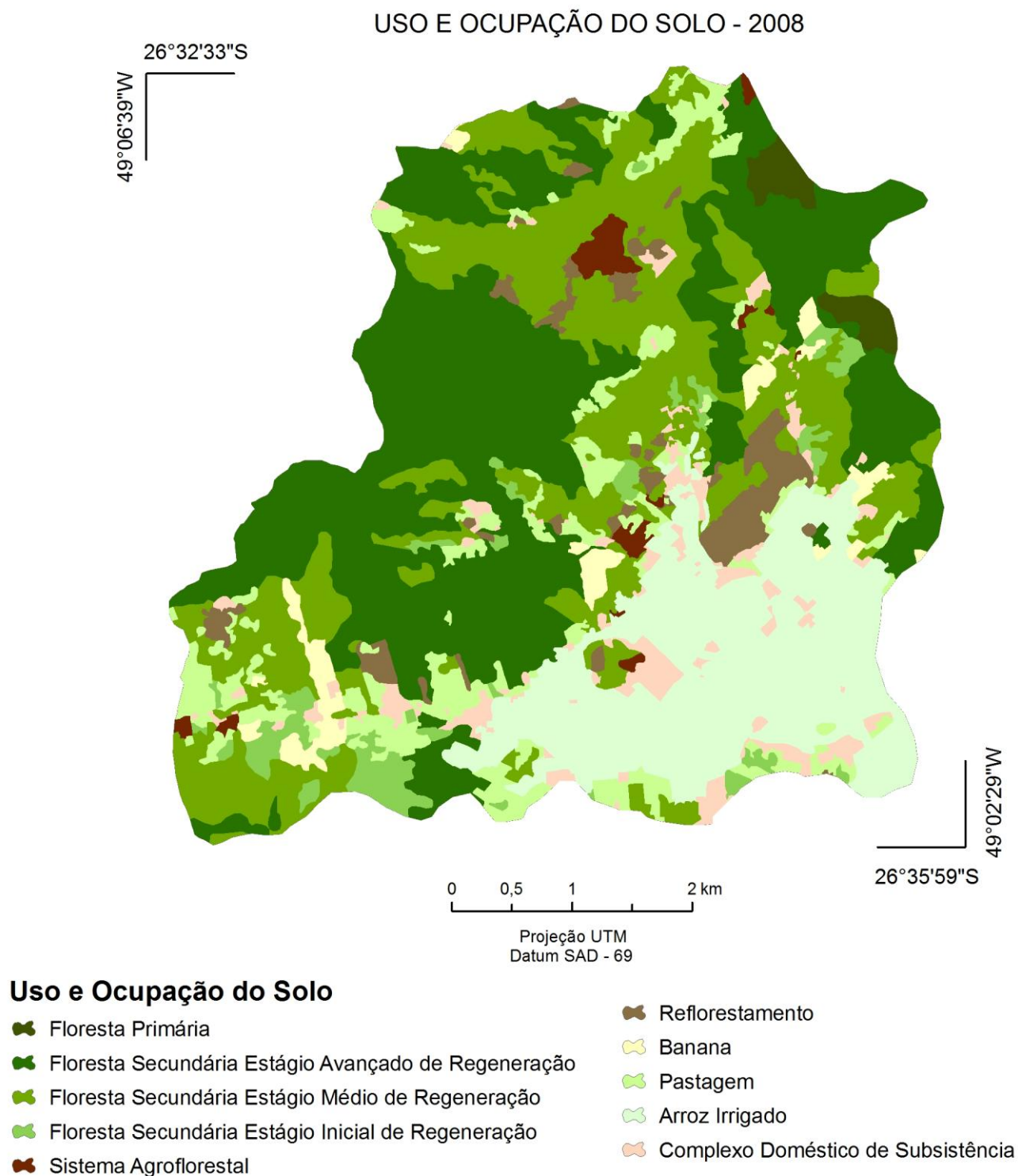


Figura 2: Mapa de uso e ocupação do solo da microbacia Ribeirão Gustavo do ano de 2008.

Segundo Dortzbach et.al (2011), analisando o uso e ocupação do solo da área em estudo, observaram após 51 anos um aumento gradativo nas áreas de arroz irrigado ao longo desses anos, tornando essa cultura a principal atividade econômica da microbacia, passando de 11,68% em 1957 para 17,39% da área em 2008. Ainda nesse estudo verificaram que a classe pastagem sofreu uma redução importante nos anos considerados, uma vez que passou de 469,44ha em 1957 para 331,22ha em 1978 e 228,04ha em 2008. As demais culturas anuais ocupavam pequenas glebas nos anos de 1957 e 1978 e não foram observadas no mapeamento de 2008. Nesse ano se observou aumento dos complexos domésticos de subsistência em

relação às demais datas, onde possivelmente pode se encontrar cultivos com espécies temporárias apenas para subsistência.

Dessa forma, devido à ação antrópica, foram identificadas diferenças expressivas nos indicadores utilizados para avaliar as redes de drenagem obtidas pelas distintas fontes testadas no trabalho, que são apresentados na Tabela 1. Conforme Cunha e Guerra (2001) os processos de canalização envolvem o alargamento e aprofundamento da calha fluvial, retificação do canal, construção de canais artificiais e de diques, proteção de margens e remoção de obstáculos de canal.

Na Tabela 1 observa-se que a extensão total dos canais variou entre 29 e 62 km, o comprimento da microbacia variou de 7,78 a 8,13 km, o perímetro de 24,83 a 26,83 km, o total de canais da rede de drenagem variou 29,17 a 61,81 km, a densidade de drenagem entre 0,44 a 2,67 km/km² e a ordem hierárquica da microbacia de 3^a a 4^a ordem. Um dos principais fatores para essas diferenças observadas está na escala de trabalho dessas diferentes fontes.

Tabela 1: Parâmetros morfométricos obtidos através de dados IBGE, SRTM e fotointerpretação de fotos aéreas.

PARÂMETRO	IBGE	SRTM	FOTO AÉREA/ CAMPO
Área (km ²)	29,07	30,73	23,18
Comprimento microbacia (km)	8,13	8,11	7,78
Perímetro (km)	25,85	26,83	24,83
Rede de drenagem (km)	49,20	29,17	61,81
Ribeirao Gustavo (km)	8,28	9,07	8,14
Ribeirão Irma (km)	6,54	5,73	6,93
Ribeirão Frida (km)	4,10	4,38	4,97
Ribeirão Voelz (km)	3,37	2,98	4,99
Coeficiente de forma (Kf)	0,44	0,47	0,38
Coeficiente de compacidade (Kc)	4,80	4,84	5,16
Densidade de drenagem (Dd)	1,69	0,94	2,67
Cota altitude mais alta (m)	800	800	800
Cota altitude mais baixa (m)	40	40	40
Sinuosidade (S)	Muito reto	Muito reto	Muito reto
Ordem do curso da Microbacia	4 ^o ordem	3 ^o ordem	4 ^o ordem

Os dados obtidos através da análise da base IBGE (1980) apresentaram uma área total da microbacia de 29,07 km², uma densidade de drenagem de 1,69 km/km², considerada como uma drenagem boa e se diferenciou das demais fontes analisadas. O tamanho do Ribeirão Gustavo observado foi de 8,28 e seu principal afluente é o Ribeirão Irma com 6,54 Km. As diferenças de declividade na microbacia foram grandes passando de 40 metros para 800 metros acima do nível do mar, refletindo na dinâmica da água nessa área. A ordem do curso d'água segundo essa base é de 4^o ordem. Na Figura 3 é apresentado mapa da microbacia com limite e rede drenagem baseado no IBGE.

Microbacia Ribeirão Gustavo

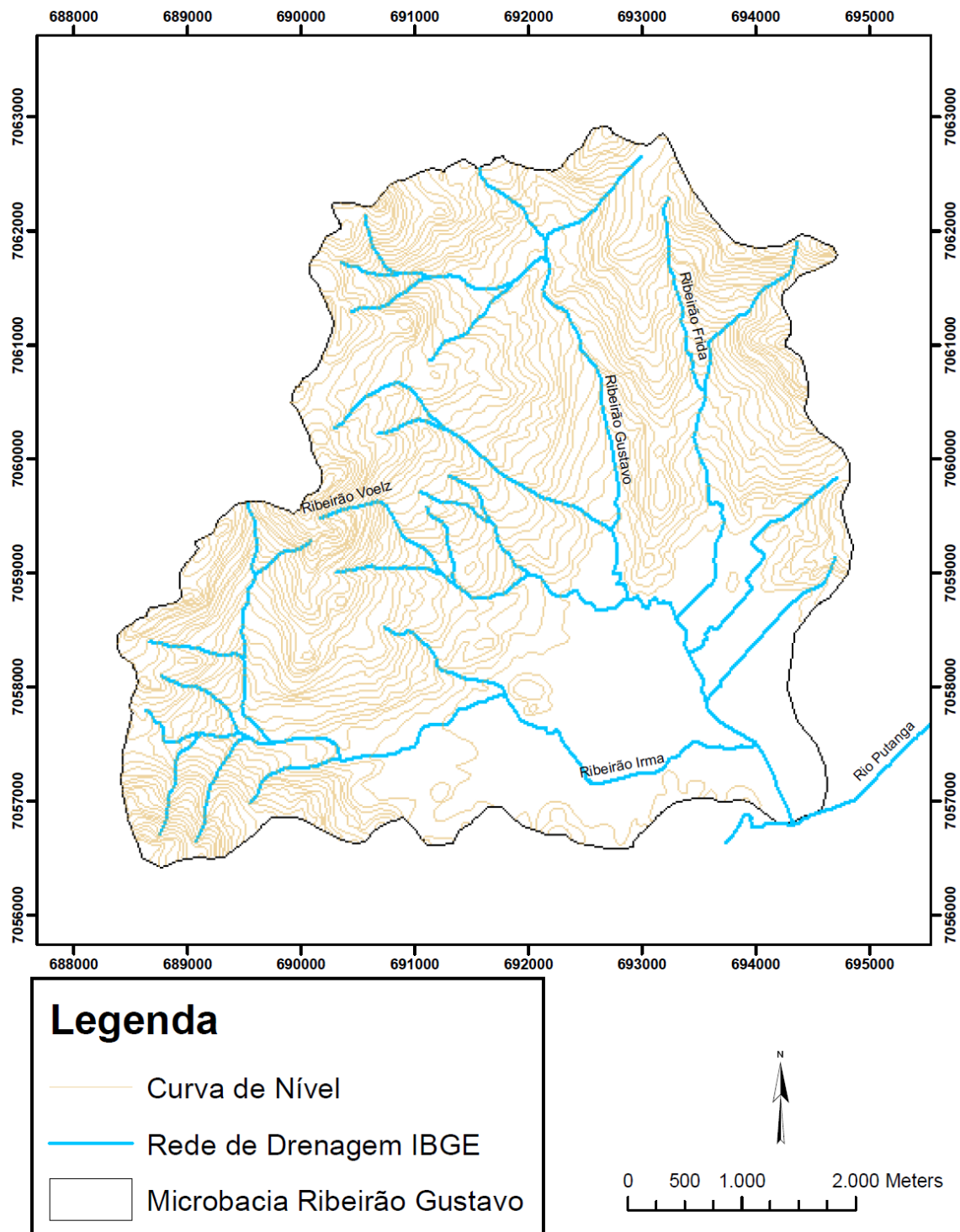


Figura 3: Mapa da microbacia Ribeirão Gustavo, com base no IBGE.

A análise dos dados do SRTM aponta para o menor tamanho da rede de drenagem, possuindo 29,17 km de canais, inferior a metade do extraído das fotos aéreas e GPS. A utilização dessa base de dados é de fácil obtenção, mas não é indicado para estudos que necessitam maior nível de detalhe dos dados. Segundo essa fonte a microbacia é de 3º ordem. Na Figura 4 observa-se mapa da microbacia Ribeirão Gustavo segundo SRTM. A foz do Ribeirão Gustavo observado nessa metodologia apresentou discordância para as demais bases.

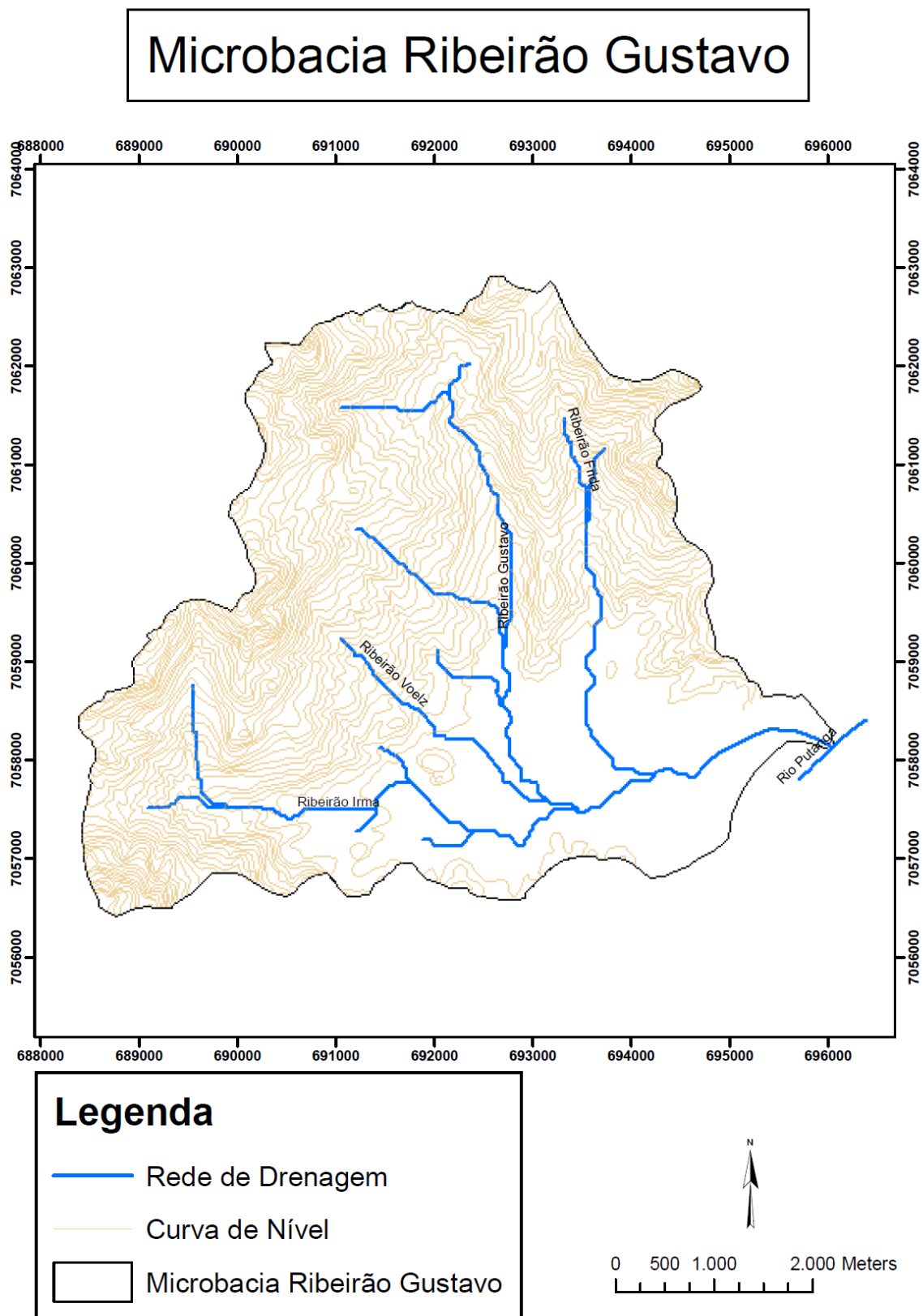


Figura 4: Mapa da microbacia Ribeirão Gustavo, com base no SRTM.

A interpretação da rede de drenagem através da utilização de fotos aéreas e atualização a campo com GPS, permitiram a obtenção de uma maior rede de drenagem e um maior nível de detalhe. Com esse trabalho pode-se observar mudanças nos cursos d'água, retificação e aumento do número de canais. Com a retificação do Ribeirão Frida, o mesmo passou a não fazer mais parte da microbacia, face sua foz agora ser no Rio Putanga (Figura 5).

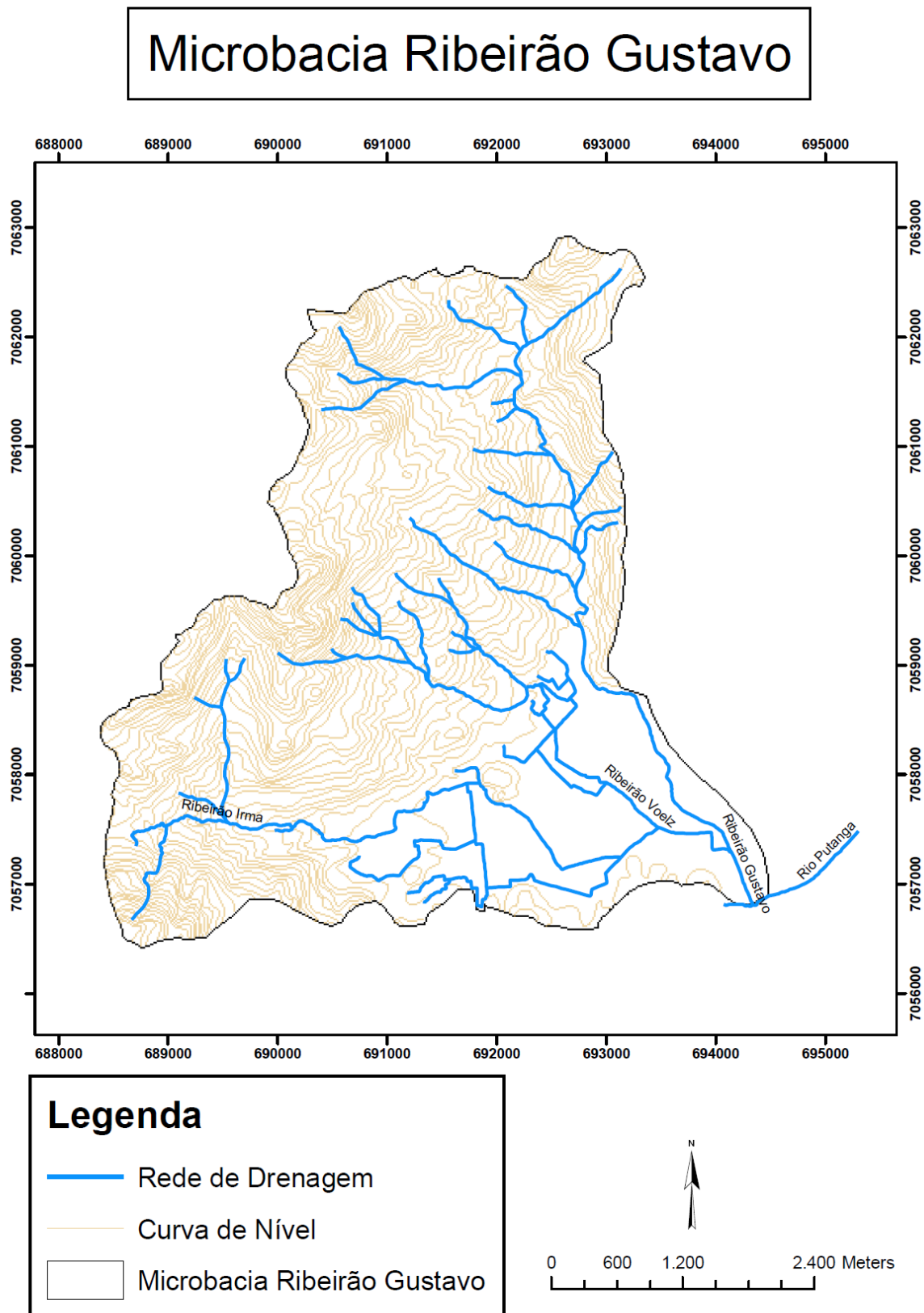


Figura 5: Mapa da microbacia Ribeirão Gustavo, através de fotointerpretação e GPS.

Diante disso, ocorreu uma diminuição na área da microbacia, com uma redução de cerca de 25% da área quando comparado com SRTM. O Ribeirão Voelz também apresentou diferença no tamanho quando comparada essa metodologia com a base IBGE e SRTM, face sua foz ter sido modificado para um local mais a jusante da microbacia.

A maior concordância atingida das linhas de drenagem das diferentes fontes foi observada nas áreas de encosta em relação ao fundo de vale que é expressiva a partir da visualização da sobreposição dos planos de informação. Na porção referente ao fundo de vale as sobreposições indicam muitas áreas com forte discordância entre as redes de drenagem obtidas pelas diferentes fontes e reforça a condição observada de maior conformidade entre as drenagens extraídas nas áreas de encosta, que apresenta maior amplitude altimétrica em decorrência do relevo mais acidentado. Essa discordância no fundo de vale está relacionada especialmente pela atividade de arroz irrigado.

A sobreposição dos mapas do IBGE com o SRTM indica semelhança significativa na área da microbacia, perímetro e tamanho dos ribeirões avaliados (Tabela 1). As maiores diferenças estão no tamanho e quantidade dos canais. A densidade de drenagem é de 1,69 km/km² e para SRTM é de 0,94 km/km². A maior diferença está na foz do Ribeirão Gustavo que é observada na Figura 6. As diferenças entre as drenagens obtidas são evidentes a partir da avaliação da foz do Ribeirão Gustavo onde no SRTM a foz está deslocada e possui diferença para as demais avaliações (Figura 6).

Quando se realiza a sobreposição da base IBGE com a interpretação das fotos aéreas, as diferenças se tornam mais evidentes, quando comparamos com a análise anterior. A análise visual das redes de drenagens definidas confirma a análise quantitativa, tanto em relação à concordância direta de sobreposição das redes de drenagem como em relação à densidade de drenagens (Figura 7).

Quanto aos traçados dos principais canais de drenagem (Ribeirões Gustavo, Irma, Frida e Voelz), verifica-se que tendem a ser próximos em todas as redes de drenagem avaliadas. No entanto, o SRTM tende a ter um formato retilíneo quando comparado com a drenagem mapeada por restituição analógica presente na carta topográfica e pela fotointerpretação. Verifica-se, também, que o número de canais menos extensos e de menor ordem hierárquica aumenta de acordo com o aumento da escala de trabalho.

O fator de forma constitui um indicativo da maior ou menor tendência para enchentes de uma microbacia. O fator de forma calculado para a microbacia através da fotointerpretação foi mais baixo (0,38) que os demais, indicando que essa nova configuração da microbacia com as alterações na rede de drenagem a microbacia está menos sujeita às enchentes podendo-se inferir que há baixa propensão para valores elevados de vazão. Isso se deve ao fato da microbacia ter se tornado mais estreita e longa.

A densidade de drenagem encontrada na microbacia hidrográfica do Ribeirão Gustavo foi de 0,94 km/km² segundo SRTM. Como, de acordo com Tucci (2004), esse índice varia de 0,5 km/km² para bacias com drenagem pobre, a 3,5 km/km² ou mais para bacias excepcionalmente bem drenadas, pode-se considerar a microbacia hidrográfica com carência de canais de drenagem por essa fonte. Porém, quando usa-se a densidade de drenagem da fotointerpretação esse valor fica em 2,67 km/km² passando a ser considerada como muito boa.

CONCLUSÕES

A utilização de variáveis morfométricas se constituiu em um bom indicador na avaliação das alterações na rede de drenagem ocorridas no meio rural através de atividades antrópicas, possibilitando a qualificação e quantificação dessas alterações ocasionadas especialmente pelo cultivo do arroz irrigado.

Ocorreu baixa conformidade entre as drenagens extraídas automaticamente, com a drenagem definida na carta topográfica e por fotointerpretação. A fotointerpretação e utilização de GPS a campo se mostraram na forma mais eficiente de avaliar a rede de drenagem.

Os resultados observados comprovam que ocorreram mudanças significativas na área de estudo, demonstrando que a rede de drenagem se constitui em importante indicador de alterações ocorridas na composição da paisagem, seja no ganho ou perda de canais, assim como em mudanças na estrutura, tamanho e forma da microbacia.

Microbacia Ribeirão Gustavo

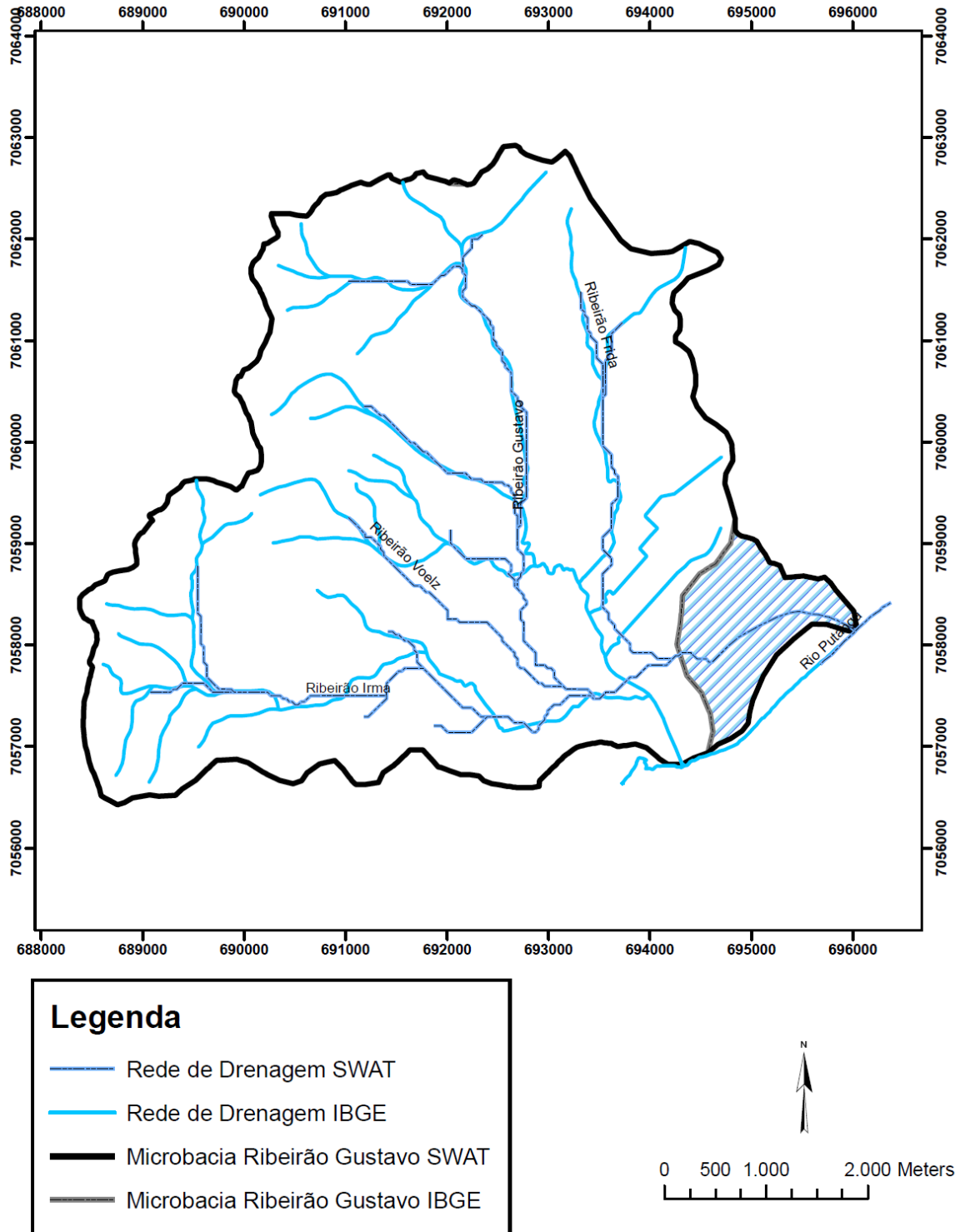


Figura 6: Sobreposição dos mapas do IBGE e SRTM da Microbacia Ribeirão Gustavo.

Microbacia Ribeirão Gustavo

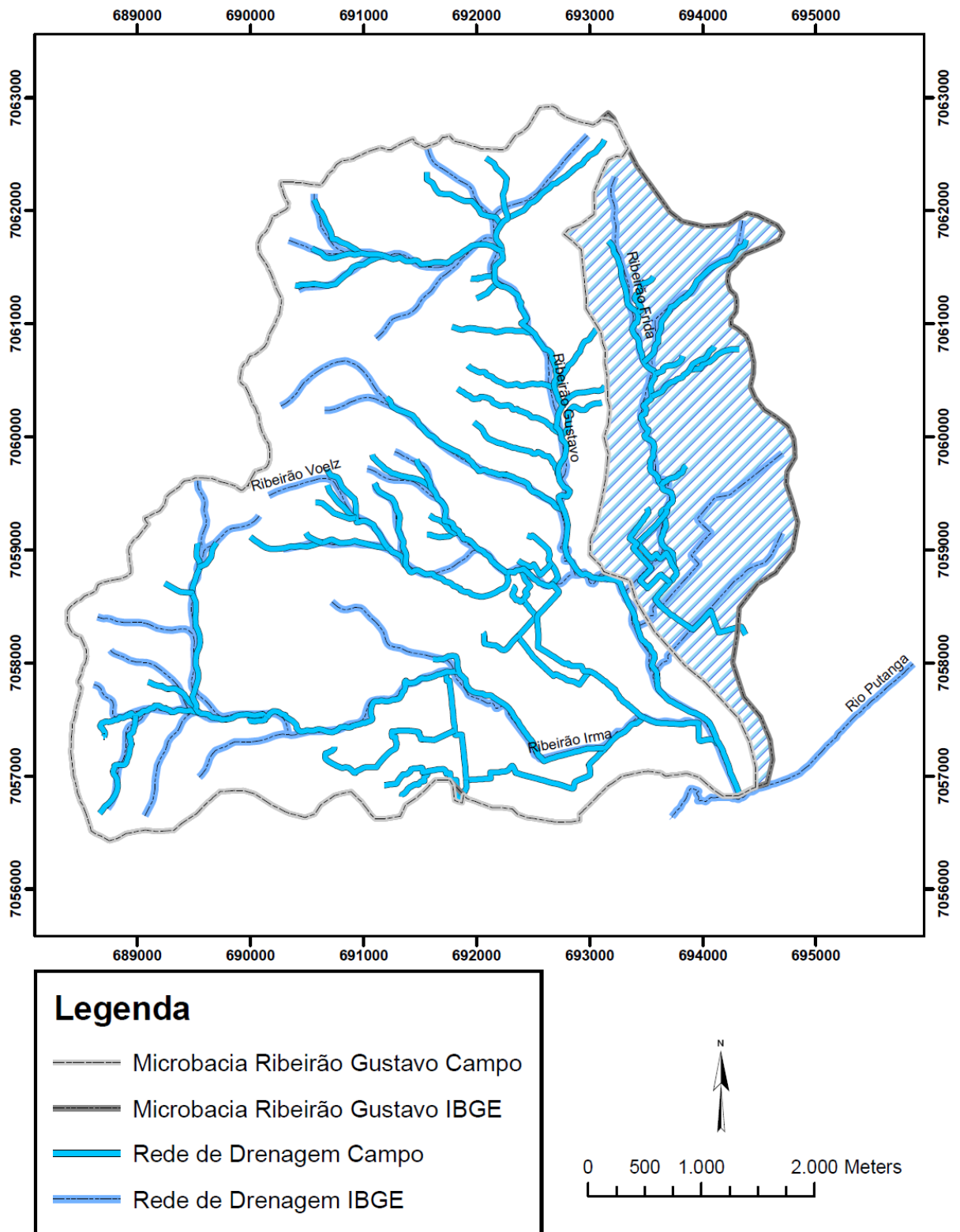


Figura 7: Sobreposição do mapa IBGE com o mapa obtido através de fotointerpretação e GPS da Microbacia Ribeirão Gustavo.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, E.H. & AMORIM, A.J. Análise morfométrica de uma bacia hidrográfica costeira: um estudo de caso. *Caminhos da Geografia*. 2005. v. 7, n. 14, pp. 70-77.
- BOTELHO, R.G.M. & SILVA, A.S. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C. & GUERRA, A. J. T. (Orgs.). *Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- BRASIL. LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos.
- CHOROWICZ, J. et al. A Combined Algorithm for Automated Drainage Network Extraction. *Water Resources Research*, v. 28, n. 5, p. 1293 – 1302. 1992.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia Fluvial*. v.1. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.
- COUTINHO, H.J.S.; PETRY, A.; CARDOSO, F.C. Avaliação da utilização de técnicas de estereoscopia para apresentação de conceitos de geometria descritiva. *Graphica Curitiba*, Paraná, Brasil 2007.
- CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. Geomorfologia fluvial. In: CUNHA, J. B; GUERRA, A. J. T. (org.). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. Cap. 5. p. (211-252).
- DORTZBACH, D; SILVA, E.B.; BENEZ, M.C.; BACIC, I.L.Z.; CHANIN, Y.M.; CASAGRANDE, L.. Avaliação temporal do uso e ocupação do solo na microbacia Ribeirão Gustavo, município de Massaranduba, SC. 2011 In. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Curitiba, PR. 1CD-ROM.
- GENRICH, A.V.S. Análise de impactos ambientais na cabeceira de drenagem da bacia do córrego Vilarinho - regional Venda Nova - RMBH-MG. 2002. 90f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- LATRUBESSE, E.M; STEUVAX, J.C; SINHA, R. Grandes Sistemas Fluviais Tropicais: Uma Visão Geral. in: *Rev. Brasileira de Geomorfologia*. Ano 6, Nº1, Uberlândia-UFU, 2005.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento. *Atlas Escolar de Santa Catarina*. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173p.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento, Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água: Projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas. 2ª ed. rev. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 384p.
- SANTOS, R.F. *Planejamento Ambiental: teoria e prática*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p.
- SILVA, S.F.; COLARES, E.G.; RODRIGUES, J.E. Avaliação de alterações do meio físico na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão do Piçarrão, Campinas (SP). In: *Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica IV*. 2001. Brasília,DF,ABGE, 2001. 1CD-ROM.
- VILLELA, S. M. & MATTOS, A. *Hidrologia Aplicada*. São Paulo, McGraw-Hill, 1975. 245p.