DIAGNÓSTICO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DO RIBIRÃO DESCALVADO, BOTUCATU, SP**[[1]](#footnote-1)**

**Autor1[[2]](#footnote-2) & Autor2[[3]](#footnote-3)**

**RESUMO:** A remoção das matas ciliares para a utilização agrícola, associada ao uso intensivo de defensivos agrícolas, tem contribuído para o carreamento crescente de resíduos químicos e sedimentos minerais para os cursos d´água. A ausência da vegetação ciliar de corpos d’água provoca, de imediato, efeitos nocivos ao ambiente, afetando a quantidade e a qualidade da água. Há 150 milhões de anos, a *Cuesta* de Botucatu não existia. Nossa paisagem era caracterizada por um relevo plano, sob clima quente, semiárido a desértico. O Ribeirão Descalvado localiza-se na região das *Cuestas* Basálticas de Botucatu-SP e na Área de Proteção Ambiental (APA) – Perímetro de Botucatu, caracterizando-se por ser um rio obsequente, que sulca a encosta da frente da *Cuesta*. As *Cuestas* Basálticas constituem uma formação única no planeta e a preservação de suas feições básicas é de fundamental importância. Este trabalho visou analisar e diagnosticar os conflitos de uso do solo da bacia do Ribeirão Descalvado, afluente do Rio Capivara, localizado em Botucatu-SP, de acordo com as feições geomorfológicas. As análises de basearam na construção de um banco de dados digitais da topografia, da rede de drenagem, dos solos e de suas ocupações e, a elaboração de mapas por meio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG-SPRING) e de imagens de satélite (CBERS-2). Os procedimentos empregados permitiram a detecção e mensuração dos conflitos no uso do solo, concluindo-se que há degradação ambiental na bacia hidrográfica, principalmente quanto à ausência das matas ciliares ao longo do rio em estudo e degradação com relação ao uso do solo nas áreas de maior declividade, localizadas no *Front* da *Cuesta*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Uso do solo, feições geomorfológicas, matas ciliares, CBERS-2.

**ENVIRONMENTAL DEGRADATION DIAGNOSIS OF DESCALVADO STREAM, BOTUCATU,SP**

**ABSTRACT:** The removal of buffer areas for agricultural use associated with intensive use of pesticides has contributed to the chemical waste and mineral sediments increased entrainment to water stream. The lack of buffer vegetation in watercourses causes, instantly harm to the environment, affecting the quantity and quality of water. For 150 million years, *Cuesta* de Botucatu not exist. A flat relief, in hot weather, the semi-arid desert, characterized our landscape. The Descalvado stream located in the region of the Basaltic *Cuesta* de Botucatu-SP and the Área de Proteção Ambiental (APA) - Perímetro Botucatu, characterized by being an obsequente river, grooving the *Front* slope of the *Cuesta*. The Basaltic *Cuesta* constitute a single training on the planet and the preservation of its basic features is of paramount importance. This work aims to analyze and diagnose conflicts of land use of the Descalvado stream, a Capivara’s tributary basin, located in Botucatu, according to the geomorphological facies. The analyzes were based on the construction of a digital database of the topography, drainage network, soils and their occupations, and produce maps using a Geographic Information System (SIG-SPRING) and satellite images (CBERS-2). The procedures allowed the detection and measurement of conflicts in land use, concluding that there is watershed environmental degradation, especially regarding the absence of buffer areas along the stream under study and degradation in relation to land use in the areas of greater slope, located in *Front* of *Cuesta*.

**KEYWORDS:** Land use, geomorphological facies, buffer areas, CBERS-2.

# 1 INTRODUÇÃO

Segundo Simões & Simões (2003), há 150 milhões de anos, a *Cuesta* de Botucatu não existia. Nossa paisagem era caracterizada por um relevo plano, sob clima quente, semi-árido a desértico. Após uma longa fase erosiva, que deve ter perdurado desde o Eoceno até aproximadamente o Plioceno, o espaço de terras da margem oriental da Bacia do Paraná foi escavado, rebaixado por complexos fenômenos denudacionais intertropicais, e finalmente sujeito a uma pediplanação intertropical extensiva (AB´SÁBER, 1969).

A região de Botucatu engloba parte da Bacia do Paraná e da Depressão Periférica. O “*Front*” (Serra de Botucatu) é festonado por drenagem obseqüente e a Depressão Periférica de paisagem plana é sulcada por drenagem resseqüente do Quaternário e formando morrotes baixos nos interflúvios. A *Cuesta* é cortada pelo rio Tietê, num “percée” conseqüente, que recebe os rios subseqüentes Capivara e Araquá, ambos alimentados por rios obseqüentes que nascem na *Cuesta* ou por rios resseqüentes da Depressão Periférica (JIM, 1980). A sub-bacia do Ribeirão Descalvado, um rio obseqüente, é afluente do tio Capivara, um rio resseqüente (sensu CRISTOFOLETTI, 1974).

A maioria dos recursos naturais e atividade humana dependem dos rios e do sistema de drenagem das águas superficiais. A vegetação ciliar geralmente se refere à vegetação junto aos corpos d´água em planícies aluviais ou área de inundação, formando um corredor, que constitui uma faixa de vegetação que acompanha o curso d´água, podendo apenas incluir o curso d´água e as margens adjacentes ou pode ser suficientemente largo e incluir a planície aluvial, suas encostas e as faixas de terras altas limítrofes. Esta vegetação ciliar apresenta quatro importantes funções ecológicas, sendo elas a de minimizar as enchentes a jusante por meio do “efeito esponja” e das altas taxas de evapotranspiração; controlar o assoreamento, já que possibilita a retenção de sedimentos; constituir fonte de matéria orgânica para peixes e demais organismos fluviais; e servir como habitat para muitas espécies de fauna (OSEKI; PELLEGRINO, 2004).

Os problemas principais relacionados à conservação da água são os relacionados com sua quantidade e qualidade, pois a expansão dos centros urbanos, o consumo per capita, a industrialização, o desflorestamento e a erosão, têm efeito direto na diminuição e na poluição da água. Assim, sua conservação não pode ser resolvida independente da conservação dos outros recursos naturais (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

A bacia hidrográfica apresenta características definidas, tais como, área, forma, tipo de drenagem, tipos de solo e rocha, formas e extensões de relevo, variação e dimensão das classes de declividade, uso e ocupação do solo. O reconhecimento e a análise destas características é fundamental para o gestor ambiental para o desenvolvimento de projetos de qualquer natureza (MONTEIRO, 2003).

As matas ciliares desempenham papel importante no equilíbrio de uma bacia hidrográfica, com influência direta sobre a quantidade e qualidade das águas dos rios. A mata ciliar como agente estabilizador e como barreira, impede a presença de sedimentos em suspensão nos rios e também é referida como zona tampão, servindo como filtro para reduzir a poluição difusa (UIEDA; MOTA, 2003).

O diagnóstico dos fatores ambientais e a estimativa de resposta aos impactos das atividades antrópicas podem ser estabelecidas de maneira cada vez mais precisa, graças ao aumento do conhecimento sobre as relações entre os diferentes componentes do ecossistema e de seu comportamento. Assim, a avaliação do potencial da terra é um estágio muito importante nos estudos ambientais para fins de zoneamento e planejamento (ASSAD et al., 1998).

Geoprocessamento é o termo usado para denotar a utilização de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas (CAMARA; MEDEIROS, 1998). O planejamento de manejo e conservação de solo e água de uma bacia hidrográfica, maior ou menor, ou qualquer outra atividade que envolva análise de dados espaciais georreferenciados, pode ser executada de forma mais precisa e rápida através do uso de um SIG (ASSAD et al., 1998). O sistema SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georrefenciadas) é um sistema de geoprocessamento com um conjunto de ferramentas voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais e baseado num modelo de dados orientado a objetivos do qual são derivadas a interface de menus e a linguagem espacial LEGAL (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2002). O programa CBERS utiliza os satélites CBERS 1 e CBERS 2, equipados com câmeras com observações ópticas de todo o globo terrestre, além de um sistema de coleta de dados ambientais (DGI-INPE, Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Este trabalho visou analisar e diagnosticar os conflitos de uso do solo da sub-bacia do Ribeirão Descalvado, afluente do Rio Capivara, localizado em Botucatu-SP, de acordo com as feições geomorfológicas por meio da criação de banco de dados digitais das feições geomorfológicas da área e de suas ocupações e a elaboração de mapas com conflitos de uso do solo através do uso do SPRING e das imagens de satélite CBERS-2.

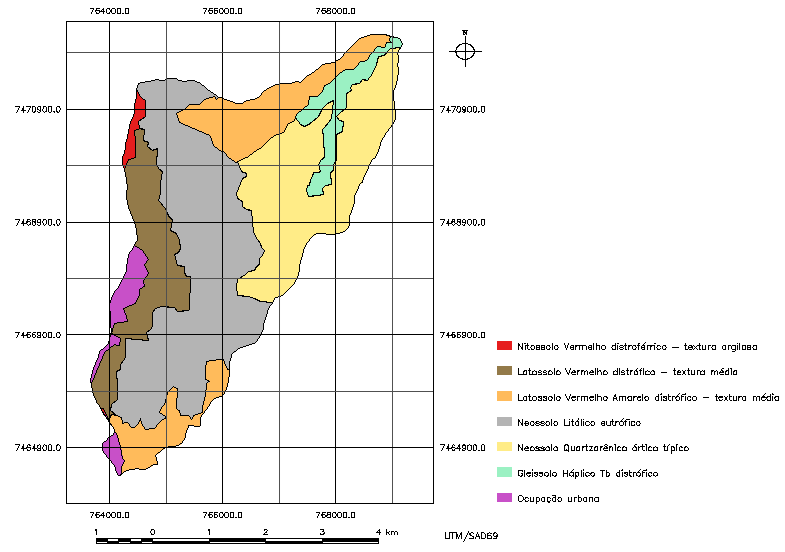
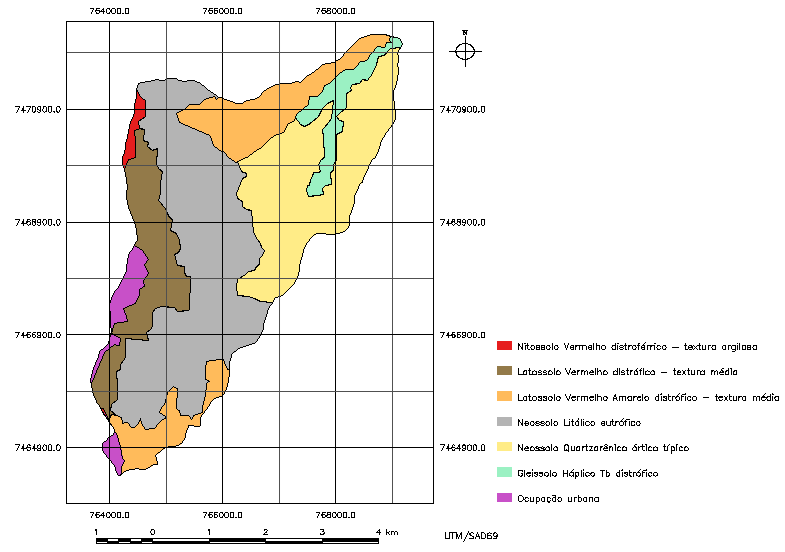
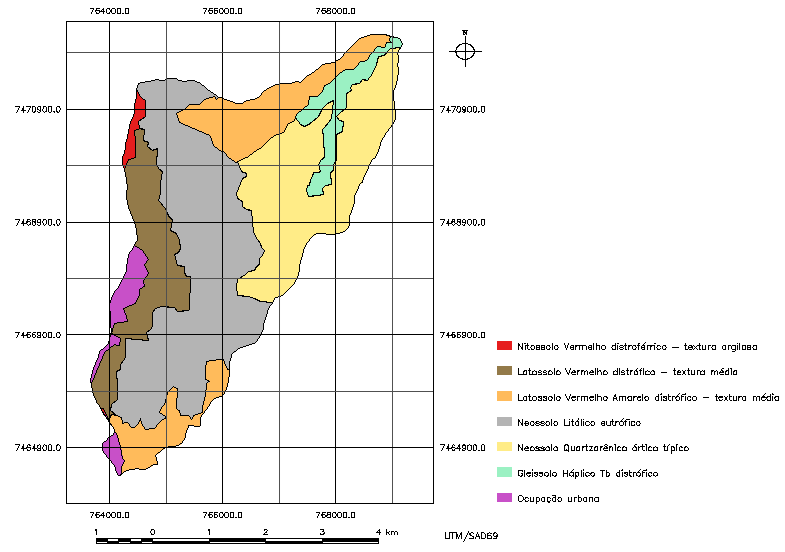
# 2 MATERIAL E MÉTODOS

O Ribeirão Descalvado é uma sub-bacia da bacia do Rio Capivara, pertencente ao Município de Botucatu, região centro-sul do Estado de São Paulo e localiza-se na Área de Proteção Ambiental (APA) Corumbataí, Botucatu, Tejupá – perímetro Botucatu (ENGEA, 1990). A bacia do Rio Capivara situa-se entre os paralelos 22º 57´ 39´´ e 22º 39´ 36´´ de latitude S, e entre os meridianos 48º 17´ 34´´ e 48º 29´ 36´´ de longitude W.Gr. (CAMPOS, 1993).

O clima predominante para o município de Botucatu é do tipo Cfa, pelo sistema de Köppen – clima temperado chuvoso, e a direção predominante do vento é a sudeste (PIROLI, 2002). A precipitação média anual é de 1.447 mm, média no mês mais chuvoso de 223,4 mm e de 37,8 mm no mês mais seco. A temperatura média anual é de 20,2º C, sendo 23,2º C a média dos meses mais quentes e 16,9º C a média dos meses mais frios (MARTINS, 1989).

A área drenada pelo Ribeirão Descalvado abrange as três feições geomorfológicas regionais, o Reverso da *Cuesta*, *Front* da *Cuesta* e a Depressão Periférica. O Reverso da *Cuesta* apresenta relevos de suave ondulados a ondulados; o *Front* da *Cuesta*, predominantemente, relevos montanhosos a escarpados e a Depressão Periférica é semelhante ao Reverso. A área de estudo possui características geológicas do Grupo Bauru, dividido nas formações Marília, Adamantina, Santo Anastácio e Caiuá e do Grupo São Bento, nas formações Serra Geral e Botucatu (IPT, 1981).

As formações florestais são classificadas como Cerrado Tropical Subcaducifólio, com ocorrência de remanescentes da vegetação nas encostas íngremes de morros ou em galerias margeando alguns cursos d´água. Há presença de espécies florestais nativas de Mata Atlântica, porém, a maior parte da região é dominada pelas pastagens, várias delas em mal estado de conservação e trechos de agricultura familiar, com alguns pomares e pequenas lavouras (CAMPOS, 1993).



**Figura 1** - Mapa de solos da sub-bacia do Ribeirão Descalvado, Botucatu-SP. FONTE - PIROLI (2002).

Segundo Piroli (2002), os solos que abrangem o local são caracterizados pela presença de latossolo vermelho-amarelo distrófico, predominando nas cotas médias e baixas (Depressão Periférica) e à margem esquerda do Ribeirão Descalvado, e em sequência pelo neossolo lítico eutrófico, já localizados na frente da *Cuesta*. À margem esquerda predomina o neossolo quartzarênico órtico típico, coincidindo com a Depressão Periférica da sub-bacia, e nas porções mais elevadas, já próximas ao topo da *Cuesta* pode-se encontrar o latossolo vermelho distrófico ainda ao lado esquerdo da sub-bacia e latossolo vermelho-amarelo distrófico ao lado direito e bem no topo há presença de nitossolo vermelho distroférrico (Figura 1).

## 2.1 MATERIAL

O material cartográfico usado foram cartas do IGC (Instituto Geográfico e Cartográfico) na escala 1:10.000, com equidistância vertical de 5 m, da área em estudo. Articulações: SF-22-Z-B-VI-3-NO-F (BOTUCATU-II), SR-22-Z-B-VI-NE-C (BOTUCATU-IV).

Foram utilizadas imagens do satélite CBERS 2, câmera CCD (Câmera Imageadora de Alta Resolução), com resolução espacial de 20 metros, operando em 5 faixas espectrais (pancromático, azul, verde, vermelho e infravermelho próximo), órbita 156, ponto 126, provenientes do DGI-INPE (Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Utilizaram-se as bandas azul (banda 2: 0,45 - 0,52 µm), verde (banda 3: 0,52 - 0,59 µm) e vermelho (banda 4: 0,63 - 0,69 µm). A escolha da imagem de satélite usou basicamente os critérios de cobertura de nuvens, e visibilidade do local de estudo, isto é, proveniente de um período seco do ano de 2005.

Os equipamentos utilizados foram computador, impressora, escanner e receptor GPS Garmin e-MAP.

## 2.2 MÉTODOS

Foi confeccionado um banco de dados contendo curvas de nível e pontos cotados, limites da bacia hidrográfica (divisor de águas), rede de drenagem e pontos de nascentes, informações estas vetorizadas a partir das cartas topográficas do IGC. Foi utilizado o mapa de unidade de solo de Piroli (2002), escaneado e vetorizado. As imagens do satélite CBERS-2 foram obtidas via Catálogo de Imagens do site DGI-INPE.

Por meio do módulo IMPIMA (módulo de leitura de imagens do SPRING) se realizou o recorte da imagem e conversão para o formato GRIB (formato de arquivo de exportação para o SPRING). Cada uma das três bandas (2, 3 e 4) foi preparada separadamente, mas com as mesmas coordenadas de recorte (dados de coordenadas: X1, X2, Y1 e Y2 - as coordenadas que englobam a área de estudo).

O georreferenciamento dos Planos de Informação (PI) respeitou uma margem de um erro de registro aceitável. Para isto, foram coletados 24 pontos de controle, bem distribuídos na região de estudo, por meio de um receptor GPS Garmin e-MAP. Para a marcação dos pontos de controle, utilizou-se uma carta topográfica como guia, priorizando-se locais de fácil localização, acesso e identificação, tanto na carta como na imagem de satélite (exemplos: cruzamento de estradas rurais, cruzamentos de ferrovia e estradas, entre rios e estrada, pontes e locais urbanos nas imediações.

O banco de dados criado no SPRING utilizou o sistema de coordenadas UTM, *Datum* SAD-69, Zona 22, longitude de origem 51º 00´ 00´´ e, retângulo envolvente caracterizado pelas coordenadas planas: XI – 763.400 metros e YI – 7.463.900 metros (pontos inferior e esquerdo do retângulo): X2 – 769.700 e Y2 – 7.472.900 (pontos superior e direito do retângulo), no Hemisfério Sul.

A Declividade em porcentagem foi obtida por meio do tratamento dos dados das curvas de nível e pontos cotados (arquivos vetoriais), submetendo-os à geração de um “MNT” (Modelo Numérico do Terreno) usando como linha de quebra a rede de drenagem (representando as cotas mínimas do relevo). Para a obtenção das classes de declividade, o SPRING executa o fatiamento da matriz numérica de elevação, gravando as faixas de declividade em uma categoria “temática” de fácil visualização. Optou-se para o fatiamento em valores porcentuais de declividade. É possível se visualizar o terreno em 3 dimensões e tons de cinza, conforme a Figura 2.

O Mapa de Uso e Ocupação dos Solos foi obtido pela classificação das imagens CBERS-2 “pixel a pixel” pelo método MAXVER (Máxima Verossimilhança), considerado o método de classificação mais comum desta modalidade. Este método considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos em formato caixa-preta, onde o operador não tem acesso às informações matemáticas internas. Para a classificação por máxima verossimilhança é necessário que o operador do SIG forneça uma amostra com um número razoavelmente elevado de “pixels” que contenha a informação espectral do alvo em questão (exemplo: reflorestamento, pastagem, matas, etc.), pois esta será tomada como conjunto de treinamento, que define o diagrama de dispersão das classes e suas distribuições de probabilidade, considerando-se a distribuição de probabilidade normal para cada classe do treinamento.

O conjunto de treinamento foi obtido por polígonos representantes de cada classe-tema de ocupação do solo (matas, capoeira, culturas, pasto, exceto área urbana), que foram submetidas à análise pelo SPRING que apresenta relatórios de desempenho. Para melhorar desempenho, a área urbana foi eliminada das áreas a serem classificadas devido ao fato destes alvos apresentarem refletâncias que se confundem com os alvos objeto de estudo. Deste modo, a classificação atingiu um desempenho geral de 99,67% (e 0,37% de confusão) que foi utilizado para as demais etapas.

A Capacidade de Uso do Solo foi obtida pelo cruzamento dos planos de informação das Classes de Declividade e do Mapa de Unidades de Solos. As Classes e Subclasses de Capacidade de Uso dos Solos foram retiradas do quadro de julgamento de Piroli (2002), tendo sido escritas na linguagem LEGAL, do Spring (método booleano). O resultado do processamento foi expresso num mapa temático de Capacidade de Uso do Solo.

O Mapa Áreas de Preservação Permanente foi obtido a partir do Mapa de Distâncias baseado no plano de informação Rede de Drenagem, marcando-se a distância de 20 metros para cada borda dos rios. O mesmo procedimento foi realizado para as nascentes, considerando-se a distância de 50 metros. O passo seguinte foi obter a área de bordas (ou “buffer”), com resolução de 20 x 20 metros para posterior cruzamento e obtenção das áreas de conflitos entre o mapa de uso dos solos e as APP’s.

Para se chegar aos conflitos de uso dos solos utilizaram-se vários programas LEGAL, como (a) o programa que retratou somente as questões de ocupação dos solos e sua capacidade de uso, assim, não considerando a legislação de APP’s como conflito; (b) o programa que envolveu as questões referentes à APP’s, somando-as às áreas conflitantes e (c) o programa que mediu somente os conflitos referentes às APP’s, isto é, envolvendo somente as questões legais (legislação vigente). No primeiro caso, o programa LEGAL utilizado efetuou os cruzamentos entre as classes de solos (convertidas para suas restrições de uso) com o mapa de uso dos solos. Segue no Tabela 1 as restrições identificadas para cada classe de solo.

**Tabela 1** - Restrições de uso para cada classe de capacidade.

|  |  |
| --- | --- |
| *Classe* | *Restrições* |
| III | Sem restrições |
| IV | Restrito a culturas |
| V | Restrito a culturas (inundação) |
| VI | Restrito a culturas e pastagens |
| VII | Restrito a culturas, pastagens e reflorestamento. |

Numa etapa seguinte, o programa LEGAL efetuou o mesmo que o programa anterior, porém, considerando que toda área de APP representa uma área de conflito. Assim, o programa somou todas as áreas onde a APP está inadequada e contou como conflito. Já no terceiro momento, a detecção dos conflitos nas APP’s foi realizada cruzando-se os dados de buffer ao mapa de ocupação dos solos. Todos os três processos resultaram em mapas de áreas de conflitos.

As operações efetuadas resultaram no cálculo de áreas, sendo que a função implementada foi a “medida de classes”. Os resultados foram gravados em arquivos de texto simples (\*.TXT).

# 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Sub-bacia do Ribeirão Descalvado possui uma área de 2.196,08 ha, com um desvio padrão de 22,21 ha e um perímetro de 23,26 km. O comprimento total da rede de drenagem é de 44,35 km, isto é, a somatória do comprimento de todos os rios pertencentes à bacia contando com 54 nascentes. A área total para a bacia hidrográfica foi calculada a partir dos mapas temáticos de resolução de 20 x 20 metros, apresentando diferenças de acordo com os mapas temáticos usados como base de cálculo.

A bacia apresentada distribui-se pelas três feições geomorfológicas da *Cuesta*, sendo que as cotas abaixo de 610 metros são definidas (consideradas) como Depressão Periférica, de 610 a 810 metros como *Front* da *Cuesta* e acima de 810 metros como o Reverso da *Cuesta*. A bacia apresenta 12,90% de sua área localizada sobre o Reverso da *Cuesta*, 32,25% no *Front* da *Cuesta* e 54,85% na Depressão Periférica (Tabela 2).

**Tabela 2** - Áreas determinadas pelo Spring 4.2 para as feições geomorfológicas

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Feição Geomorfológica | Área (km²) | Área (ha) | Área (%) |
| Reverso | 2,85 | 284,80 | 12,90 |
| *Front* | 7,12 | 712,28 | 32,25 |
| Depressão periférica | 12,11 | 1211,48 | 54,85 |
| Total | 22,09 | 2208,56 | 100,00 |

Partindo-se das feições geomorfológicas, existem 16 nascentes localizadas na Depressão Periférica, 8 no Reverso da *Cuesta* e 30 no *Front* da *Cuesta*.

O relevo da sub-bacia do Ribeirão Descalvado é predominantemente forte ondulado e montanhoso com variações desde o plano até o escarpado. O relevo forte ondulado (29,57%), ondulado (25,48%) e montanhoso (21,23%), representam 76,28% da sub-bacia. O relevo plano (4,43%) e suave ondulado (8,57%) constituem somente 13%, ao passo que a classe de declive escarpado representa 10,71%.



**Figura 2** - Visualização 3D em tons de cinza e sombra gerada pelo Spring 4.2.

Segundo Piroli (2002), tratando-se do estudo realizado para todo o Município de Botucatu, o relevo predominante é plano a suave ondulado. Deste modo, pode-se observar que a sub-bacia do Ribeirão Descalvado difere das características gerais constatadas pelo autor.

Os resultados dos levantamentos das Classes de Capacidade de Uso do Solo na sub-bacia do Ribeirão Descalvado (Figura 3) constatam a predominância da classe de capacidade de uso IV, constituída pelas subclasses IV-s, e / IV-e. As classes III / VI apresentam grande participação, sendo que a classe III apresenta subclasse III-s, e. A classe VII está concentrada nas encostas montanhosas ao passo que a classe V se dispõe nas cotas mais baixas da bacia hidrográfica.

A Tabela 3 evidencia que as subclasses de capacidade de uso III com restrições de solo “s” e suscetíveis à erosão “e” são predominantes em relação à subclasse de capacidade de uso III com restrição de solo “s” apenas. A suscetibilidade à erosão “e”, neste caso, decorre principalmente das declividades superiores a 6%, as quais ocorrem na Depressão Periférica e no Reverso da *Cuesta*. As subclasses de capacidade de uso IV com restrição de solo “s” decorrem basicamente em função do solo (Neossolo Lítico eutrófico). A subclasse de capacidade de uso IV com restrição de solo e suscetíveis à erosão (s, e), também ocorre sobre o Neossolo Lítico eutrófico, porém, em locais onde o relevo apresenta declividades mais acentuadas (12-20%). A subclasse de capacidade de uso IV restrita à erosão “e” ocorre sobre uma pequena porção do Nitrossolo Vermelho distroférrico, e boa parte do Latossolo Vermelho distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Quartzarênico Órtico típico, sendo que sua restrição à erosão “e” se deve à declividade entre 12-20%, que ocorre tanto na Depressão Periférica quanto no Reverso da *Cuesta*. A subclasse de capacidade de uso V apresenta somente a restrição em relação à água (a), pois se trata de uma classe restrita à locais com excesso de água. O solo deste local é caracteristicamente um solo encharcado (Gleissolo Háprico Tb distrófico). A subclasse de uso VI com restrição à erosão “e” se deve à ocorrência de declividades acentuadas (20-40%), tratando-se de uma região localizada no *Front* da *Cuesta*. A subclasse de capacidade de uso VI ocorre sobre o Neossolo Lítico eutrófico e sua restrição à erosão “e” é basicamente função das declividades de 40% ou maiores que ocorrem nesta região de *Front* da *Cuesta*.

A Ocupação do Solo obtida pela análise das imagens de satélite, classificação MAXVER do Spring 4.2, obteve-se um desempenho de 99,63%. O resultado da classificação obteve uma predominância de pastos (43,99%), seguido de capoeira (32,88%) e matas (15,48%) para a sub-bacia estudada, que possui um trecho urbano na região mais elevada (3,39%), e uma área de cultura na Depressão Periférica.

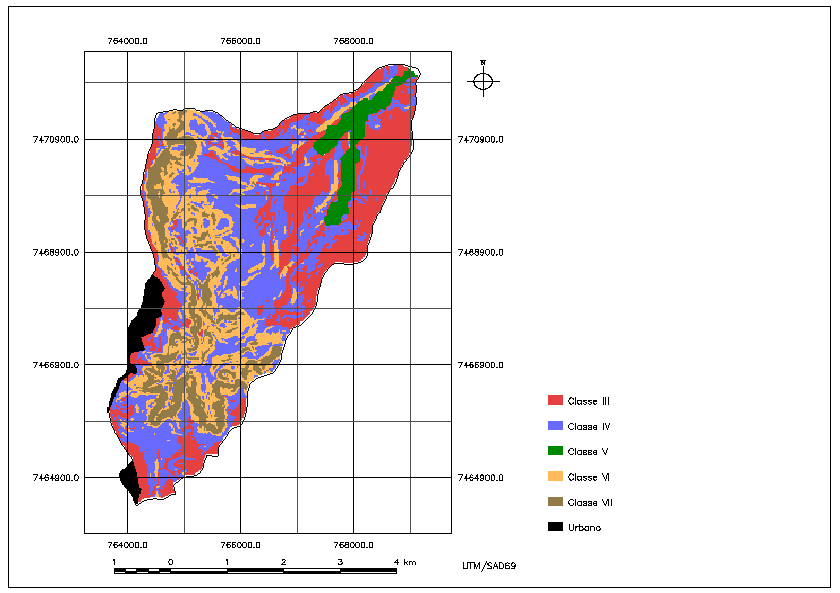
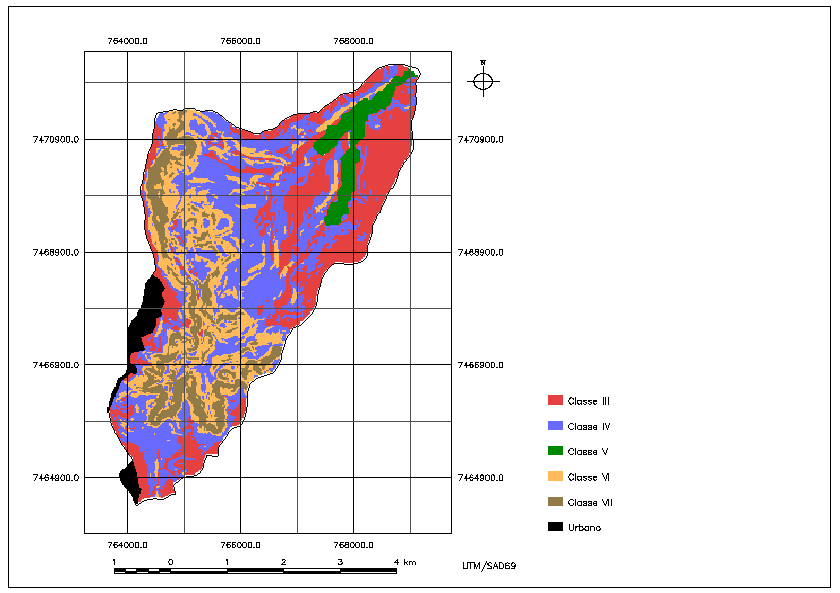
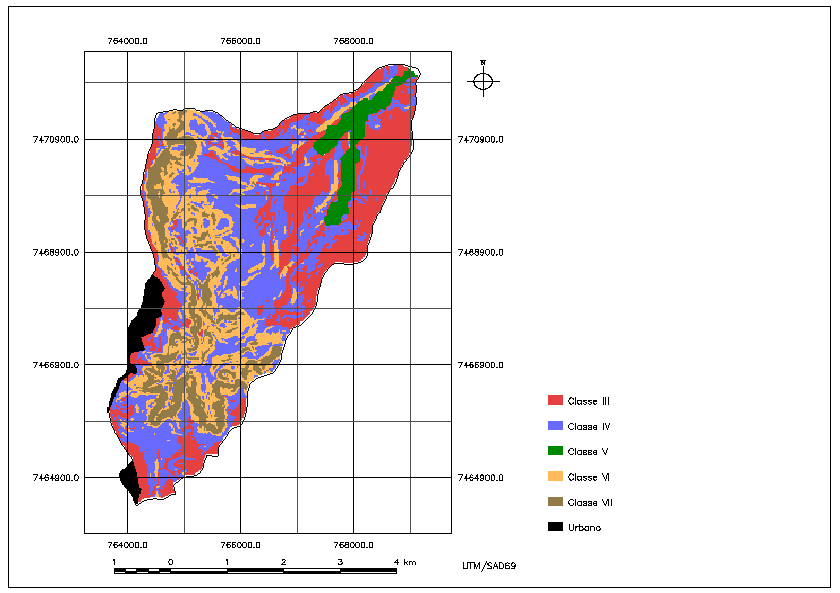
As APP’s representam 12,15% da área total da sub-bacia. Verificou-se que 69,72% encontram-se em adequação, porém, deste percentual deve-se considerar que 41,38% das áreas preservadas estão ocupadas por capoeiras e 28,43% por matas. O uso inadequado está relacionado à ausência de matas e/ou capoeiras nas APP’s, sendo ocupadas por pastagens em locais indevidos (30,28%).

O total de conflitos referentes ao uso do solo em local cuja classe de capacidade é incompatível representa 3,07% em relação às áreas adequadas ao uso. Considerando-se os conflitos de “uso de solo” somados aos das “áreas de preservação permanente” obteve-se 6,72% de conflitos da área total da bacia.

**Tabela 3** - Áreas e percentual de ocorrência das classes de capacidade de uso do solo da sub-bacia do Ribeirão Descalvado, Botucatu-SP.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Classes de  Capacidade | Subclasse | Área em km² | Área em ha | % da subclasse  por área | % da classe  por área (bacia) |
| Classe III | III - s | 1,75 | 175,28 | 31,08 | 26,85 |
|  | III - s,e | 3,89 | 388,64 | 68,92 |
| Classe IV | IV - s | 1,47 | 147,36 | 19,57 | 35,84 |
|  | IV - s,e | 2,24 | 224,24 | 29,78 |
|  | IV - e | 3,81 | 381,28 | 50,64 |
| Classe V | V-a | 1,01 | 101,24 | 100 | 4,82 |
| Classe VI | VI-e | 4,51 | 450,56 | 100 | 21,45 |
| Classe VII | VII-e | 2,32 | 231,92 | 100 | 11,04 |
| Total das Classes |  | 21,01 | 2100,52 |  | 100,00 |
| Urbano |  | 0,72 | 72,08 |  |  |
| Total |  | 21,73 | 2172,60 |  |  |

Na análise dos conflitos é importante discriminá-los de acordo com sua localização e percentual em relação à feição geomorfológica em que se encontra (Tabela 4), permitindo-se que sejam identificadas as áreas de maior risco e as prioridades para a tomada de medidas mitigadoras dos processos de degradação. Nota-se, na Tabela 4, que os conflitos localizados no *Front* da *Cuesta* são bastante pronunciados, sendo que nesta feição geomorfológica estão localizadas as classes de capacidade de uso VI e VII. Isto se deve basicamente às pastagens localizadas nas descidas das encostas mais íngremes.



**Figura 3** - Mapa de Classes de Capacidade de Uso do Solo, exceto a mancha urbana, da sub-bacia do Ribeirão Descalvado, Botucatu-SP.

**Tabela 4** - Percentual dos conflitos do uso do solo de acordo com a feição geomorfológica.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Áreas de conflitos por feição geomorfológica | km² | ha | % área |
| Depressão Periférica | 0,06 | 6,28 | 9,56 |
| *Front* | 0,57 | 57,04 | 86,85 |
| Reverso | 0,02 | 2,36 | 3,59 |
| Total | 0,66 | 65,68 | 100,00 |

Quando as APP’s são computadas, o percentual de conflito de uso aumenta consideravelmente. A Tabela 5 mostra os percentuais de conflitos em relação à feição geomorfológica.

**Tabela 5** - Percentual dos conflitos do uso do solo incluindo as APP’s, de acordo com a feição geomorfológica.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Áreas de conflito por feição geomorfológica | km² | ha | % área |
| Depressão Periférica | 0,49 | 48,72 | 33,89 |
| *Front* | 0,77 | 77,16 | 53,67 |
| Reverso | 0,18 | 17,88 | 12,44 |
| Total | 1,44 | 143,76 | 100,00 |

Na Depressão Periférica, locais de recarga do Aqüífero Guaraní, muito embora apresente percentual de adequação alto, aparecem manchas com conflitos de uso, especialmente em relação aos conflitos pela ausência de matas ciliares.

O Rio Bocaina, em sua porção localizada na Depressão Periférica, encontra-se bastante raso e com desbarrancamentos laterais, mostrando instabilidade do terreno devido à ausência de matas ciliares. Além das pastagens, as áreas próximas às cabeceiras do Rio Bocaina são utilizadas como depósito de refugos e lixo urbano, fato este relacionado à proximidade dos centros urbanos e de moradias populares.

# 4 CONCLUSÃO

O estudo realizado permitiu concluir que a sub-bacia do Ribeirão Descalvado apresenta 43,99% de sua área ocupada por pastagens. A capoeira consiste na segunda maior área ocupada, com 32,88% e as matas constituem 15,48%. As matas ocorrem em locais com declividade acima de 20% e predominantemente em locais com declividade de 40% ou mais.

Dentre os conflitos de solo, conclui-se que somente 3,07% da área da sub-bacia encontra-se deteriorada. O *Front* da *Cuesta* é a área que apresenta os conflitos mais problemáticos sob o ponto de vista de conservação do solo, representando 86,85% do total de conflitos de uso constatados (Tabela 4), decorridos principalmente pela presença de pastagens nestas áreas, as quais são incompatíveis com sua capacidade de uso.

Nos estudos dos conflitos, pode-se concluir que as APP’s, embora representam 12,15% da área total da sub-bacia, possuem 30,28% de sua área em situação inadequada de conservação. O *Front* da *Cuesta* apresenta o maior percentual de conflitos, com 53,67% do total de conflitos em APP’s (Tabela 5). Assim, seja pelo mau uso do solo ou pela degradação das áreas de preservação permanente (APP), em se tratando de bacias hidrográficas localizadas nas áreas de *Cuesta*, merece um detalhamento referente à feição geomorfológica, pois esta estabelece parâmetros que permitem a priorização dos conflitos a serem mitigados.

A sub-bacia do Ribeirão Descalvado apresenta baixo índice de degradação considerando-se os resultados das análises. Contudo, quando se analisa as três feições geomorfológicas, nota-se que nas áreas mais planas, por apresentarem uma larga gama de usos, não ocorrem problemas quanto à sua utilização. Já nas áreas mais íngremes, mas frágeis e propensas a erosão acelerada, o percentual de área com inadequação de uso é considerável. Estas áreas necessitam de maior atenção e cuidado na preservação das matas nativas, visto que, na maior parte das vezes, é o único uso adequado para a área.

# 5 REFERÊNCIAS

AB´SÁBER, A.N. Depressão Periférica paulista: um setor das áreas de circundenudação pós-cretácea na Bacia do Paraná. **Geomorfologia**, 15, IG-USP,São Paulo, 1969, p. 1-15

ASSAD, E.D.; SANO, E.E.; MEIRELLES, M.L.; MOREIRA, L. Estruturação de dados geoambientais no contexto de microbacia hidrográfica. In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. Ed. Planaltina: Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados – Embrapa, 1998. Cap. 7, p. 119-137.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990, 355 p.

CAMPOS, S. **Fotointerpretação da ocupação do solo e suas influências sobre a rede de drenagem da bacia do rio Capivara (SP), no período de 1962 – 1977, 1993**. 164 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista-SP, 1993.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos de geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Planaltina: Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados – Embrapa, 1998. Cap. 1, p. 3-11.

CRISTOFOLOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo, Editora Edgard Blücher e Editora da Universidade de São Paulo, 1974, 149 p.

ENGEA. **Projeto: levantamento e análise dos quadros ambientais e proposição físico territoriais de zoneamento ambiental para APA Corumbataí – Botucatu – Tejupá, perímetro Botucatu**. Departamento de Estudos Patrimoniais, Ambientais e Técnicos – DEPAT, v. 2, 1990.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Mapa geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, 2 vol., 1981.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Introdução ao spring: teórica**. INPE, 2002.

JIM, J. **Aspectos ecológicos dos anfíbios registrados na região de Botucatu, São Paulo (Amphibia, Anura).** 1980, 332 p. Tese (Doutorado em Zoologia), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1980.

MARTINS, D. **Clima da região de Botucatu**. In: Encontro de estudos sobre a agropecuária na região de Botucatu, 1, 1989, Botucatu. Anais. Botucatu, UNESP, 1989, p. 8-19.

MONTEIRO, R.C. **Estimativa do espaço temporal da superfície potenciométrica do sistema aqüífero Guaraní na cidade de Ribeirão Preto (SP), Brasil.** 2003, 212 f.. Tese (Doutorado/ Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

OSEKI, J.H.; PELLEGRINO, P.R.M. Paisagem, sociedade e ambiente. In: PHILIPPI JR., A.; ROMÉRIO, M.N.; BRUNA, G.C. (Eds.) **Curso de gestão ambiental**. Barueri, SP; Manole, 2004, p. 485-523.

PIROLI, E.L. **Geoprocessamento na determinação da capacidade e avaliação do uso da terra no município de Botucatu-SP**. Botucatu: 2002. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

SIMÕES, M.G. & SIMÕES, L.B. A evolução da região de Botucatu no tempo geológico. In: UIEDA, W. & PALEARI, L.M. (Orgs.) **Flora e fauna: um dossiê ambiental**. São Paulo, Editora da UNESP, 2003, p. 21-36.

UIEDA, V.S.; MOTA, R.I. Peixes dos riachos da *Cuesta* de Botucatu. In: UIEDA, W.; PALEARI, M.L. (Orgs.) **Flora e fauna: um dossiê ambiental**. São Paulo: Editora UNESP, 2003, p. 37-47.

1. Parte da dissertação de mestrado do 1º autor intitulada: “Geoprocessamento no diagnóstico físico-ambiental do Ribeirão Descalvado, Botucatu-SP”. [↑](#footnote-ref-1)
2. Aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Energia na Agricultura – FCA/UNESP, Botucatu/SP. E-mail: omitido. [↑](#footnote-ref-2)
3. Orientadora e docente do Departamento de Ciências do Solo – FCA/UNESP, Botucatu/SP, Brasil, E-mail: omitido. [↑](#footnote-ref-3)