

UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

MONOGRAFIA

**Geoprocessamento aplicado na delimitação de Áreas
de Preservação Permanente em
Jaraguá do Sul - SC**

Patrícia Fuchshuber Caldas

Agosto/2007



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

PATRÍCIA FUCHSHUBER CALDAS

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA DELIMITAÇÃO DE ÁREAS
DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM JARAGUÁ DO SUL - SC**

Monografia apresentada ao
Curso de Engenharia Florestal,
como requisito parcial para a
obtenção do Título de
Engenheiro Florestal, Instituto
de Florestas da Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro.

ORIENTADOR: MÁRCIO ROCHA FRANCELINO

Seropédica – RJ
Agosto de 2007

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

PATRÍCIA FUCHSHUBER CALDAS

MONOGRAFIA APROVADA EM 25/07/2007

Márcio Rocha Francelino. Prof. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Ricardo Valcarcel. Prof. Dr. UFRRJ

Samara Salamene. M. Sc.

RESUMO

Este trabalho teve o objetivo de delimitar, através de técnicas de geoprocessamento, áreas de preservação permanente (APP) e avaliar o conflito existente entre a legislação ambiental e a presença ou ausência de cobertura florestal no município de Jaraguá do Sul, em Santa Catarina. Foram utilizadas cartas vetorizadas, imagem de satélite e fotos aéreas para gerar dados da cobertura florestal e das áreas de preservação permanente da rede de drenagem, das nascentes, das linhas de cumeada, dos morros, das montanhas e das áreas com declividade superior a 45°. Cruzando os dados obtidos de cada categoria de área de preservação permanente com o mapa de cobertura florestal foi possível determinar quanto de APP está efetivamente protegida. O município possui mais de 32.000 ha de cobertura florestal, representando 62,7% de cobertura florestal no município. As áreas de preservação permanente ocupam 32% do território, sendo 73,5% dessas APP com cobertura florestal. As áreas de preservação permanente das linhas de cumeada e dos rios são as que ocupam maior parte da área do município, com 12,1% e 10,6% respectivamente. As categorias com maior índice de cobertura florestal são montanha e morro (acima de 90%). A área de preservação permanente dos rios é a que apresenta o menor índice de cobertura florestal, com 43,5%. O uso do geoprocessamento foi eficiente para promover a delimitação e o cálculo das áreas de preservação permanente e da cobertura florestal no município de Jaraguá do Sul, possibilitando a análise do conflito da presença ou ausência de cobertura florestal com base na legislação ambiental.

Palavras chave: legislação ambiental; cobertura florestal.

ABSTRACT

The objective of this work was to delimit, through geoprocessing techniques, permanent preservation areas and to evaluate the existent conflict between the environmental legislation and the presence or absence of forest covering in the municipal district of Jaraguá do Sul, in Santa Catarina state, Brazil. Maps with vectorial features, satellite image and aerial pictures were used to generate data of the forest covering and the permanent preservation areas of rivers, nascents, divisors of water, hills, mountains and areas with steepness superior of 45°. Crossing the obtained data of each category of permanent preservation area with the map of forest covering was possible to determine if permanent preservation areas is indeed protected. The area possesses more than 32.000 ha of forest covering, representing 62,7% of forest covering in the municipal district. The permanent preservation areas occupy 32% of the territory, being 73,5% of those permanent preservation areas with forest covering. The permanent preservation areas of the divisors of water and rivers are the ones that occupy larger part of the area of the municipal district, with 12,1% and 10,6% respectively. The categories with larger index of forest covering are mountain and hill (above 90%). The permanent preservation area of the rivers is the one that presents the smallest index of forest covering, with 43,5%. The use of the geoprocessing was efficient to promote the delimitation and the calculation of the permanent preservation areas and of the forest covering in the municipal district of Jaraguá do Sul, making possible the analysis of the conflict of the presence or absence of forest covering with base in the environmental legislation.

Key words: environmental legislation; forest covering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do município de Jaraguá do Sul e municípios vizinhos no Estado de Santa Catarina.	5
Figura 2: Imagem Landsat com destaque para o município de Jaraguá do Sul, SC	7
Figura 3: Demonstração do cálculo da área efetiva de uma nascente	9
Figura 4: Classes de altitude no município de Jaraguá do Sul, SC	12
Figura 5: Área de preservação permanente dos rios no município de Jaraguá do Sul, SC	15
Figura 6: Área de preservação permanente das linhas de cumeada no município de Jaraguá do Sul, SC	16
Figura 7: Área de preservação permanente das montanhas no município de Jaraguá do Sul, SC	17
Figura 8: Área de preservação permanente dos morros no município de Jaraguá do Sul, SC	18
Figura 9: Área de preservação permanente das nascentes no município de Jaraguá do Sul, SC	19
Figura 10: Áreas de preservação permanente no município de Jaraguá do Sul, SC	20
Figura 11: Detalhe das áreas de preservação permanente no município de Jaraguá do Sul, SC	21
Figura 12: Cobertura florestal no município de Jaraguá do Sul, SC	22
Figura 13: Áreas de preservação permanente com presença ou não de cobertura florestal no município de Jaraguá do Sul, SC	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classes de altitude no município de Jaraguá do Sul, SC.....	11
Tabela 2: Área real das APP dos rios Jaraguá e Itapocu, descontando-se a área interna do rio	13
Tabela 3: Sobreposição de APP rios com linha de cumeada, montanha e morro	13
Tabela 4: APP nascentes descontando-se a sobreposição com rios	13
Tabela 5: Sobreposição de APP nascentes com linha de cumeada, montanha e morro.....	13
Tabela 6: Área real de cada APP e seus percentuais em relação à área total de APP e à área do município de Jaraguá do Sul	14
Tabela 7: Cobertura florestal nas áreas de preservação permanente do município de Jaraguá do Sul, SC	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Geoprocessamento	2
2.2 Áreas de Preservação Permanente	2
3 MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 Área de estudo	5
3.1.1 Breve histórico	6
3.1.2 Clima, vegetação e hidrografia	6
3.2 Material	7
3.3 Métodos	7
3.3.1 Áreas de preservação permanente	8
3.3.1.1 Áreas de preservação permanente dos rios	8
3.3.1.2 Áreas de preservação permanente das nascentes	9
3.3.1.3 Áreas de preservação permanente linha de cumeada, montanha e morro	9
3.3.1.4 Áreas de preservação permanente em encostas	10
3.3.2 Cobertura florestal	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4.1 Áreas de preservação permanente	12
4.2 Cobertura florestal	22
4.3 Áreas de Preservação Permanente X Cobertura Florestal	23
5 CONCLUSÕES	26
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1 INTRODUÇÃO

É inquestionável a importância ambiental da Mata Atlântica, por abrigar em seu domínio a maior parte da população brasileira e por possuir um dos maiores índices de diversidade biológica do planeta. Esse bioma, distribuído ao longo do litoral, com presença mais acentuada nas regiões sudeste e sul, encontra-se bastante fragmentado, possuindo apenas 7,84% de sua área original, devido a um processo histórico de ocupação predatória. Mesmo assim, essa floresta contribui enormemente para a preservação de mananciais, o abastecimento de água potável à população e a regulação climática na região (SCHÄFFER & PROCHNOW, 2002).

A preservação da Mata Atlântica depende da manutenção e ampliação dos remanescentes existentes para que se atinja um índice de 30 a 35% de áreas florestais, considerado ideal para uma boa qualidade de vida humana, segundo dados da Organização das Nações Unidas. Diversas ações estão sendo implementadas nesse sentido e já é possível observar a diminuição gradativa do ritmo do desmatamento e sinais de recuperação em alguns Estados, especialmente Santa Catarina e Rio Grande do Sul (SCHÄFFER & PROCHNOW, 2002).

Apesar de nas últimas décadas ter havido um aumento da consciência ecológica no Brasil, dois principais fatores são responsáveis pela legislação ambiental não ser devidamente implementada: a inexistência da demarcação oficial das áreas de preservação permanente, para impedir o licenciamento ambiental indevido; e a deficiência estrutural do Estado, o que inviabiliza a efetiva fiscalização ambiental no país (RIBEIRO *et al.*, 2005).

Até o advento dos sistemas de informações geográficas (SIG), qualquer tentativa de obter parâmetros mais complexos como declividade, comprimento da hidrografia, trajeto de escoamento superficial, área de vegetação em topo de morro etc. para grandes extensões era dificultada (RIBEIRO *et al.*, 2005). A demarcação das áreas de preservação em topo de morros, montanhas, ao longo dos divisores d'água e ao longo dos cursos dos rios é um processo complicado de se fazer utilizando-se somente métodos convencionais. A utilização do geoprocessamento como ferramenta para a delimitação dessas áreas é de fundamental importância para o cumprimento da legislação.

De acordo com a Lei nº 10.257 de 2001, a política urbana tem, entre outros objetivos, os de: garantia do direito a cidades sustentáveis, ao saneamento ambiental, a ordenação e controle do uso do solo (evitando a poluição e degradação ambiental), a proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído. Por isso, percebemos a importância das áreas de preservação permanente na manutenção do equilíbrio do meio ambiente, mesmo em áreas urbanas, diminuindo os impactos negativos da ação humana (assoreamento, poluição, perda de habitats). No caso da vegetação nas margens dos rios, esta ajuda a proteger os rios, preservando a qualidade e perenidade da água.

O objetivo desse trabalho foi delimitar, através do geoprocessamento, as áreas de preservação permanente (APP) e avaliar o conflito existente entre a legislação ambiental e a presença ou ausência de cobertura florestal no município de Jaraguá do Sul - SC.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Geoprocessamento

O geoprocessamento utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas e tem sido cada vez mais utilizado para a análise de recursos naturais. Essa ferramenta é especialmente útil para países de grande dimensão e com deficiência de informações em escalas adequadas, pois apresenta um grande potencial para a tomada de decisões sobre planejamentos urbanos e ambientais, principalmente por ser uma tecnologia que apresenta um custo relativamente baixo (ASSAD & SANO, 1998; FLORENZANO, 2002).

O SIG (sistema de informações geográficas) é um sistema computacional que permite armazenar e integrar feições gráficas e os atributos dos dados que estão georreferenciados, ou seja, localizados na superfície terrestre e numa projeção cartográfica qualquer (ASSAD & SANO, 1998; FLORENZANO, 2002). O SIG é um sistema que engloba programas, procedimentos e módulos, ou subsistemas, interados e projetados para dar suporte ao armazenamento, processamento, análise, modelagem e exibição de dados e/ou informações espacialmente referenciadas, constituídas numa única base de dados. Dispondo de um conjunto de ferramentas e operações que permitam a integração e análise dos dados, de maneira a transformá-los em informações úteis para tomada de decisões. O SIG normalmente integra outros sistemas, como o processamento digital de imagens, análise estatística, análise geográfica, digitalização (para ser capaz de realizar estas operações) e ainda dispor de entrada e saída de dados em diversos formatos, tendo como ponto central um banco de dados (LAMPARELLI, ROCHA & BORGHI, 2001).

Com esses módulos é possível realizar uma série de modelagens, entre as quais pode-se destacar o modelo digital de elevação (MDE), que é uma representação matemática contínua da distribuição espacial das variações de altitude numa área. Ele é construído a partir das curvas de nível e pontos altimétricos (GEPLAN, 2007).

Existem diversas formas de entrada de dados nesse sistema, das quais as principais são aquelas oriundas dos equipamentos de posicionamento por satélite e sensoriamento remoto, que é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície. A obtenção dos dados é feita à distância, isto é, sem que haja o contato físico entre o sensor e a superfície terrestre (FLORENZANO, 2002).

As plataformas mais utilizadas de sensoriamento remoto são os aviões (plataforma aérea) e satélites (plataforma espacial), podendo também ser utilizadas plataformas terrestres. O termo sensoriamento remoto se refere especificamente aos métodos que se utilizam da energia eletromagnética na detecção e medida das características de objetos, incluindo-se as energias relativas a luz, calor e ondas de rádios (LAMPARELLI, ROCHA & BORGHI, 2001; CENTENO, 2003).

2.2 Áreas de Preservação Permanente

Área de preservação permanente (APP) é a área protegida nos termos dos art. 2º e 3º da Lei 4.771 de 1965, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de

preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade ecológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e da flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas (MACHADO, 2002). A resolução CONAMA 303/2002 regulamenta o art. 2º da Lei nº 4.771, no que se refere às áreas de preservação permanente.

As áreas de preservação permanente foram criadas para proteger o ambiente natural, devendo estar cobertas com a vegetação original, não sendo áreas apropriadas para alteração de uso do solo. A cobertura vegetal nestas áreas irá atenuar os efeitos erosivos e a lixiviação dos solos, contribuindo também para a regularização do fluxo hídrico, redução do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, e trazendo também benefícios para a fauna (COSTA; SOUZA & BRITES, 1996).

Embora a legislação ambiental brasileira seja considerada bastante ampla, alguns fatores têm contribuído para torná-la pouco ágil, dentre esses, destaca-se a deficiência em meios e materiais para apurar com vigor as agressões ao meio ambiente. Diante desse fato, as metodologias possíveis de serem implementadas por meio do geoprocessamento tornam-se alternativas viáveis para reduzir de maneira significativa as deficiências relativas ao cumprimento das leis pertinentes (NASCIMENTO *et al.*, 2005).

Em um trabalho sobre a caracterização física da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, no município de Lavras (MG), PINTO *et al.* (2005) analisaram o uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente e para isso utilizaram cartas planialtimétricas do IBGE para reproduzir a superfície do terreno em um modelo TIN e imagem de satélite LANDSAT para fazer o mapa de uso da terra. A determinação da mata nativa foi realizada por classificação supervisionada da imagem, utilizando o método da máxima verossimilhança. Para quantificar os tipos de uso conflitante da terra foi feita a comparação de declividade com uso da terra e APP's *versus* uso da terra. Os resultados mostraram o não cumprimento da legislação referente ao uso da terra nas APP's das nascentes, matas ciliares e encostas, sendo necessário um plano de recomposição da vegetação dessas áreas, uma vez que os desmatamentos e outros usos incorretos da terra refletem diretamente na quantidade e qualidade da água da bacia hidrográfica.

NASCIMENTO *et al.* (2005) tinham o objetivo de delimitar de maneira automática as áreas de preservação permanente com base na Resolução nº 303 do CONAMA e identificar a ocorrência de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Alegre, no Espírito Santo. Para isso utilizaram bases cartográficas planialtimétricas em formato digital na escala de 1:50.000, contendo curvas de nível com equidistância de 20 metros e a rede hidrográfica. Essa metodologia possibilitou identificar e quantificar as categorias de APP's situadas no terço superior de morros, nas encostas com declividade superior a 45 graus, nas nascentes e suas respectivas áreas de contribuição, ao longo das margens dos cursos d'água e no terço superior das sub-bacias.

BOLFE *et al.* (2002) em seu trabalho sobre geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicado ao levantamento e análise de recursos florestais em Cachoeira do Sul (RS) utilizaram imagens de satélite associadas ao sistema de informações geográficas para realizar o levantamento e a quantificação de diferentes bases temáticas. As variáveis que foram obtidas em trabalho de campo e na carta topográfica permitiram analisar a situação da cobertura florestal da região, fornecendo subsídio ao gerenciamento dos recursos florestais e à preservação do meio ambiente.

Em trabalho sobre mapeamento do uso e ocupação da terra no município de Toropi (RS), SILVA *et al.* (2006) mapearam o uso da terra e coberturas naturais e verificaram se nas áreas de preservação permanente existia a ocorrência de conflitos ambientais, utilizando-se de técnicas de geoprocessamento, imagens de satélite, cartas topográficas na escala de 1:50.000 e

a legislação ambiental. Encontraram um percentual de cobertura florestal que consideraram significativo (em torno de 45%). Foi observada a ocorrência de áreas conflitantes com cursos d'água, em terrenos com declividades elevadas e nos topos de morros, sendo recomendado o reflorestamento com espécies nativas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O município de Jaraguá do Sul está localizado no nordeste do Estado de Santa Catarina, entre as coordenadas geográficas 26° 12' e 26° 39' de latitude sul e 49° 00' e 49° 18' de longitude oeste. A localização de Jaraguá do Sul em relação aos municípios limítrofes está indicada na Figura 1.

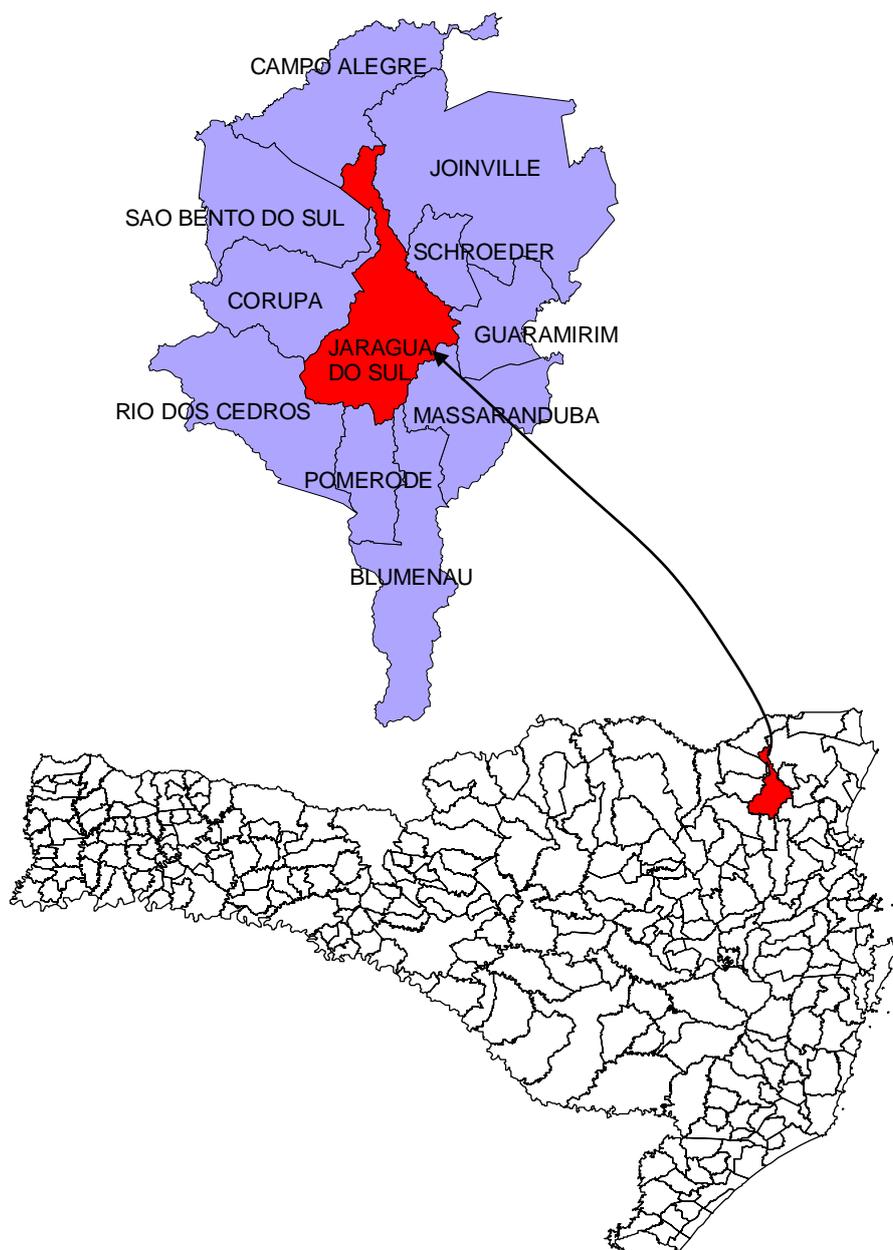


Figura 1: Localização do município de Jaraguá do Sul e municípios vizinhos no Estado de Santa Catarina.

3.1.1 Breve histórico

A colônia Jaraguá foi estabelecida no início de 1895, sendo nessa época 2º distrito de Joinville, tendo sido emancipado em 1934. Jaraguá é um termo de origem tupi-guarani, significando senhor do campo, dono do campo, senhor do vale. Os índios teriam denominado o atual morro Boa Vista como Jaraguá, visto este elevar-se, imponente, sobre o vale, como senhor ou dominador da região, sendo avistado de muito longe (PREFEITURA DE JARAGUÁ DO SUL, 2006).

O nome inicial do município é Jaraguá, tendo sido alterado para Jaraguá do Sul em 31 de dezembro de 1943, por haver outro município mais antigo com o mesmo nome localizado no estado de Goiás (PREFEITURA DE JARAGUÁ DO SUL, 2006).

Em 1912, a população era de 8.000 habitantes, sendo que apenas 2.000 falavam português, 1.000 falavam italiano, 4.500 falavam alemão e 500 falavam polaco. A população atual (2006) é de 133.213 habitantes (PREFEITURA DE JARAGUÁ DO SUL, 2006).

O município é basicamente rural, tendo 422,20 km² de área rural e 121,30 km² de área urbana. Apesar dessa grande percentagem de 77,7% de área rural, em 2000, apenas 11,22% da população se concentrava nessa região (PREFEITURA DE JARAGUÁ DO SUL, 2006).

O desenvolvimento acelerado e a existência de importantes indústrias tornaram a região atrativa sob o ponto de vista da geração de força de trabalho e oportunidades econômicas, influenciando no aspecto migratório. Jaraguá do Sul tem um dos mais altos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil e de Santa Catarina. O IDH de Jaraguá do Sul é de 0,850, sendo o 9º colocado do estado de Santa Catarina e o 30º do Brasil. Um outro indicativo que reforça essa afirmativa é o fato de que tem também uma das maiores rendas *per capita*, que foi de R\$ 25.067,00 em 2005. Nesse mesmo ano, o número médio de moradores por residência era de 3,48, o que indica um alto padrão de vida (PREFEITURA DE JARAGUÁ DO SUL, 2006).

3.1.2 Clima, vegetação e hidrografia

De acordo com a classificação de Köppen, o clima é Cfa, ou seja, mesotérmico úmido sendo o mês mais frio com média inferior a 18°C, sem estação seca e o mês mais quente com temperatura média superior a 22°C. Segundo dados da Prefeitura de Jaraguá do Sul (2006), a altitude média é de 29,97 metros, a temperatura média é de 22°C, com mínima de 2°C e máxima de 40°C. O município tem umidade relativa média do ar de 85%. Ainda de acordo com a Prefeitura de Jaraguá do Sul (2006) a precipitação total anual da região é de 2.200mm, já de acordo com o Departamento Nacional de Meteorologia (1992) é de cerca de 1.700mm.

O município de Jaraguá do Sul está inserido no domínio da Mata Atlântica. Sua vegetação é classificada como pertencente aos domínios das Florestas Ombrófila Densa Submontana (de 30 a 400m), Montana (de 400 a 1.000m) e Altomontana (acima de 1.000 m) (VELOSO & GÓES-FILHO, 1982). Já SCHÄFFER & PROCHNOW (2002), estudando a vegetação da Bacia do Rio Itajaí (SC), classificaram a vegetação a partir de 800m como Floresta Ombrófila Densa Altomontana.

A região é cortada por dois rios principais, Jaraguá e Itapocu (PREFEITURA DE JARAGUÁ DO SUL, 2006), estando inserida na Bacia do Rio Itapocu. Os seus principais afluentes são os rios Jaraguá e Itapocuzinho. Além deles, cerca de duzentos rios, riachos e ribeirões compõem a malha hidrográfica da região. A cidade, cercada pela cadeia da Serra do Mar, está protegida por morros de vegetação nativa preservada. O mais alto deles é o Morro

da Palha, com 1.176 metros de altitude. O destaque da cidade é o Morro Boa Vista, com 926 metros de altitude (GUIA DE SANTA CATARINA, 2006).

3.2 Material

Foi utilizada imagem Landsat de 02/09/2002 (Figura 2) em composição colorida 423, obtida gratuitamente no *site* da Universidade de Maryland (<ftp://ftp.glcg.umiacs.umd.edu>) e 98 fotos aéreas coloridas, do ano de 2005 e com escala de vôo de 1:15.000, disponíveis no *site* da Prefeitura de Jaraguá do Sul, que cobrem boa parte do município.

Foram também utilizadas cartas vetorizadas de Jaraguá do Sul (2869-4), Pomerode (2881-2) e Rio dos Cedros (2881-1), obtidas gratuitamente no site do IBGE, das quais foram utilizados os temas hipsometria, hidrografia e estradas. Todas as cartas estão no South America Datum 69 (SAD 69).

Os *softwares* utilizados para os trabalhos foram o ArcView 3.2a e o ArcMap 9.0.

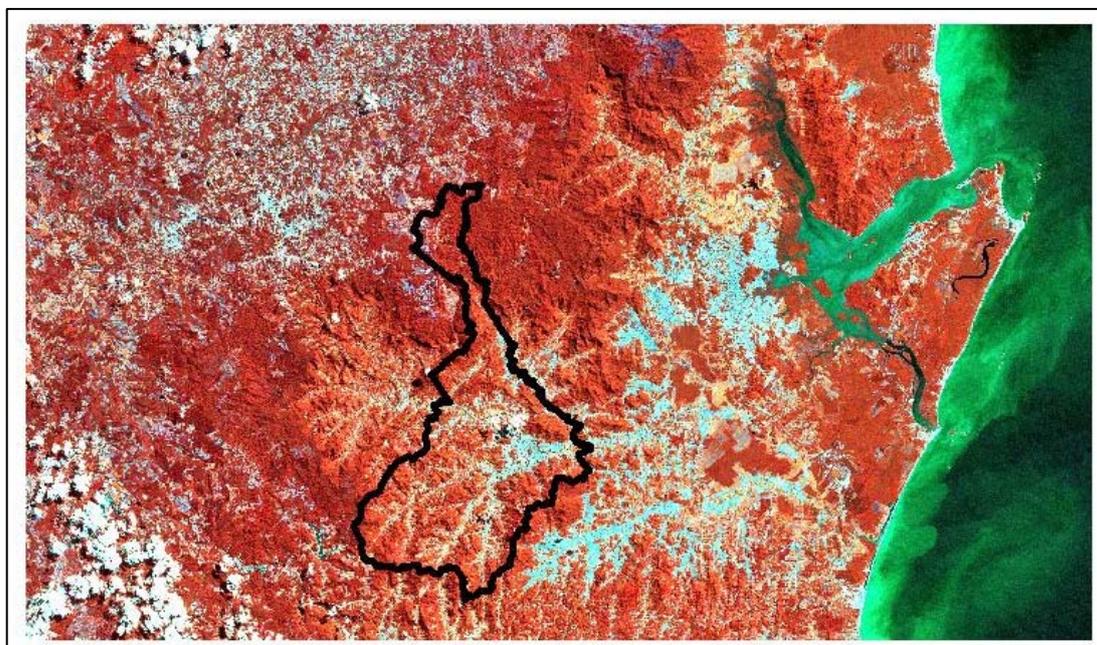


Figura 2: Imagem Landsat com destaque para o município de Jaraguá do Sul, SC.

3.3 Métodos

As cartas do IBGE de Jaraguá do Sul, Pomerode e Rio dos Cedros foram convertidas para o formato *shapefile* no ArcView, sendo as suas unidades de medida transformadas de quilômetros para metros no ArcMap. A seguir, o tema hipsometria das cartas Jaraguá do Sul, Pomerode e Rio dos Cedros foram unidos, utilizando a ferramenta *merge* do ArcView 3.2a. O mesmo foi feito com os temas hidrografia e estradas. Através da ferramenta *clip*, as cartas foram recortadas utilizando-se como base o limite do município de Jaraguá do Sul. As curvas de nível foram cotadas de 20 em 20 metros no ArcView.

Uma pequena parte do município, situada na carta IBGE 2869_2, não foi analisada, pois esta não está disponível na forma vetorizada.

A composição da imagem Landsat foi realizada utilizando as bandas 4, 2 e 3, que apresentou uma melhor visualização da vegetação. Foram feitos dois *clips* da imagem

Landsat, um situando o município na região e outro menor, que foi usado para a classificação automatizada da vegetação, utilizando o método da máxima verossimilhança.

Foi confeccionado mosaico, em faixas, das fotos aéreas. Depois essas faixas foram georreferenciadas de modo a permitir uma navegação em tempo real, utilizando o *software* ArcMap e o GPS acoplado a um laptop. Foram coletados 28 pontos de controle na área que abrange as fotos aéreas. Foi realizado um reconhecimento de campo da área do município para determinar os padrões de refletância.

3.3.1 Áreas de Preservação Permanente

As áreas de preservação permanente foram delimitadas com base na resolução CONAMA 303 de 2002. As categorias existentes em Jaraguá do Sul são:

- a) nascentes, com raio mínimo de cinquenta metros, de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;
- b) faixa marginal de 30 metros, para cursos d'água com menos de dez metros de largura; faixa marginal de cinquenta metros, para cursos d'água com dez a cinquenta metros de largura e faixa marginal de cem metros, para cursos d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;
- c) topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação a base. Na ocorrência de dois ou mais morros ou montanhas cujos cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a quinhentos metros, a Área de Preservação Permanente abrangerá o conjunto de morros ou montanhas, delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura em relação à base do morro ou montanha de menor altura do conjunto;
- d) linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros;
- e) em encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive.

A seguir são apresentadas algumas definições referentes às áreas de preservação permanente encontradas no município de Jaraguá do Sul, de acordo com a Resolução CONAMA 303 de 2002:

Nascente: local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea.

Morro: elevação do terreno com cota do topo em relação à base entre cinquenta e trezentos metros e encostas com declividade superior a trinta por cento (aproximadamente dezessete graus) na linha de maior declividade.

Montanha: elevação do terreno com cota em relação à base superior a trezentos metros.

Linha de cumeada: linha que une os pontos mais altos de uma seqüência de morros ou de montanhas, constituindo-se no divisor de águas.

3.3.1.1 Áreas de preservação permanente dos rios

Para os rios que nas cartas IBGE estão com linhas duplas, a área de preservação permanente foi calculada a partir das linhas demarcatórias das margens. Dentre estes, para os rios com largura de 10 a 50m a APP é de 50m, para aqueles com largura entre 50 e 200m a APP é de 100m. Para os rios que nas cartas IBGE têm linhas simples, mas identificados pelas

fotografias aéreas como tendo uma largura média superior a 10m, a APP é de 50m. Os demais rios com linhas simples, que não foram enxergáveis pelas fotografias aéreas, a APP é de 30m.

Inicialmente foi processado um *buffer* de todo o tema drenagem, com uma distância de 30m. Depois foram realizados *buffers* para os rios com largura superior a 10m, utilizando como base as cartas do IBGE e as fotografias aéreas, que são:

- Rio Itapocu, que possui uma largura superior a 50m e inferior a 200m, tendo, portanto, uma APP de 100m;
- Rio Jaraguá, que possui largura entre 10 e 50m, tendo uma APP de 50m;
- Rio Cerro, com largura entre 10 e 50m, tendo uma APP de 50m;
- Rio Itapocuzinho, com largura entre 10 e 50m, tendo uma APP de 50m.

Foi tomado o devido cuidado para que as áreas das APP não tivessem sobreposição entre si. Para isso foi inicialmente feito uma união dos *buffers* dos quatro rios acima mais do *buffer* do tema drenagem. A seguir foram selecionadas todas as linhas da tabela e usado a ferramenta *combine*, produzindo no final somente um tema de drenagem.

3.3.1.2 Áreas de preservação permanente das nascentes

Para as nascentes não foi considerada a área referente à bacia hidrográfica contribuinte, mas somente o raio de 50 metros ao redor de cada nascente.

Foi gerado um tema de pontos e todas as nascentes foram manualmente demarcadas, sendo posteriormente realizado o *buffer* de 50m em torno destes pontos. Devido à sobreposição da APP do início dos rios com as APP das nascentes, a parte sobreposta foi calculada e subtraída da área gerada pela APP nascente (Figura 3). Como a área de um círculo com 50 metros de raio é de $7.854,0m^2$ e a área de sobreposição é de $4.178,0m^2$, a área de preservação permanente de cada nascente é de $3.676m^2$.

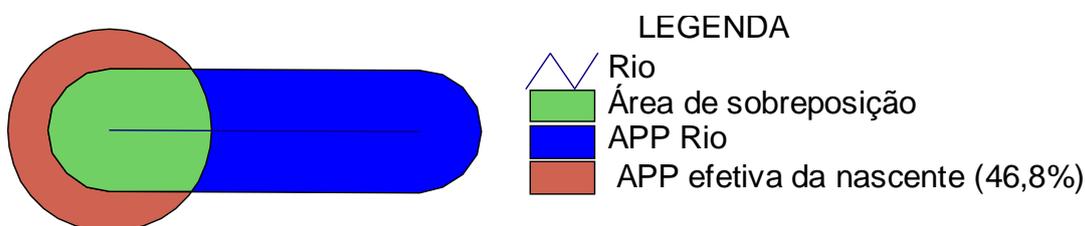


Figura 3: Demonstração do cálculo da área efetiva de uma nascente.

3.3.1.3 Áreas de preservação permanente linha de cumeada, montanha e morro

Inicialmente foram delimitadas áreas em que havia continuidade de linha de cumeada. A seguir foi determinada a curva de nível correspondente ao terço superior, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros. Depois essas linhas foram unidas e transformadas em polígonos, de modo a permitir o cálculo das respectivas áreas.

Os morros foram identificados observando-se a existência de declividade mínima legal e diferença de altitude entre o topo e a base de, no mínimo, 50 metros. A seguir as curvas de nível correspondentes ao terço superior foram selecionadas e convertidas em polígonos para permitir o cálculo de suas respectivas áreas.

As montanhas foram identificadas observando-se a diferença de altitude mínima de 300 metros entre o topo e a base. As curvas de nível correspondentes ao terço superior foram selecionadas e convertidas em polígonos para permitir o cálculo de suas respectivas áreas.

Algumas das curvas de nível referentes ao terço superior de morros e montanhas formaram uma área fechada. Estas foram convertidas de linha para polígono. Outras curvas, que continuavam por áreas além do topo de morro, foram cortadas e manualmente completadas para formar uma área fechada e depois também convertidas em polígonos.

3.3.1.4 Áreas de preservação permanente em encostas

As áreas de preservação permanente em áreas com declividade acima de 45° foram geradas com base no modelo digital de elevação no ArcView 3.2a. Para tal, inicialmente foi gerado o *slope* (declividade) e a seguir foi utilizada a ferramenta *map calculator* para seleção apenas das áreas com mais de 45 graus de declividade.

3.3.2 Cobertura florestal

Sobre a imagem Landsat foi feita uma classificação automatizada supervisionada utilizando o algoritmo da máxima verossimilhança para gerar o mapa de cobertura florestal do município. A seguir foi realizada, de forma manual, a retirada de áreas menores que 22,5 ha, levando em consideração a área mínima mapeável (AMM), que é determinada pelas menores dimensões que podem ser legivelmente delineadas em um mapa e que na prática corresponde a uma área de 0,4 cm² no mapa (0,6 x 0,6cm), sendo utilizada a fórmula $AMM (ha) = (E^2 \times 0,4) \div 10^8$, sendo “E” a escala (FERNANDES & LIMA, 2006). ZIMBACK (2003) afirma que em levantamentos de solos com escala de 1:25.000 a 1:100.000, o levantamento é do tipo semi-detalhado e a área mínima mapeável é de 2,5 a 40 ha. Portanto, a escala de 1:75.000 da imagem Landsat só permite uma melhor visualização em áreas maiores que 22,5 ha.

Para concluir foi realizado um *clip* do mapa de cobertura florestal com todos os temas de áreas de preservação permanente para determinar quanto das áreas de preservação permanente estão florestadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Á área total do município de Jaraguá do Sul é de 53.926,9 ha, porém a parte analisada possui 51.454,4 ha, representando 94,4% da área do município. Um pequeno percentual da área, que está localizada na parte superior do município e que é representada pela carta 2869_2 não foi analisada, pois esta não estava disponível na forma vetorizada.

A altitude do município varia de 40m a 1.160m, sendo a maior parte da área (51,4%) situada entre 40 e 200 metros de altitude e apenas uma pequena porcentagem entre 1.000 e 1.160 metros de altitude (Tabela 1). As áreas mais elevadas estão localizadas ao norte e ao sudoeste do município (Figura 4).

Tabela 1: Classes de altitude no município de Jaraguá do Sul,SC

Altitude (m)	Área (ha)	Área (%)
40 a 200	2.6315,9	51,4
200 a 400	1.2915,8	25,2
400 a 600	5.587,4	10,9
600 a 800	2.899,2	5,7
800 a 1.000	2.627,2	5,1
1.000 a 1.160	865,2	1,7
Total	51.210,8	100,0

A diferença encontrada entre a área total do município apresentada no primeiro parágrafo (51.454,4 ha) e a área total da Tabela 1 foi devido ao fato desta segunda área ter sido calculada em cima de um *grid*. Isso se deve à configuração em células regulares do formato matricial, que produz um efeito “em escada” na borda dos limites, o que provoca uma diferença no tamanho da área, proporcional ao tamanho da célula utilizada. Tal fato foi observado também por CALDAS (2006).

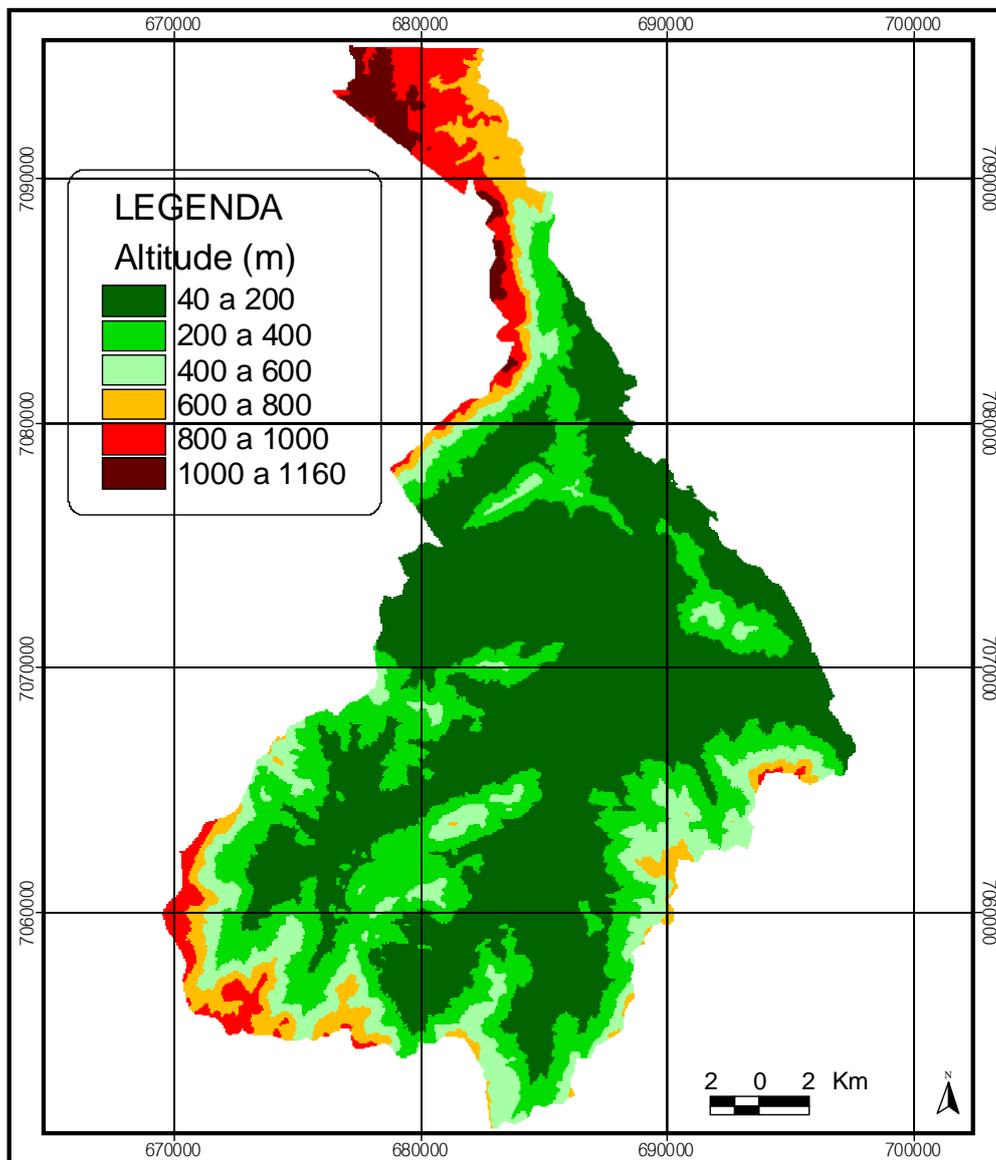


Figura 4: Classes de altitude no município de Jaraguá do Sul, SC.

4.1 Áreas de Preservação Permanente

Na área analisada do município de Jaraguá do Sul foram encontradas as seguintes categorias de área de preservação permanente: linha de cumeada, montanha, morro, rios, nascentes e encostas com declividade superior a 45°.

As APP linha de cumeada, montanha e morro não possuem sobreposição entre si. Já a APP dos rios possui sobreposição com estas três categorias e a APP nascentes se sobrepõe a todas as quatro categorias.

A área total calculada de APP rios é de 6.142,2 ha. No entanto é necessário descontar a área interna dos rios Jaraguá e Itapocu, que somam aproximadamente 209,0 ha (Tabela 2), o que leva a uma área de 5.933,2 ha (6.142,2 - 209,0). A sobreposição da APP rios com as de

linha de cumeada, montanha e morro está demonstrada na Tabela 3. Assim, a área efetiva de APP rios é de 5.453,0 ha (5.933,2 - 480,2) (Tabela 6).

Tabela 2: Área real das APP dos rios Jaraguá e Itapocu, descontando-se a área interna do rio

Rio	Área do <i>buffer</i> do rio (ha)	Área interna do rio (ha)	Área real da APP do rio (ha)
Jaraguá	105,3	30,1	75,2
Itapocu	660,0	178,9	481,1
Total	765,3	209,0	556,3

Tabela 3: Sobreposição de APP rios com linha de cumeada, montanha e morro

Sobreposição de rios com:	Área (ha)
Linha de Cumeada	289,6
Montanha	95,2
Morro	95,4
Total	480,2

Devido ao fato de que algumas nascentes não se apresentam inteiras, pois essas se encontram no limite do município e, portanto, partes delas estão inseridas em outros municípios vizinhos, foi feito o cálculo das nascentes inteiras e parciais de modo a determinar a área total das nascentes, que é de 433,8 ha. Depois foi descontada a sobreposição com as APP's dos rios, encontrando-se uma área de 204,2 ha (Tabela 4). Para determinar a área real de APP nascentes sem sobreposição, foi ainda descontada a sobreposição da APP nascentes com as áreas de preservação permanente linha de cumeada, montanha e morro, sendo encontrada uma área efetiva de 50 ha (204,2 - 154,2) (Tabelas 5 e 6). Assim, dos 433,8 ha iniciais, apenas 11,5% não se encontram em outra categoria de APP, o que indica que a maioria das nascentes já se encontra inseridas em alguma outra categoria de Área de Preservação Permanente.

Tabela 4: APP nascentes descontando-se a sobreposição com rios

Nascentes	Quantidade	Área (ha)
Inteiras	543	199,6
Parciais	17	4,6
Total	560	204,2

Tabela 5: Sobreposição de APP nascentes com linha de cumeada, montanha e morro

Sobreposição de nascentes com:	Área (ha)
Linha de Cumeada	88,9
Montanha	29,9
Morro	35,4
Total	154,2

A área de preservação permanente em encostas com mais de 45 graus de declividade é de 152,5 ha, dos quais 98 ha já estão inseridos em alguma outra categoria de APP, sendo a área efetiva de 54,5 ha. Essa área representa apenas 0,3% do total de APP e 0,1% da área do município (Tabela 6). A maior parte dessa APP se encontra na região norte do município.

No entanto, as áreas com declividade acima de 45° podem estar sofrendo uma subestimação produzida pela escala de trabalho (1:50.000). Os trechos com esta declividade podem ser pequenos para sua representação no mapa. Em função da projeção horizontal de qualquer mapa, áreas com 45° de declividade ficam reduzidas em aproximadamente 1/3 e aquelas com declividade maior, sofrem maior redução ainda, o que aliado ao fato de não possuírem grande superfície contínua, faz com que não sejam representadas na escala 1:50.000 (Nesta escala um único *pixel* representa uma área de projeção no plano de 400m²) (CALDAS, 2006).

As áreas de preservação permanente de linha de cumeada, montanha e morro, por não terem sobreposição com nenhuma outra categoria de APP, foram calculadas diretamente obtendo-se uma área de 6.254,2 ha, 2.007,3 ha e 2.666,3 ha, respectivamente (Tabela 6).

A área analisada do município de Jaraguá do Sul possui 16.485,8 ha de áreas de preservação permanente, que ocupam 32,0% de seu território. As áreas de preservação permanente com maior representatividade são linha de cumeada e rios, com respectivamente 37,9% e 33,1% em relação à área total de APP e 12,1% e 10,6% em relação à área do município. As APP's nascentes e encosta são as que ocupam o menor percentual da área, ambas com 0,3% em relação à área total de APP e 0,1% em relação à área do município (Tabela 6).

Tabela 6: Área real de cada APP e seus percentuais em relação à área total de APP e à área do município de Jaraguá do Sul

Áreas de Preservação Permanente	Área (ha)	Porcentagem da área em relação à área total de APP	Porcentagem da área em relação ao município
Linha de Cumeada	6.254,2	37,9	12,1
Morro	2.666,3	16,2	5,2
Montanha	2.007,8	12,2	3,9
Rios	5.453,0	33,1	10,6
Nascentes	50,0	0,3	0,1
Encosta > do que 45° de declividade	54,5	0,3	0,1
Total	16.485,8	100,0	32,0

As Figuras 5, 6, 7, 8 e 9 apresentam as áreas de preservação permanente dos rios, da linha de cumeada, das montanhas, dos morros e das nascentes, respectivamente, no município de Jaraguá do Sul.

A Figura 10 mostra todas as categorias de áreas de preservação permanente, exceto a APP encosta, no município de Jaraguá do Sul. A Figura 11 mostra o detalhe da Figura 10, onde é possível visualizar de forma mais nítida a disposição das áreas de preservação permanente.

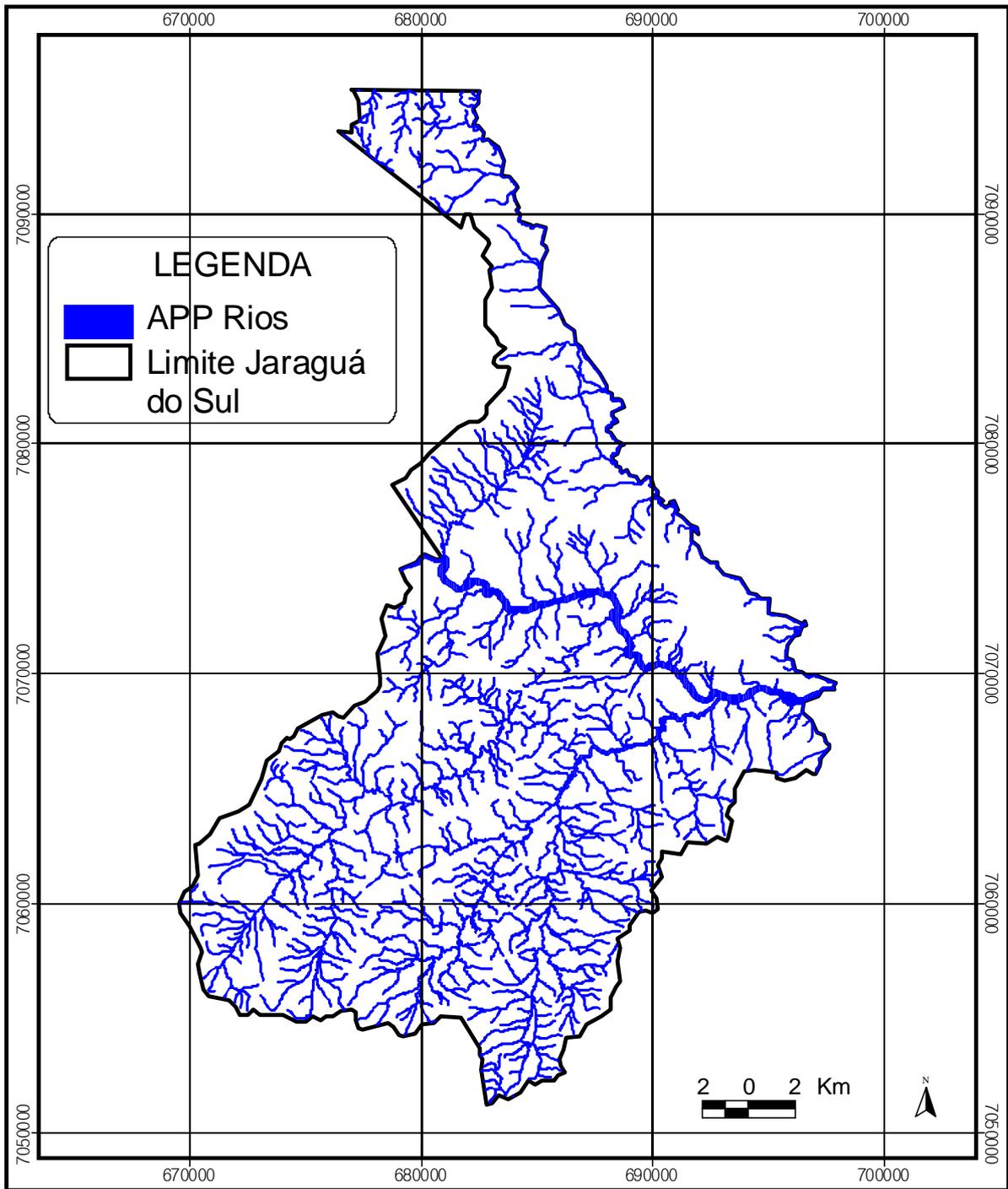


Figura 5: Área de preservação permanente dos rios no município de Jaraguá do Sul, SC.

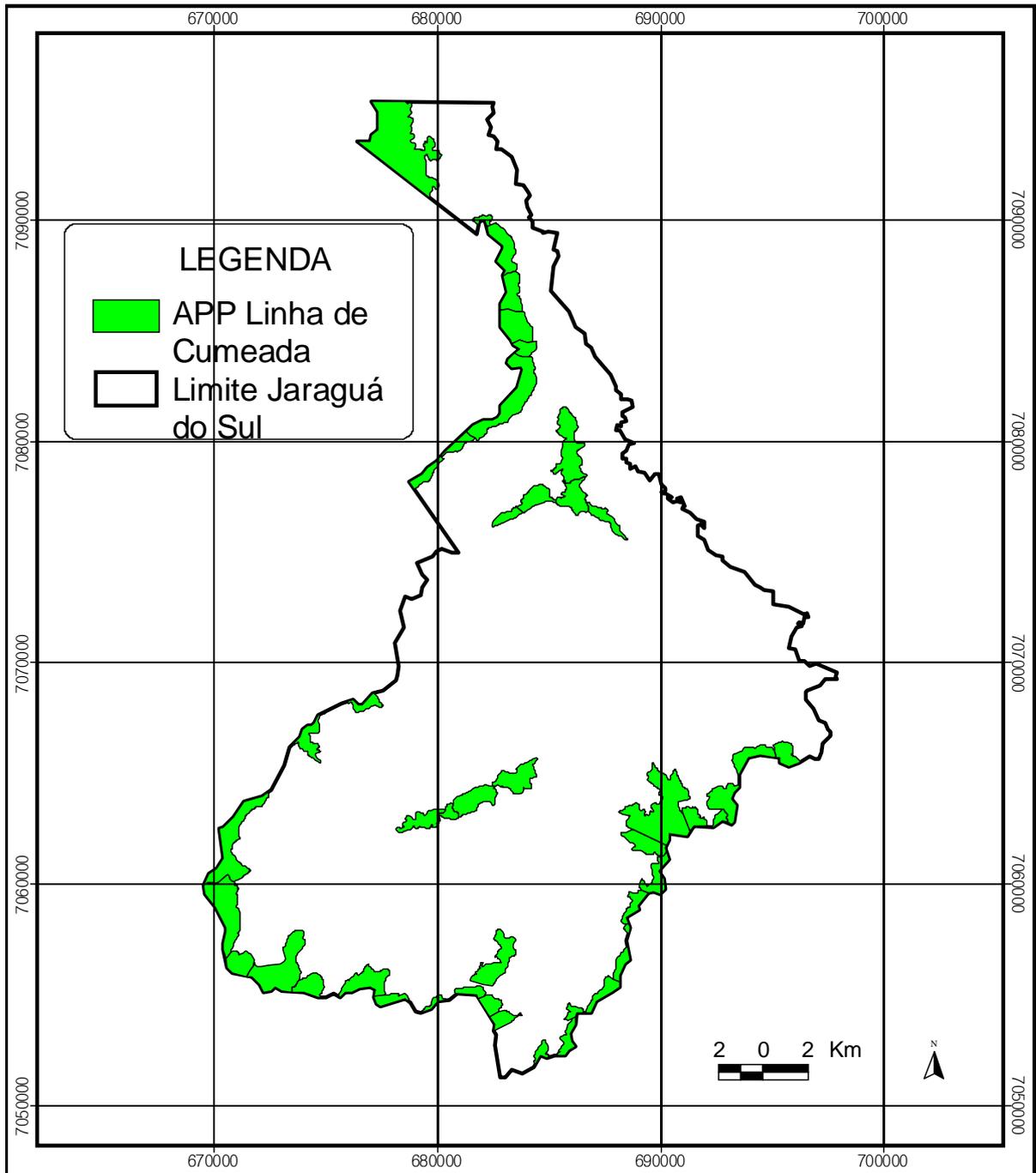


Figura 6: Área de preservação permanente das linhas de cumeada no município de Jaraguá do Sul, SC.

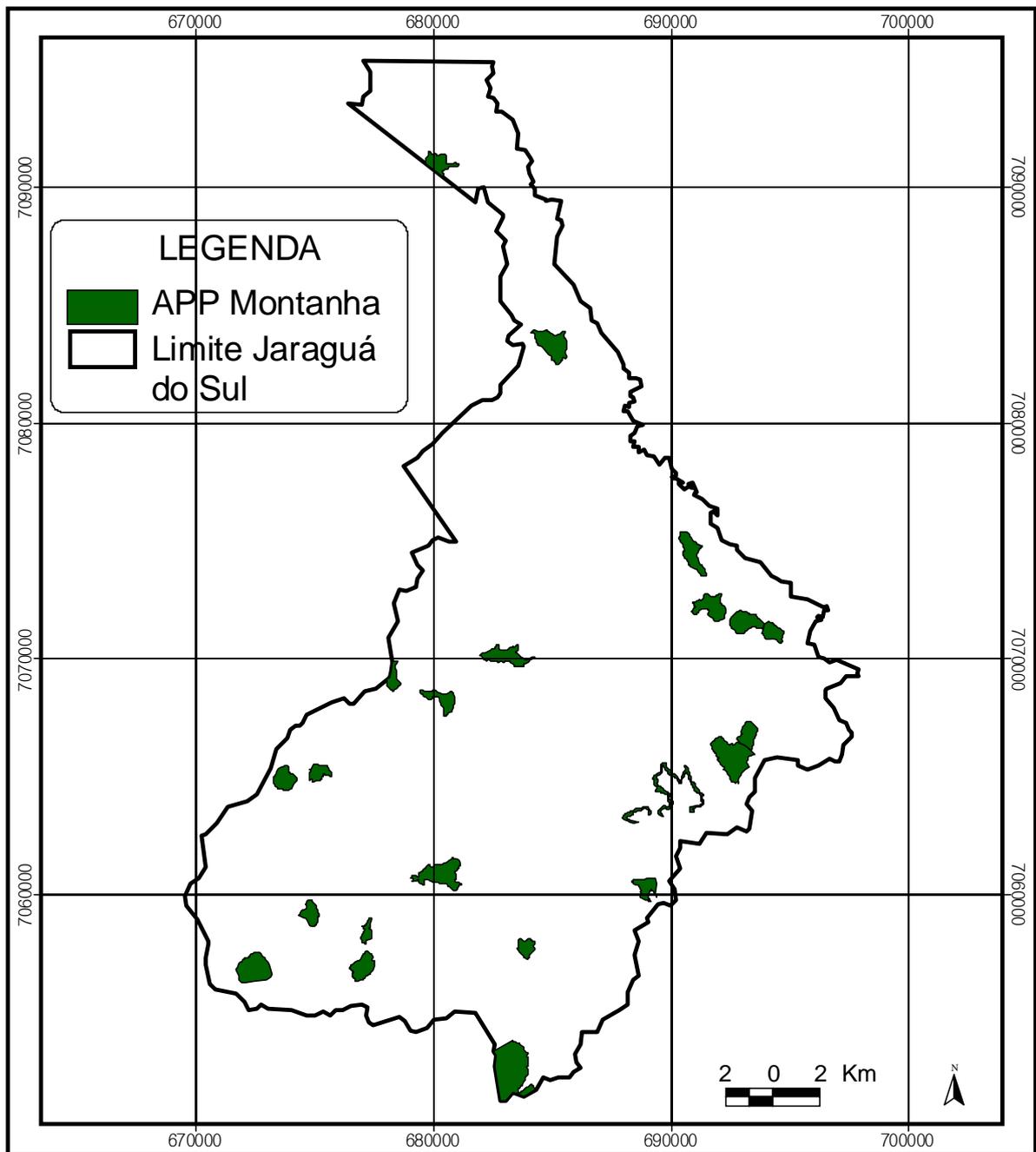


Figura 7: Área de preservação permanente das montanhas no município de Jaraguá do Sul, SC.

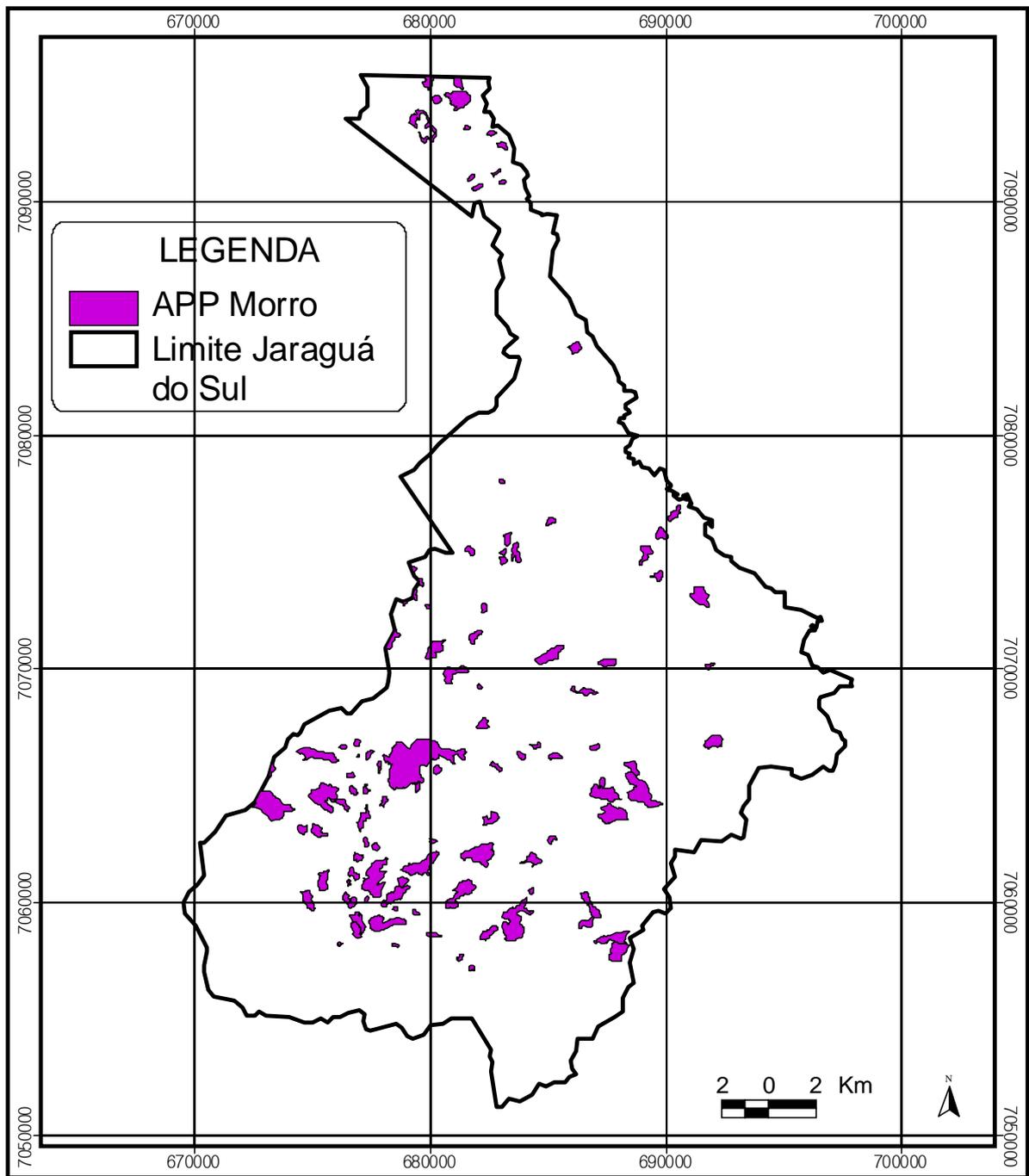


Figura 8: Área de preservação permanente dos morros no município de Jaraguá do Sul, SC.

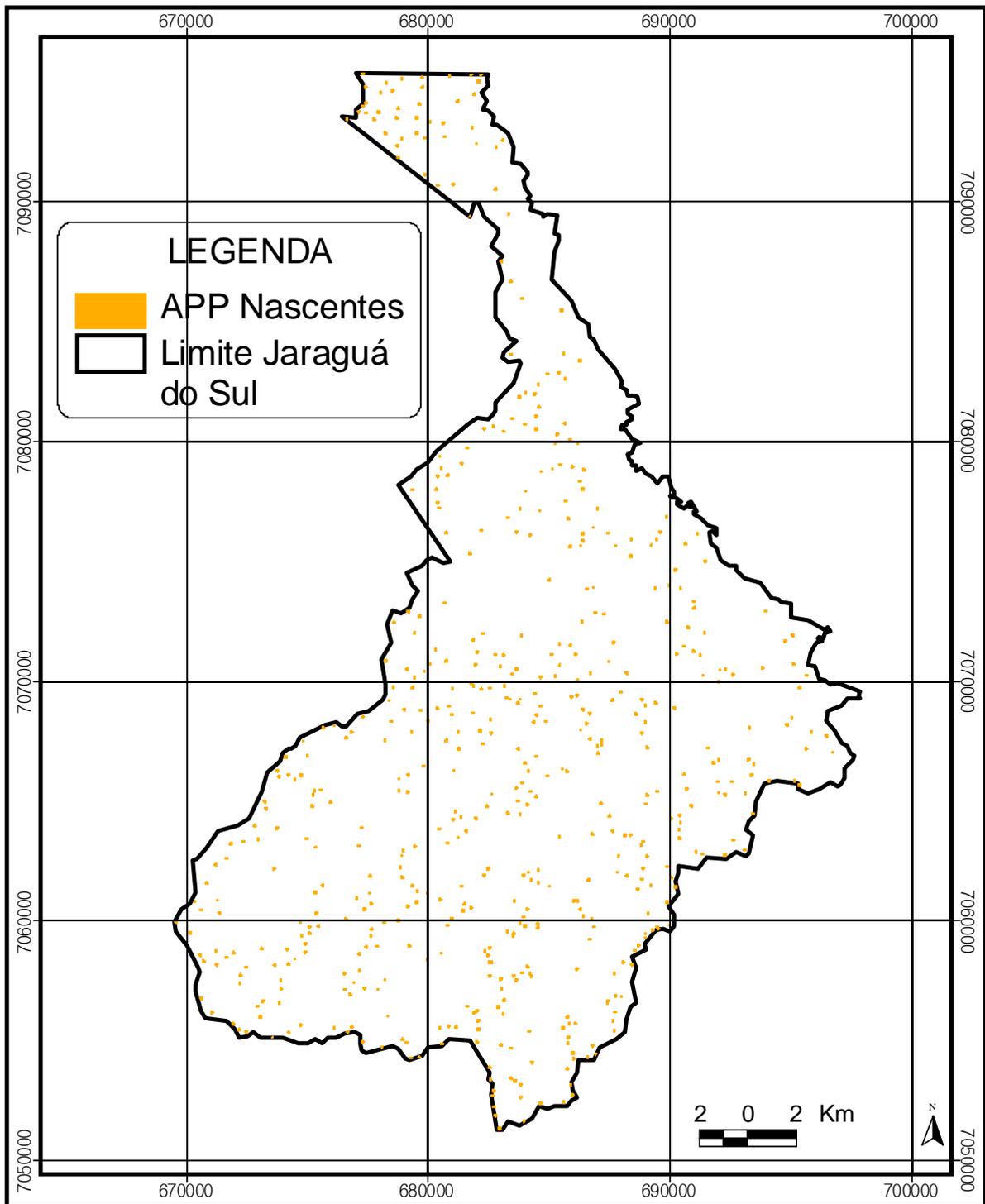


Figura 9: Área de preservação permanente das nascentes no município de Jaraguá do Sul, SC.

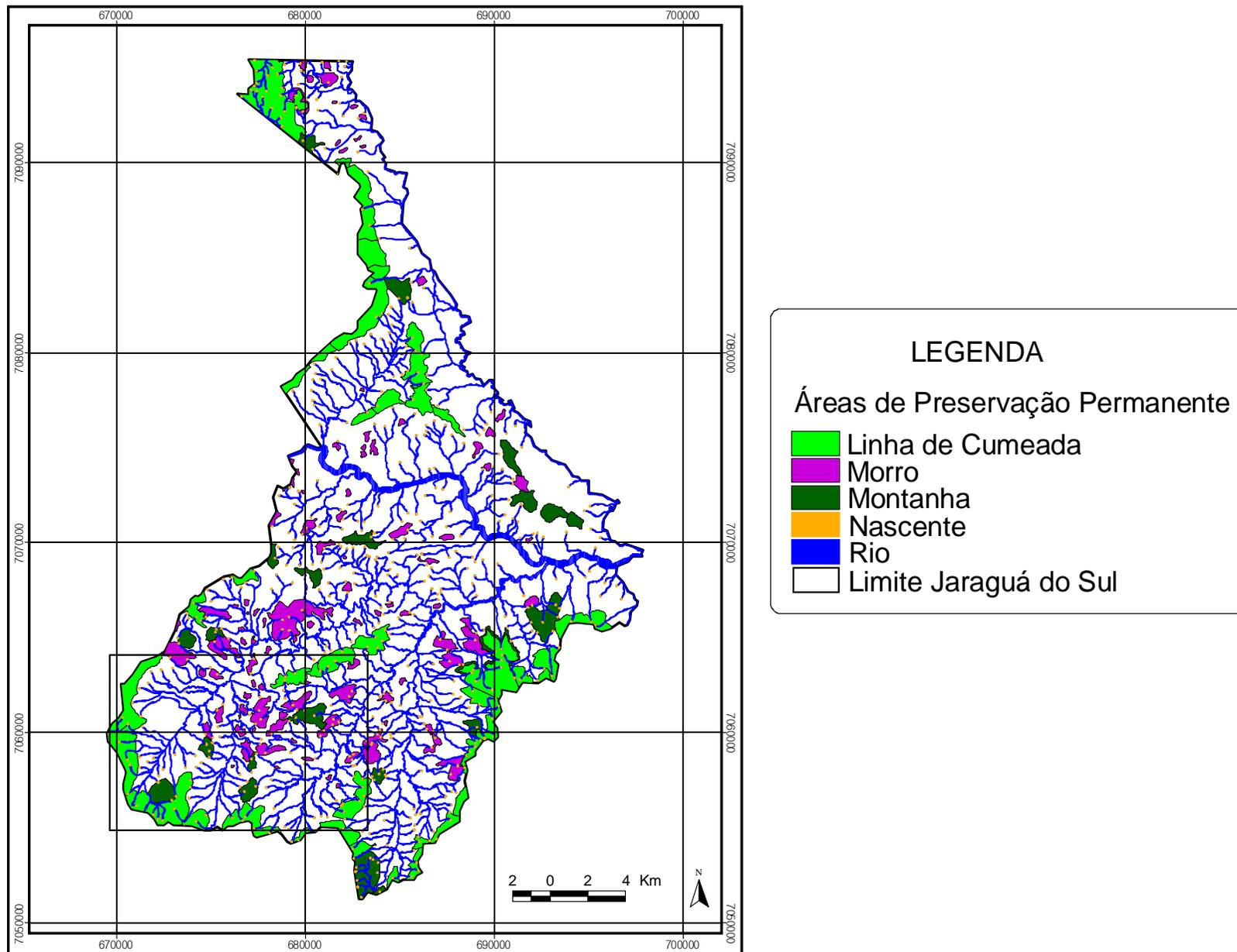


Figura 10: Áreas de preservação permanente no município de Jaraguá do Sul, SC.

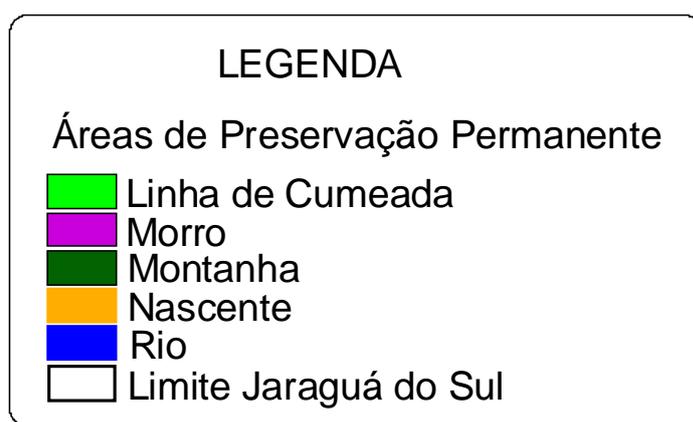
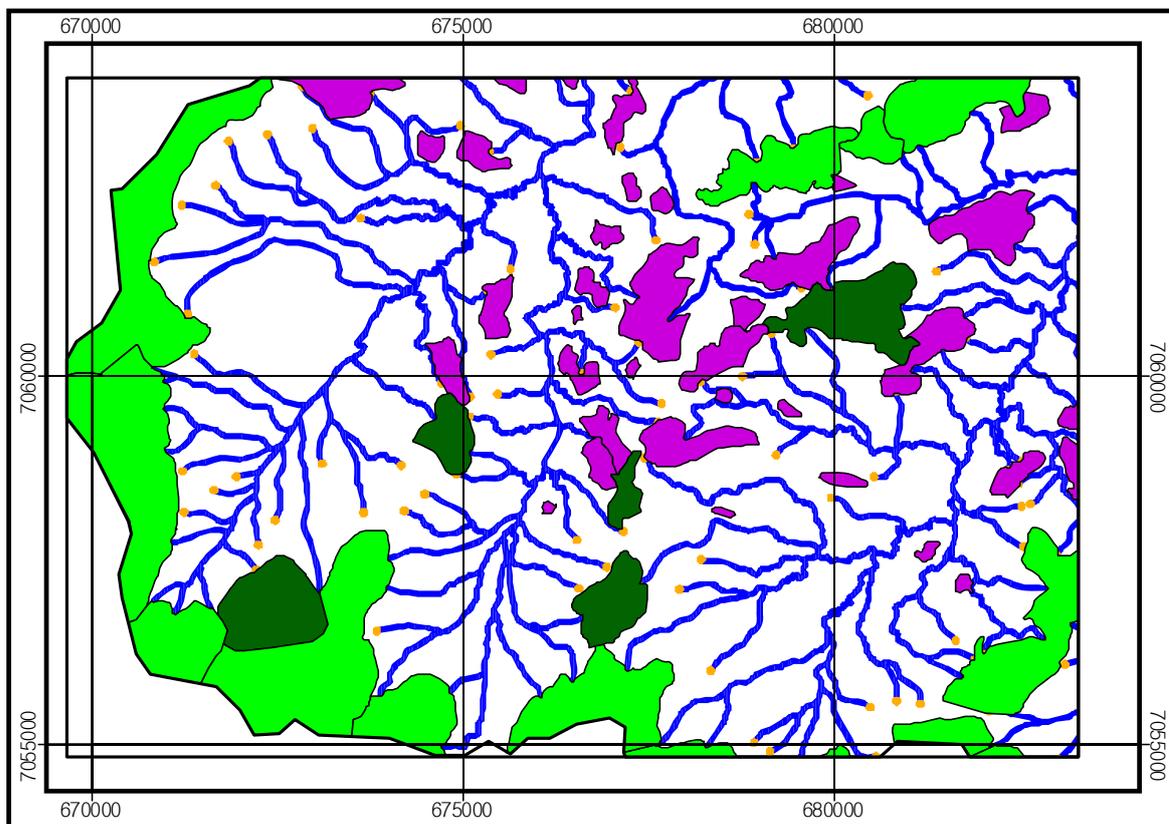


Figura 11: Detalhe das áreas de preservação permanente no município de Jaraguá do Sul, SC.

4.2 Área com cobertura florestal

A parte analisada do município de Jaraguá do Sul apresentou 32.260,5 ha de cobertura florestal, o que representa 62,7% de cobertura florestal no município, indicando um alto padrão de conservação da vegetação no mesmo (Figura 12).

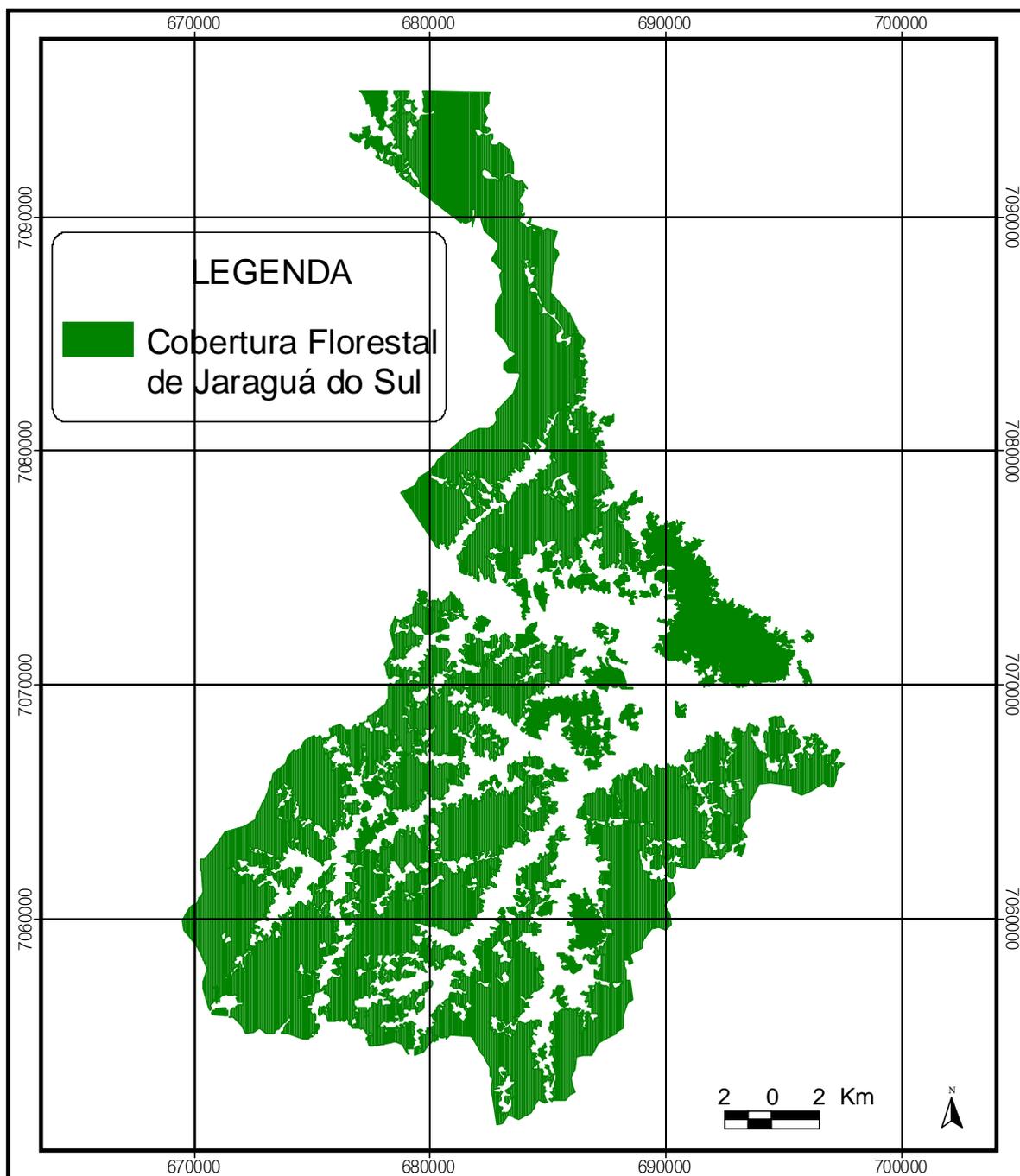


Figura 12: Cobertura florestal no município de Jaraguá do Sul, SC.

4.3 Áreas de preservação permanente X cobertura florestal

Do total das áreas de preservação permanente, 73,5% possuem cobertura florestal. As APP linha de cumeada e nascentes possuem mais de 82% de sua área com cobertura florestal, a APP dos rios é a mais degradada, com apenas 43,5% de sua área com cobertura florestal e as APP morro e montanha possuem os maiores índices de cobertura florestal, ambos acima de 90% (Tabela 7 e Figura 13).

Esse menor índice de cobertura florestal nas APP's dos rios pode ser explicado pelo fato de que essas áreas são mais utilizadas para agricultura e urbanização, devido à proximidade dos recursos hídricos, ao relevo plano e aos solos mais férteis, do que outras áreas de preservação permanente como topo de morros, montanhas e linhas de cumeada.

As APP's localizadas em regiões mais declivosas, por serem de acesso mais difícil, possuem menor ou nenhum impacto da ação humana. Isso explica o fato de que as APP's nascentes, morro, montanha e linha de cumeada possuem uma porcentagem de cobertura florestal acima de 80%.

Tabela 7: Cobertura florestal nas áreas de preservação permanente do município de Jaraguá do Sul, SC

Áreas de Preservação Permanente	Área (ha)	Área das APP's com cobertura florestal (ha)	Porcentagem das APP's com cobertura florestal (%)
Linha de Cumeada	6.254,2	5.467,5	87,4
Morro	2.666,3	2.442,2	91,6
Montanha	2.007,8	1.855,7	92,4
Rios	5.933,2	2.581,1	43,5
Nascentes	433,8	359,1	82,8
Total	17.295,3	12.705,6	73,5

PINTO *et al.* (2005) em trabalho sobre a bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz em Minas Gerais, encontraram uma área total de preservação permanente de 17,5%, onde a vegetação nativa ocupava apenas 16,39% da bacia. Esse valor é considerado acima da média para o estado de Minas Gerais, onde a área de mata atinge 9,4% da área total. Cerca de 50% da área possui relevo ondulado a montanhoso. Esta área (16,39%) da bacia ocupada por mata nativa está abaixo da recomendação da FAO, que indica um mínimo de 25% de área florestada para bacias hidrográficas com declividade média de até 15%. Das áreas de preservação de nascentes, 47,34% estão ocupados por vegetação nativa, 41,9% para as APP's dos rios e 21,95% para APP's das encostas. Sua conclusão foi que a legislação referente ao uso da terra nas áreas de preservação permanente das nascentes, matas ciliares e encostas não foi cumprida.

NASCIMENTO *et al.* (2005) encontraram que as áreas de preservação permanente ocupavam 45,95% da área na bacia hidrográfica do rio Alegre (Espírito Santo), sendo apenas 18,61% efetivamente protegidas por fragmentos florestais. As áreas de preservação permanente com maiores áreas cobertas por fragmentos florestais foram as APP's situadas nas encostas com declividade superior a 45 graus e nas nascentes e suas respectivas áreas de contribuição, com 63,62% e 77,11%, respectivamente.

BOLFE *et al.* (2004) em trabalho sobre levantamento e análise de recursos florestais em Cachoeira do Sul - RS encontraram um baixo índice (38,67%) de cobertura florestal nativa

na área de preservação permanente localizada no entorno de rede de drenagem. O índice encontrado de cobertura de floresta nativa, secundária e capoeira foi de 32,88%.

SILVA *et al.* (2006) mapeando o uso e ocupação da terra em áreas de preservação permanente com declividade acima de 47%, ao longo da rede de drenagem e em topo de morros, encontrou 45% de cobertura florestal no município de Toropi - RS, sendo este percentual considerado muito significativo pelos autores.

RIBEIRO *et al.* (2005) em trabalho sobre delimitação de áreas de preservação permanente de forma automática, na microbacia do córrego do Paraíso em Viçosa - MG, determinaram que as áreas de preservação permanente ocuparam mais da metade da área total da bacia e a APP das nascentes foi a que ocupou maior área (33%), seguida pela categoria do terço superior das encostas (26%).

Em Jaraguá do Sul a área total de preservação permanente ocupa 32,0% da área, dos quais 73,5% estão efetivamente protegidos, por possuírem cobertura florestal. Já no trabalho de RIBEIRO *et al.* (2005) a ocupação das áreas de preservação permanente ultrapassou a metade da sua área de estudo. Os percentuais encontrados por PINTO *et al.* (2005) e BOLFE *et al.* (2004) para ocupação da vegetação nativa nas áreas de preservação permanente foram de apenas 16,39% e 32,88%, respectivamente. No trabalho de NASCIMENTO *et al.* (2005), as áreas de preservação permanente ocuparam grande parte da sua área de estudo, porém apenas 18,61% estavam protegidas. Já a porcentagem de áreas de preservação permanente com presença de cobertura florestal foi bem maior no município de Jaraguá do Sul.

Das áreas de preservação permanente das nascentes 82,8% estão com cobertura florestal e 43,5% das APP dos rios estão com cobertura florestal, sendo o valor da APP nascente de Jaraguá do Sul bem maior do que aquele encontrado por PINTO *et al.* (2005). Em relação à ocupação da área de preservação permanente das nascentes, a porcentagem de área encontrada por RIBEIRO *et al.* (2005) foi muito maior. Isso pode ser explicado devido ao fato de em seu trabalho ter sido considerado, além do raio de 50 metros ao redor das nascentes, a área da bacia hidrográfica contribuinte, o que adiciona uma grande área de preservação permanente para as nascentes.

As áreas de preservação permanente com maiores índices de cobertura florestal encontrado por NASCIMENTO *et al.* (2005) foram as encostas com declividade superior a 45 graus e nas nascentes e suas respectivas áreas de contribuição. Já no caso de Jaraguá do Sul, as áreas de preservação permanente com os maiores índices de cobertura florestal foram as APP's montanha e morro, com 92,4% e 91,6%, respectivamente.

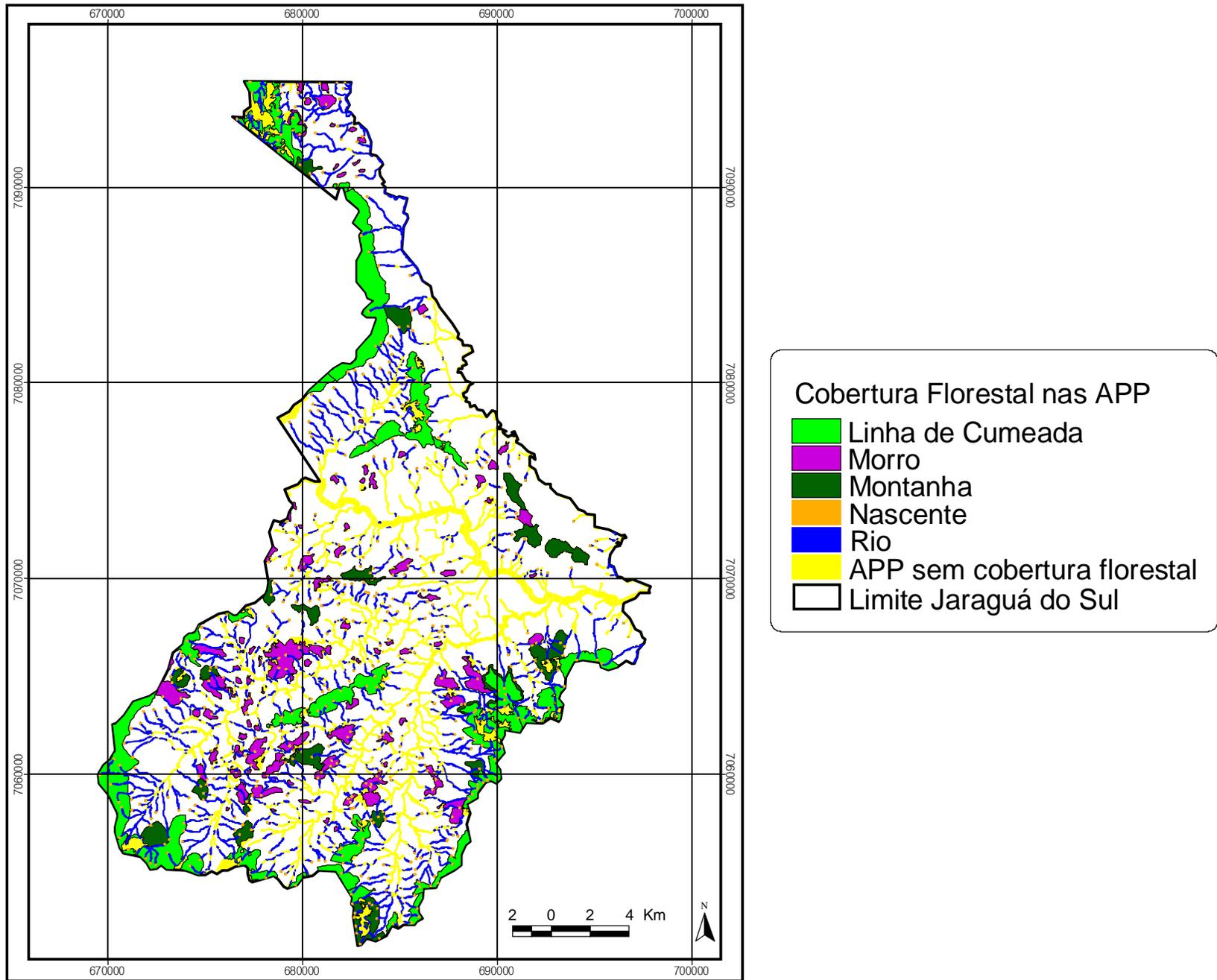


Figura 13: Áreas de preservação permanente com presença ou não de cobertura florestal no município de Jaraguá do Sul, SC.

5 CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos foi possível concluir que:

O município de Jaraguá do Sul possui 16.485,8 ha de áreas de preservação permanente, que representam 32% da sua área, dos quais 73,5% apresentaram cobertura florestal.

As APP's mais significativas foram as de linha de cumeada e as dos rios, representado 12,1% e 10,6% do município, respectivamente. A seguir estão as de morro e de montanha, com representatividade de 5,2% e 3,9%, respectivamente. As de nascentes e em declividade superior a 45° ocuparam, cada uma, apenas 0,1% da área.

A categoria de APP com maior cobertura florestal foi a de montanha, com 92,4%, seguida de perto pela APP morro, com 91,6%. A APP das nascentes apresentou 82,8% de cobertura florestal e a de linha de cumeada tem 87,4%. A área de preservação permanente dos rios apresentou o menor índice de cobertura florestal, com 43,5%.

O uso do geoprocessamento foi eficiente para promover a delimitação e o cálculo das áreas de preservação permanente no município de Jaraguá do Sul, assim como para determinar a cobertura florestal do município e as áreas de preservação permanente com cobertura florestal, o que permitiu a análise do conflito existente entre a legislação ambiental e a presença ou ausência de cobertura florestal no município de Jaraguá do Sul, SC.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAD, E. D. & SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília: Embrapa, 1998. 434p.

BOLFE, E. L.; PEREIRA, R. S.; MADRUGA, P. R. A. Geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicados à análise de recursos florestais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.1, p. 105-111. 2004.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 303** de 13/05/2002 b. Brasília. Define áreas de preservação permanente.

CALDAS, A. J. F. S. **Geoprocessamento e análise ambiental para determinação de corredores de hábitat na Serra da Concórdia, Vale do Paraíba - RJ**. 110p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

CENTENO, J. A. S. **Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais**. Curitiba: Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná-PR, 2003. 210p.

COSTA, T. C. C.; SOUZA, M. G.; BRITES, R. S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um sistema de informações geográficas (SIG). **Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Salvador, Brasil, 14-19 abril 1996, INPE, p. 121-127.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas (1961 - 1990)**. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1992. 84p.

FERNANDES, A. R. & LIMA, H. V. **Levantamento e conservação do solo. Módulo: Levantamento pedológico do solo**. Instituto de ciências agrárias. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém - PA. 2006.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97p.

GEPLAN – Gerência de Estado de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Disponível em: <<http://www.zee.ma.gov.br>>. Acesso em fev. 2007.

GUIA DE SANTA CATARINA. Disponível em: <<http://www.guiasantacatarina.com.br/jaraguadosul>> Acesso em nov. 2006.

IBGE. Cartas topográficas vetoriais escala 1:50.000. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em out. 2005.

LAMPARELLI, R. A. C.; ROCHA, J. V.; BORGHI, E. **Geoprocessamento e agricultura de precisão: fundamentos e aplicações**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 118p.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. São Paulo: Malheiros Editores, 10ª ed. rev. e ampl., 2002. 1038p.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Alegre. In: **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, 2005, INPE, p. 2289-2296.

PINTO, L. V. A.; FERREIRA, E.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Caracterização física da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. **Cerne**. Lavras. v. 11, n. 1, p. 49-60. 2005

PREFEITURA DE JARAGUÁ DO SUL. Disponível em <<http://portalmjaraguadosul.com.br>>. Acessos em out. 2005 e nov. 2006.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; OLIVEIRA, M. S.; GLERIANI, J. M. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. **Revista Árvore**. vol. 29 no.2. Viçosa. 2005.

SCHÄFFER, W. B. & PROCHNOW, M. **A Mata Atlântica e você**. Brasília: Associação de Preservação do Meio Ambiente do Alto Vale do Itajaí – APREMAVI, 2002. 156p.

SILVA, J. L. S.; CAMPONOGARA, I.; GOMES, J. A. A.; FRANTZ, L. C.; MORAIS, T. Z.; KONRAD, C. G. Mapeamento do uso e ocupação da terra no município de Toropi-RS, com sistema de informação geográfica. **COBRAC - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário**, UFSC, Florianópolis. 2006.

UNIVERSIDADE DE MARYLAND. Imagens do satélite LANDSAT-7. Disponível em: <<ftp://ftp.glcf.umiacs.umd.edu>>. Acesso em fev. 2006.

VELOSO, H. P. & GÓES-FILHO, L. **Fitogeografia brasileira**. Salvador: Boletim Técnico Projeto Radambrasil, série vegetação, n. 1, dez./1982. 85p.

ZIMBACK, C. R. L. **Levantamento de solos**. Grupo de estudos e pesquisas agrárias georreferenciadas. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de ciências agrônômicas. Botucatu. 2003.