



Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Instituto de Florestas

Curso de Engenharia Florestal

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIO JARARACA, MUNICÍPIO DE BANANAL, SÃO PAULO.**

TOM ADNET MOURA

Sob orientação do professor

MÁRCIO ROCHA FRANCELINO

Seropédica, Rio de Janeiro

2012

TOM ADNET MOURA

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIO JARARACA, MUNICÍPIO DE BANANAL, SÃO PAULO.**

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.

Sob a orientação do professor:

MÁRCIO ROCHA FRANCELINO

Seropédica, Rio de Janeiro

Outubro de 2012

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIO JARARACA, MUNICÍPIO DE BANANAL, SÃO PAULO.**

TOM ADNET MOURA

APROVADO EM: 31/10/2012

Banca Examinadora:

Prof. Márcio Rocha Francelino
DS / IF / UFRRJ
(Orientador)

Prof. José de Arimatea Silva
DS/IF/ UFRRJ

Juliana Tostes
IFRJ

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade da vida!

Agradeço a minha família, pelo apoio em todos os momentos.

Ao professor Marcio por me proporcionar aprendizados e realizações pessoais e profissionais ao longo desses quase 5 anos de estágio e orientações.

Aos amigos ruralinos!

A todos os professores que de alguma forma contribuíram para minha formação.

A UFRRJ, essa Mãe que tão bem me acolheu ao longo desses anos.

RESUMO

O presente trabalho se propõe a apresentar um diagnóstico ambiental realizado na bacia hidrográfica do rio Jararaca, componente da bacia hidrográfica do rio do Braço, afluente importante do rio Pirai e conseqüentemente da grande bacia rio Paraíba do Sul. A bacia se encontra localizada no município de Bananal/SP, na divisa com o estado do Rio de Janeiro. O diagnóstico foi realizado predominantemente por meio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Na coleta de dados físicos e socioeconômicos foram utilizadas fontes de dados secundários. Foi realizada uma campanha de campo de reconhecimento e validação dos mapeamentos. Predominantemente a bacia se caracteriza por possuir relevo movimentado, com declividade acentuada, onde predominam as classes de relevo ondulado e fortemente ondulado. A bacia possui área total de 1588,9 ha, dos quais cerca de 883,5 ha são enquadrados como Áreas de Preservação Permanente (APPs) e por isso possuem obrigação legal de estarem recobertas por vegetação nativa. O uso do solo é predominante florestal, 76,8 % das terras se encontram sob formações florestais do domínio da Floresta Ombrófila Densa Montana, em variados estágios de conservação. O restante do uso é de pastagens oriundas principalmente de plantios de café abandonados. A bacia é composta por 21 microbacias. Dentre estas algumas possuem cobertura integral (100%) de formações florestais, enquanto outras apresentam valores inferiores a 20% de cobertura florestal. Considerando a bacia importante no sentido da geração de serviços ambientais, principalmente no tocante a produção de água e conservação da biodiversidade, um bom cenário para a bacia do rio Jararaca é sua inclusão em programas de pagamento por serviços ambientais desenvolvidos no sentido da conservação e restauração de suas microbacias prioritárias em cada situação específica.

Palavras chave: geoprocessamento, serviços ambientais, bacia hidrográfica;

ABSTRACT

This paper aims to present a diagnosis program conducted in Jararaca river basin, watershed component of the Arm River, also an important tributary of the River Pirai and thus of the great basin of Paraíba do Sul river. The basin studied is located in Bananal, a municipality at São Paulo state bordering the state of Rio de Janeiro. The diagnosis was made mostly by remote sensing techniques and GIS software. Secondary data sources were used for obtaining social, economical and physical information. A field campaign for recognition and mapping validation was conducted. The basin is characterized by its busy relief, with steep slopes and dominating classes of tightly curled and undulated. The basin has a total area of 1588.9 ha, of which about 883.5 ha (55%) are classified as Permanent Preservation Areas (PPAs), therefore existing legal obligation for maintenance of native vegetation cover. Forest formations of the Rain Forest area of Montana under different stages of repair are the predominant land use, responding for 76.8% of the total area. The remaining lands are mostly covered by pasture from abandoned coffee plantation. The basin consists of 21 watersheds, some of which have full coverage (100%) of forest formations, while others have less than 20% of forest cover. Considering the importance of this basin towards the generation of environmental services, especially regarding water production and biodiversity conservation, a good scenario for the Jararaca river basin's management is its inclusion in payment programs for environmental services developed for the conservation and restoration their priority watersheds in each specific situation.

Keywords: GIS, environmental services, watershed;

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVO	2
3. REVISÃO DA LITERAURA	2
3.1 Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento.....	2
3.2 Importância Ambiental e Hidrológica da Cobertura Florestal	3
3.3 Serviços Ambientais e/ou Ecosistêmicos.....	4
3.4. Geotecnologias	4
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
4.1 Área de Estudo	5
4.2 Mapeamento e Caracterização da Bacia Hidrográfica do rio Jararaca.....	8
4.3 Mapeamento das Microbacias	8
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
5.1. Caracterização Física da Bacia Hidrográfica do Rio Jararaca.....	9
5.2 Caracterização das APPs, Vegetação e Uso do Solo.....	13
5.2.1 Análise das microbacias	17
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

SUMÁRIO DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Área de Estudo.....	06
Figura 2 – Cachoeira Localizada no Exutório do rio Jararaca.....	10
Figura 3 – Paisagem Regional.....	10
Figura 4 – Mapa de Relevo da Bacia Hidrográfica do rio Jararaca.....	11
Figura 5 – Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do rio Jararaca.....	12
Figura 6 – Trecho da Mata Ciliar do rio Jararaca.....	13
Figura 7 – Mapa de Uso e Cobertura do Solo e APPs da Bacia do rio Jararaca.....	15
Figura 8 – Bromélias Epífitas na Mata Ciliar do rio Jararaca.....	16
Figura 9 – Mapa da Microbacias que compõe o rio jararaca.....	20

SUMÁRIO DE TABELAS

Tabela 1 – Quantitativos das Classes de Uso e Cobertura do Solo na Bacia.....	13
Tabela 2 – Quantitativos de Uso do Solo nas APPs.....	14
Tabela 3 – Valores de Uso e Cobertura do Solo das Microbacias, Ordenadas em sentido decrescente com relação à área total.....	18
Tabela 4 – Valores de Uso e Cobertura do Solo Ordenados em sentido crescente com relação aos índices percentuais de cobertura florestal nas microbacias.....	19

1. INTRODUÇÃO

Devido a seu atual estágio de degradação e fragmentação, a Mata Atlântica é um dos focos atuais de interesse conservacionista no país, tendo recebido o status de Patrimônio Nacional na Constituição Federal de 1988. Em 1991, a UNESCO reconheceu o Bioma como a primeira das Reservas da Biosfera brasileiras (BRASIL, 1999). O mesmo documento coloca que os mananciais fluviais existentes na Mata Atlântica são a garantia de abastecimento de água potável para mais de 100 milhões de pessoas, cerca de 70% da população brasileira, o que faz com que a sua proteção e recuperação sejam consideradas prioridades para o País.

O futuro da Mata Atlântica depende da preservação de seus remanescentes e de ações de manejo e recuperação, para que se atinja um índice de 30 a 45% de áreas com cobertura florestal, considerado ideal para a manutenção da qualidade de vida humana, segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU).

Dentre inúmeros impactos negativos ocasionados pela conversão de áreas florestais, como a perda de biodiversidade de fauna e flora, entre outros, a principal resultante negativa é a alteração do ciclo hidrológico e a degradação dos corpos hídricos, responsáveis por um vasto e múltiplo uso pelas comunidades humanas.

De acordo com Santos et al. (2007) os benefícios diretos provenientes da existência da cobertura florestal incluem a proteção das nascentes e cursos d'água, a melhoria na qualidade dos solos e do ar, além de proporcionar o bem estar social, a harmonização e embelezamento da paisagem. Em termos hidrológicos a presença de cobertura florestal nas microbacias hidrográficas é importante, pois a cobertura florestal juntamente à serapilheira atuam na otimização dos processos de infiltração, percolação e recarga do lençol freático, culminando na diminuição do escoamento superficial, e conseqüentemente de processos erosivos e assoreamento dos cursos d'água (LIMA, 1986).

Devido a sua elevada importância, as formações florestais nativas hoje vêm sendo tratadas como um dos principais agentes geradores de “serviços ambientais ou ecossistêmicos”.

A região dos municípios de Bananal/SP e Rio Claro/RJ vem recebendo foco no sentido da implementação de pequenos empreendimentos hidroelétricos e também de projetos de desenvolvimento e fortalecimento ambiental através criação de programas de pagamento por serviços ambientais, como é o caso do programa “Produtores de Água e Floresta”, iniciado em 2009 em Rio Claro. Um dos principais empreendimentos hoje em funcionamento na região é a PCH Braço, que se encontra situada no Rio do Braço, afluente pela margem esquerda do rio Piraí, pertencente à bacia do rio Paraíba do Sul.

O principal afluente do rio Braço pela margem esquerda é o rio Jararaca. A barragem da PCH Braço está instalada a montante da foz do rio Jararaca tendo seu eixo de barramento a cerca de 30 metros a montante da confluência dos rios Braço e Jararaca, permitindo que as descargas naturais deste último garantam as vazões residuais (sanitárias) no trecho do rio do Braço entre a barragem e a casa de força, numa distância aproximada de 1880 metros.

Tendo em vista que o rio Jararaca é um dos principais contribuintes para a vazão do rio do Braço, evitando que o mesmo (rio Jararaca) seque durante a estação seca, é de suma

importância que as condições ambientais de sua bacia hidrográfica sejam mantidas em conformidade de forma a garantir a produção de água em quantidade e qualidade.

2. OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo contribuir para o desenvolvimento do manejo da bacia hidrográfica do rio Jararaca, através da elaboração de um diagnóstico ambiental da bacia, com foco nas condições de uso e cobertura do solo de suas microbacias e APPs, de forma a auxiliar no suporte à decisão no sentido da indicação de microbacias prioritárias a ações de conservação e/ou restauração florestal voltadas ao fortalecimento do mercado de produção de serviços ambientais na região.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento

Entende-se por bacia hidrográfica uma área delimitada por divisores topográficos, drenada por um rio principal e seus tributários, onde toda a água captada converge para um único ponto de saída, denominado exutório da bacia hidrográfica (CARVALHO & SILVA, 2003).

A Lei brasileira 9433/1997, responsável por instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) estabelece, dentre outros fundamentos básicos, a bacia hidrográfica como sendo a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Tundisi (2003) afirma que a capacidade de desenvolver um conjunto de indicadores é um dos aspectos mais importantes do uso dessa unidade fisiográfica de planejamento.

A compreensão da dinâmica hidrológica de uma bacia hidrográfica é complexa, pois envolve diferentes fatores de ordem física, ambiental, meteorológica e antrópica que são dependentes e interligados entre si. Desta maneira, torna-se necessário abordar o assunto de forma holística, identificando os fatores atuantes e analisando suas inter-relações e os padrões intrínsecos a cada setor da bacia (LIMA, 1986).

Ao se fazer análise ambiental em bacias hidrográficas é necessário dar atenção especial à escala de análise envolvida, com intuito de facilitar diversas etapas do processo, assim é comum utilizar-se de bacias de tamanho menor, conhecidas como microbacias (BOCHNER, 2007).

Odum (1971) afirmava que a microbacia hidrográfica deve ser tratada como um todo, não apenas um determinado curso d'água, devendo assim ser considerada como a menor unidade ecossistêmica.

Uma microbacia hidrográfica coleta a precipitação que cai sobre sua superfície e conduz parte dessa água para o rio através do escoamento superficial e do fluxo de água subterrânea. Os solos, a declividade e a vegetação influenciam na velocidade com que essa água alcança o rio e por conseqüência, o exutório da bacia. A litologia determina a textura do solo que, por sua vez, controla a capacidade de estocar água para as comunidades vegetais (LIMA, 1986).

A estrutura geológica define a morfologia da bacia e, com isso, controla os processos de erosão e lixiviação, favorecendo ou não o assoreamento de cursos d'água. Tempo é um fator decisivo no intemperismo das rochas e na erosão que determina escarpas e, conseqüentemente também no gradiente do rio. A natureza do substrato do rio é fortemente influenciada pela paisagem e pelo estágio dos processos erosivos. O rio é, portanto, produto integrado à bacia e microbacias hidrográficas que o compõe (LIMA, 1996).

3.2 Importância Hidrológica da Cobertura Florestal

Segundo Oleriano & Dias (2007) as pesquisas no campo da hidrologia florestal têm mostrado que a cobertura vegetal nativa é um fator de grande importância para a preservação da água no solo, conservando a mesma por mais tempo na bacia hidrográfica.

Bochner (2007) avaliando os serviços ambientais gerados pela vegetação florestal de Mata Atlântica na qualidade do solo, obteve valores de infiltração de água no solo nas áreas de floresta estatisticamente superiores às áreas de cultivo agrícola e pastagem, evidenciando a importância da cobertura florestal na otimização da infiltração de água no solo.

A influência da cobertura florestal na vazão de microbacias pode ser verificada no período de estiagem quando o escoamento básico é o único componente do deflúvio e a vazão é em função apenas da água que ficou armazenada (COELHO, 2001). De acordo com o experimento realizado pelo autor no qual foram realizadas comparações das vazões e da cobertura vegetal predominante em 6 microbacias localizadas nos contrafortes da Serra do Mar, a diferença encontrada entre os tratamentos indicam que o potencial de produção de água durante a época de estiagem pode ser aumentado com ações de reflorestamento, capazes de aumentar a infiltração (COELHO, 2001).

De acordo com Santos et al. (2007) os benefícios diretos provenientes da existência da cobertura florestal incluem a proteção das nascentes e cursos d'água, a melhoria na qualidade dos solos e do ar, além de proporcionar o bem estar social, a harmonização e embelezamento da paisagem. Em termos hidrológicos a presença de cobertura florestal nas microbacias hidrográficas é importante, pois a cobertura florestal juntamente à serapilheira atuam na otimização dos processos de infiltração, percolação e recarga do lençol freático, culminando na diminuição do escoamento superficial, e conseqüentemente de processos erosivos e assoreamento dos cursos d'água (LIMA, 1986).

Outro papel desempenhado pela cobertura florestal, principalmente em microbacias localizadas em regiões montanhosas com influência de massas de ar úmidas e alta condensação de neblina é a captação da água através da interceptação vertical ou "chuva oculta" que verte pelo tronco das árvores em direção ao solo. A interceptação vertical (interceptação das massas de ar pela vegetação), principalmente nas cabeceiras florestadas é uma importante entrada de água no sistema que deve ser considerada no manejo (BARBOZA, 2007). Segundo o mesmo autor, a interceptação vertical pode representar um adicional de até 40% de água no sistema.

Em função das poucas áreas remanescentes de florestas primárias na Mata Atlântica, as florestas secundárias exercem hoje algumas funções ou serviços ambientais cruciais ao equilíbrio do clima, no sequestro de carbono, na preservação do solo, na manutenção dos mananciais de água, no controle de pragas e doenças na agricultura e na manutenção e sobrevivência das muitas espécies da flora e fauna (SCHÄFFER & PROCHNOW, 2002).

3.3 Serviços Ambientais e/ou Ecosistêmicos

Devido a sua elevada importância, as formações florestais nativas hoje vêm sendo tratadas como um dos principais agentes geradores de “serviços ambientais ou ecossistêmicos”. São serviços produzidos pelos ecossistemas e que resultam em condições adequadas à sadia qualidade de vida, constituindo diversas modalidades.

Atualmente, o Artigo 41 da nova Lei nº12. 651/2012 que trata da Proteção à Vegetação Nativa no país, coloca em seu inciso I, o pagamento ou incentivo aos serviços ambientais como retribuição monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais, tais como: o sequestro, a conservação, a manutenção e o aumento do estoque e a diminuição do fluxo de carbono; a conservação da beleza cênica natural; a conservação da biodiversidade; a conservação das águas e dos serviços hídricos; a regulação do clima; a valorização cultural e do conhecimento tradicional ecossistêmico; a conservação e o melhoramento do solo; a manutenção de Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito;

No mês de Maio de 2009, foi lançado o programa “Produtores de Água e Floresta”, no município de Rio Claro, Rio de Janeiro, com o objetivo de remunerar proprietários rurais pela restauração florestal e manutenção de florestas “em pé” em suas propriedades. O programa consiste no pagamento por serviços ambientais no caso da proteção e produção de recursos hídricos, providos pelos proprietários rurais da região que passam a ser denominados Produtores de Água e Floresta.

O pagamento por serviços ambientais (PSA) é considerado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) a principal maneira de evitar a pressão da agricultura sobre áreas de florestas. O PSA pretende movimentar, nos próximos quatro anos, cerca de R\$ 12 milhões apenas no Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2012).

Nessa linha de atuação, o atual governador fluminense assinou o Decreto 42.029, em 15/06/2011, instituindo o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que estipula formas de retribuição a iniciativas prestadas por agricultores que favoreçam a conservação e a restauração de florestas. Além de recursos financeiros, os beneficiados podem receber equipamentos, estrutura para viveiros de mudas, entre outros.

3.4. Geotecnologias

As técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, bem como GPS, radares e etc, constituem atualmente um importante conjunto de ferramentas aplicáveis ao planejamento geográfico, bem como para obtenção de dados a serem utilizados no planejamento e zoneamento, tanto em níveis regionais quanto municipais. (CATELANI, 2003)

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 grandes dimensões 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).

A tecnologia de sensoriamento remoto permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre sem entrar em contato direto com os objetos ou fenômenos. Permitindo

sobrepôr e gerar diversos tipos de dados a partir da imagem orbital e gerar novas informações (CENTENO, 2003).

Atualmente ocorre uma tendência em denominar estas ferramentas como Geotecnologias, pois o que existe é um conjunto de ferramentas diferenciadas na entrada dos dados a serem processados, constituído por informações oriundas de sensoriamento remoto, GPS, entre outros (FRANCELINO, 2008).

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 eram operações bastante exigentes (RIBEIRO *et al.*, 2005). A demarcação das áreas de preservação em topo de morros, montanhas e ao longo dos cursos dos rios é um processo complicado e dispendioso 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 e fiscalização da legislação ambiental (CALDAS, 2007).

A tecnologia de sensoriamento remoto permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre sem entrar em contato direto com os objetos ou fenômenos. Permitindo sobrepôr e gerar diversos tipos de dados a partir de imagens orbitais e gerar novas informações (CENTENO, 2003).

As ações de ocupação do território devem ser precedidas de uma análise abrangente de seus impactos no ambiente, a curto, médio e longo prazo (MEDEIROS & CÂMARA, 2004). Diante destas necessidades, o geoprocessamento torna-se uma ferramenta fundamental, fornecendo apoio às decisões relacionadas com a gestão ambiental, permitindo o julgamento das alternativas de solução, através da análise dos graus de benefício e prejuízo que as alternativas possam trazer permitindo fazer a integração dos dados e organização o espaço geográfico de modo mais racional (XAVIER DA SILVA, 2001).

Por estes e outros motivos, as Geotecnologias constituem hoje, um importante conjunto de ferramentas aplicáveis ao planejamento em geral, bem como para a obtenção de dados a serem utilizados no planejamento e zoneamento de bacias e microbacias hidrográficas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do rio Jararaca, município de Bananal, extremo Leste do Estado de São Paulo, na região de divisa estadual com o Rio de Janeiro. O município de Bananal, fundado em 1783 e emancipado em 1832, possui atualmente cerca de 11.000 habitantes, e perfaz uma área total de 618,7 km². Faz divisa com os municípios fluminenses de Rezende, Barra Mansa, Angra dos Reis e Rio Claro (ETVH BANANAL, 2012). A Figura 1 apresenta a localização da Bacia Hidrográfica do rio Jararaca.

Durante o século XVIII até o final do século XIX a região do município de Bananal teve boa parte de sua vegetação original substituída por cafezais, chegando o município a ser considerado o maior produtor de café do país (ETVH BANANAL, 2012). Com o declínio produtivo e econômico os cafezais foram abandonados e substituídos principalmente por pastagens. Muitas das áreas convertidas deram origem a pastagens para animais, em sua

grande maioria com baixo potencial produtivo e atualmente em processo de degradação evidente (DEAN, 1996).

Áreas com maior aporte de atributos ambientais se regeneraram dando origem a fragmentos florestais de sucessão secundária, denominados popularmente como capoeiras. Áreas de cabeceira de drenagem, onde o relevo é geralmente mais movimentado, tornando difícil o acesso, possuem remanescentes florestais maiores e em estágios mais avançados de sucessão ecológica.

A principal fonte de renda do município atualmente é o turismo. Bananal é um dos 29 municípios paulistas considerados estâncias turísticas pelo estado de São Paulo, título recebido pelo fato de cumprirem determinados pré-requisitos definidos por Lei Estadual. Tal status garante a esses municípios uma verba maior por parte do Estado para a promoção do turismo regional. Também, o município adquire o direito de agregar junto a seu nome o título de Estância Turística, termo pelo qual passa a ser designado tanto pelo expediente municipal oficial quanto pelas referências estaduais (ETVH BANANAL, 2012).

Geomorfologicamente a região caracteriza-se por possuir topografia acidentada nos terços superior e médio, na orientação do relevo Sudoeste-Nordeste (NIMER, 1979). O clima local é influenciado pela Massa Tropical Atlântica favorecendo as precipitações orográficas. A topografia acidentada promove a ascensão orográfica, com queda de temperatura (1°C a cada 100 m de altitude) a barlavento das cristas, concentrando umidade (NIMER, 1979; WHITEMAN, 2000).

Os tipos climáticos predominantes, segundo Thornthwaite & Mather (1955) são o superúmido, nas vertentes voltadas para o mar e o mesotérmico, no reverso e no sopé da Serra do Mar e do vale do Paraíba, que é o caso da bacia do rio Jararaca. O período de seca ocorre no inverno nos meses de maio a setembro, com temperatura média variando entre 17° e 22°C

A formação florestal original na região é a Floresta Ombrófila Densa Montana, caracterizada principalmente pelo porte florestal, altitude e latitude de ocorrência (VELOSO, 1991).

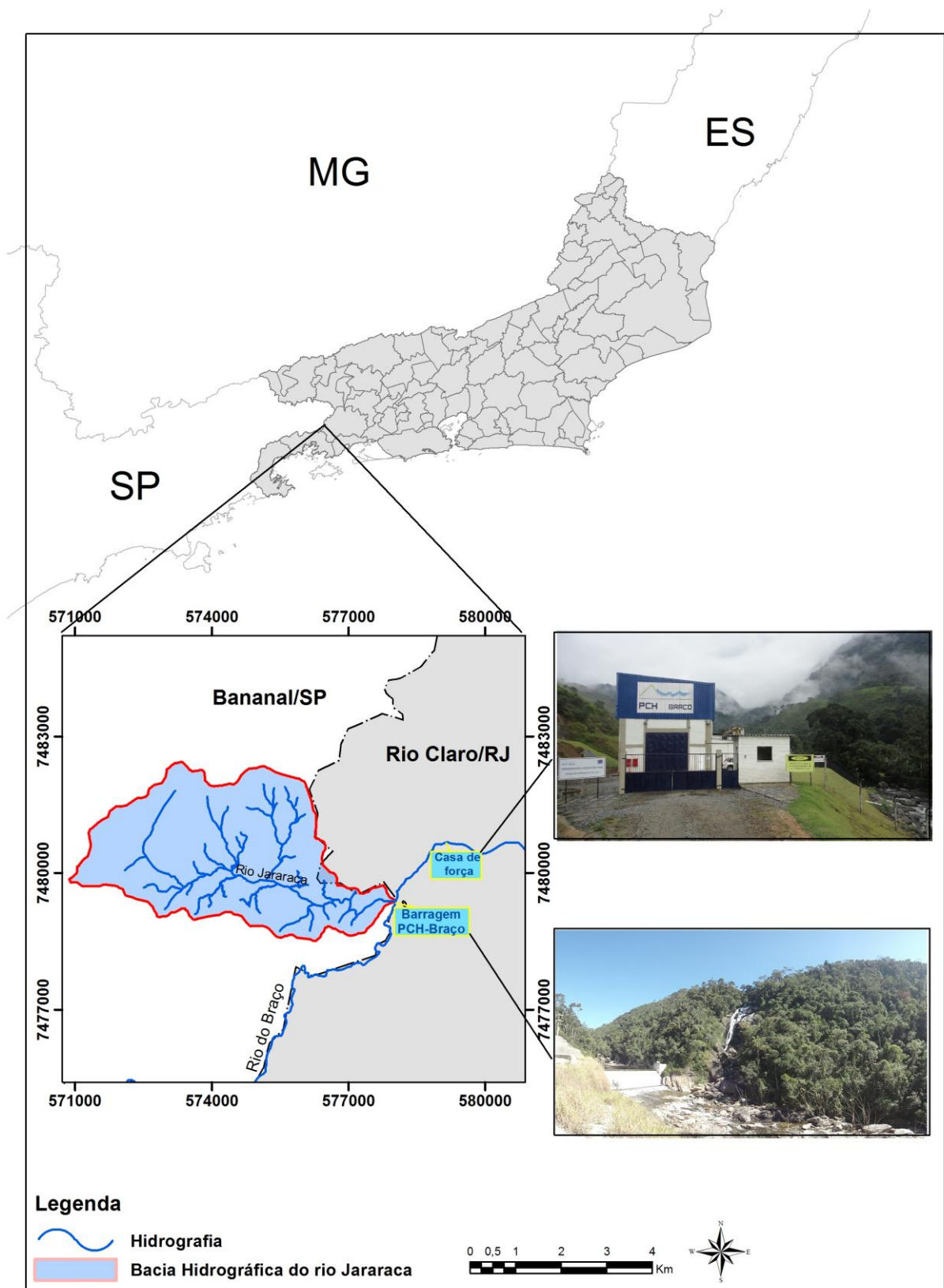


Figura 1: Localização da área de estudo

4.2 Mapeamento e Caracterização da Bacia Hidrográfica do rio Jararaca

Como etapa inicial da execução do estudo foi iniciada a estruturação da base de dados georreferenciada da bacia hidrográfica do rio Jararaca. Através da interpretação visual de imagens orbitais foi realizado o mapeamento prévio do uso e cobertura do solo em toda a bacia.

O mapeamento foi realizado em ambiente SIG, sendo utilizado o Software ArcGis 10.0. Em campo o mapeamento foi aferido de forma a proporcionar maior qualidade aos mapas. Foram utilizadas as imagens do Google Earth e também a Ortofoto OFM_RJ25_27433ne, disponibilizada gratuitamente pelo IBGE em escala 1:10.000

Ao retratar as formas e a dinâmica de ocupação da terra, torna-se um instrumento valioso para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade de suporte ambiental, diante dos diferentes manejos empregados na produção, contribuindo assim para a identificação de alternativas promotoras da sustentabilidade do desenvolvimento (IBGE, 2006).

Para o mapeamento de feições do relevo e demais características físicas da bacia, foi utilizada a base disponibilizada pela NASA, através do modelo digital de elevação (mde) ASTER GDEM com resolução espacial de 30 m, disponível gratuitamente na internet. Foram gerados os mapas de relevo, declividade e microbacias componentes da bacia hidrográfica do rio Jararaca.

A maioria das características de uma bacia está de alguma forma, correlacionada com sua área e relevo. Para a classificação da bacia hidrográfica do rio Jararaca foi utilizado o método de ordenamento de Sthraler (1957), no qual os canais primários são designados de 1ª ordem. A junção de dois canais primários forma um de 2ª ordem, e assim sucessivamente. A junção de um canal de uma dada ordem a um canal de ordem superior não altera a ordem deste. A ordem do canal à saída da bacia é também a ordem da bacia (LIMA, 1986).

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) de faixa marginal de cursos d'água e de nascentes, bem como as demais APPs foram delimitadas segundo a Lei 12.651/2012 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa no Brasil.

O enquadramento fitogeográfico da cobertura florestal foi realizado segundo Veloso (1991). A vegetação foi caracterizada por meio de caminhamento livre ao longo de trecho da mata ciliar do rio Jararaca, onde foram coletadas informações relevantes quanto à estrutura e composição da mesma.

De forma a dar suporte à análise da estrutura das formações florestais da bacia, foram tomados como fontes de pesquisa estudos realizados anteriormente na região, inclusive o relatório e pesquisas técnico científicas realizadas na região. Para enquadramento e caracterização dos estágios sucessionais, foi tomada como referência a Resolução do CONAMA 04/1996. No entanto, a nível de mapeamento, a vegetação não foi classificada quanto aos estágios sucessionais.

4.3 Mapeamento das Microbacias

Estudos voltados à indicação de microbacias prioritárias às ações conservacionistas, principalmente de restauração florestal, devem seguir metodologias adequadas, geralmente através da utilização de análises de multicritérios, como adotado por Bochner (2010), que

avaliou diversos parâmetros, como tamanho e proximidade entre fragmentos, a vulnerabilidade dos solos à erosão, a distância aos centros urbanos e da malha viária, os fatores morfométricos do relevo, o grau de degradação da microbacia (número de áreas degradadas) e usos conflitantes nas Áreas de Preservação Permanente (APP's) para indicação de microbacias prioritárias a ações de restauração florestal na bacia hidrográfica do rio Macacu.

O presente trabalho, porém se presta apenas a realização de um diagnóstico simplificado das condições ambientais das microbacias e APPs pertencentes à Bacia do rio Jararaca, no sentido de avaliar as atuais condições ambientais da Bacia como um todo, indicando ou não a necessidade de intervenções em nível de manejo.

Nesse sentido, o enfoque do estudo é dado sobre as condições de uso e cobertura do solo, principalmente na importância da cobertura florestal para o regime hidrológico das microbacias. Foi então gerado, a partir de delimitação manual, em consonância com a limitação dos divisores topográficos o mapa das microbacias que compõe o rio Jararaca. Para fins de organização e análise, as microbacias foram enumeradas sequencialmente em sentido horário, de seu exutório em diante.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Caracterização Física da Bacia Hidrográfica do Rio Jararaca

A bacia hidrográfica do rio Jararaca encontra-se localizada integralmente no estado de São Paulo, no município de Bananal. O rio Jararaca nasce em prolongamento dos contrafortes da Serra do Mar, na denominada Serra da Bocaina, em altitudes superiores a 1.000 m. Seu curso, em sentido médio aproximado Oeste Leste, tem extensão, até o rio do Braço, da ordem de 8,7 km.

A bacia possui área de captação de aproximadamente 1588,9 ha (15,89 Km²) e perímetro de 20.131 m. Seu curso d'água principal (rio Jararaca) apresenta fluxo torrencial típico de regiões declivosas e termina tendo como exutório de sua bacia uma cachoeira que deságua no rio Braço. O encontro entre os rios se dá na divisa estadual entre São Paulo e Rio de Janeiro, onde o rio Jararaca se junta ao rio do Braço, que segue em direção ao rio Piraí, um dos principais afluentes do rio Paraíba do Sul.

O rio Jararaca possui aproximadamente 8.723 m de comprimento, e juntamente a seus tributários possui um padrão de drenagem dendrítica, compondo uma bacia de 4^a ordem com densidade de drenagem considerada baixa (LIMA, 1996) com valor igual a 3,2664 km/km². Já segundo a classificação adotada por Carvalho e Silva (2003), esse valor de densidade de drenagem pertence a bacias muito bem drenadas. O coeficiente de compactidade (Kc) da bacia demonstra o quão circular é a sua forma, seu valor é de 1,41, considerado intermediário, que indica que a bacia não apresenta forma circular e por isso tende a apresentar maiores tempos de concentração, e menores tendências a ocorrência de picos de cheia. Seu fator de forma (Kf) é 0,34, o que demonstra a tendência a formação de uma bacia com forma mais alongada.

A amplitude altitudinal da Bacia é de 786 m, são 875 metros no exutório e 1661 metros no divisor mais alto a montante. A declividade influencia a relação entre a precipitação e o deflúvio da bacia hidrográfica, sobretudo devido ao aumento da velocidade de escoamento

superficial, com conseqüente redução da possibilidade de infiltração da água no solo (CARDOSO *et al.*, 2006). A maior parte da área da Bacia possui relevo ondulado (41,1%) e fortemente ondulado (46,6%), fator que tende a favorecer a ocorrência de processos erosivos em áreas fragilizadas. A Figura 3 apresenta uma fotografia da paisagem típica da região. As Figuras 4 e 5 apresentam os mapas de relevo e declividade da Bacia do rio Jararaca.

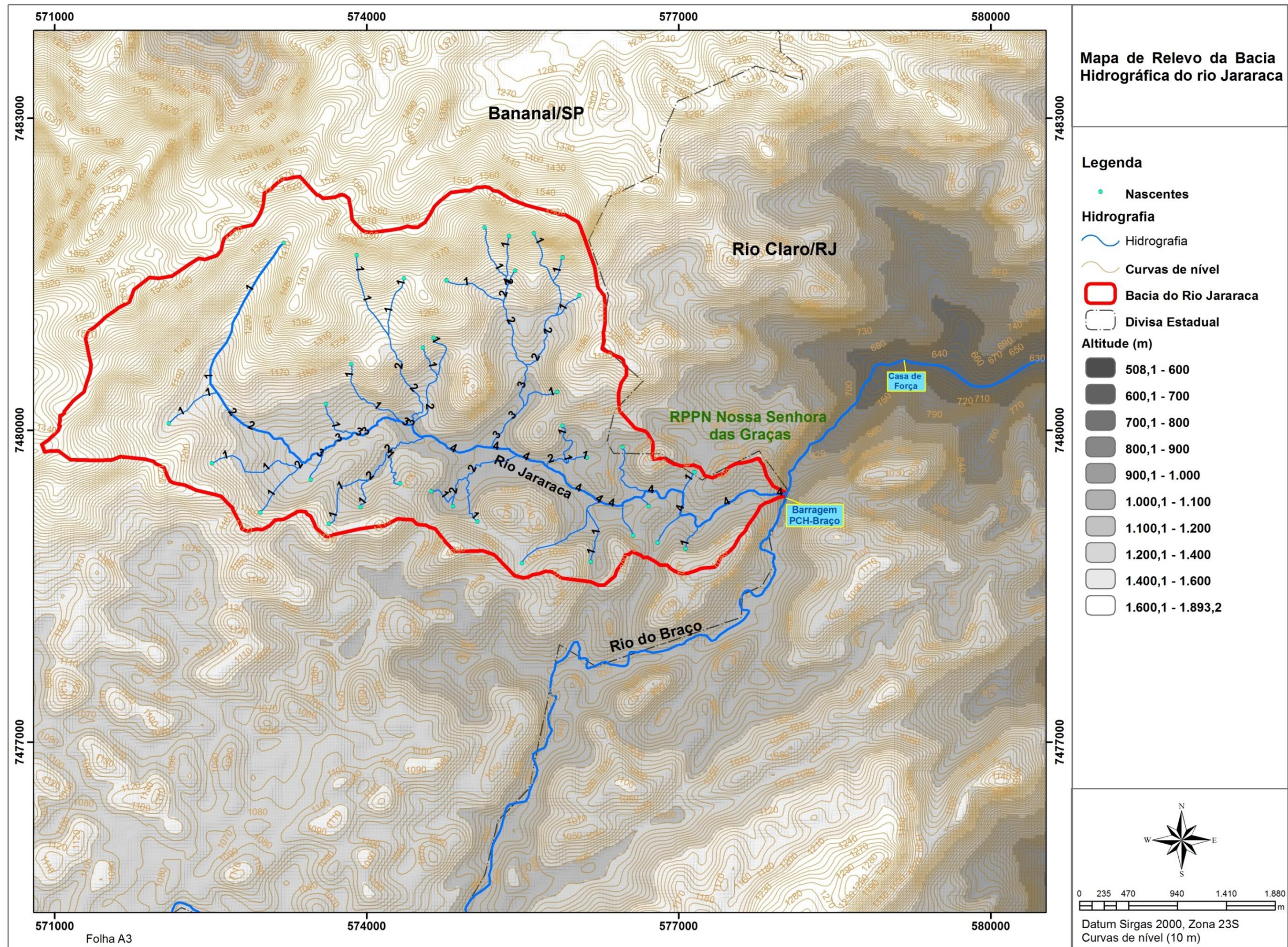
As condições de acesso e transporte na bacia são precárias. As estradas são todas de terra, o que, em épocas de excesso de chuvas torna o tráfego possível somente a veículos tracionados. Esse fator limita de forma decisiva, a possibilidade de escoamento de produções agrícolas e também o acesso de turistas à região da bacia.



Figura 2. Cachoeira localizada no exutório da Bacia do Jararaca, em seu encontro com o rio do Braço.



Figura 3 Paisagem regional.



1 Figura 4: Mapa de relevo da bacia hidrográfica do rio Jararaca

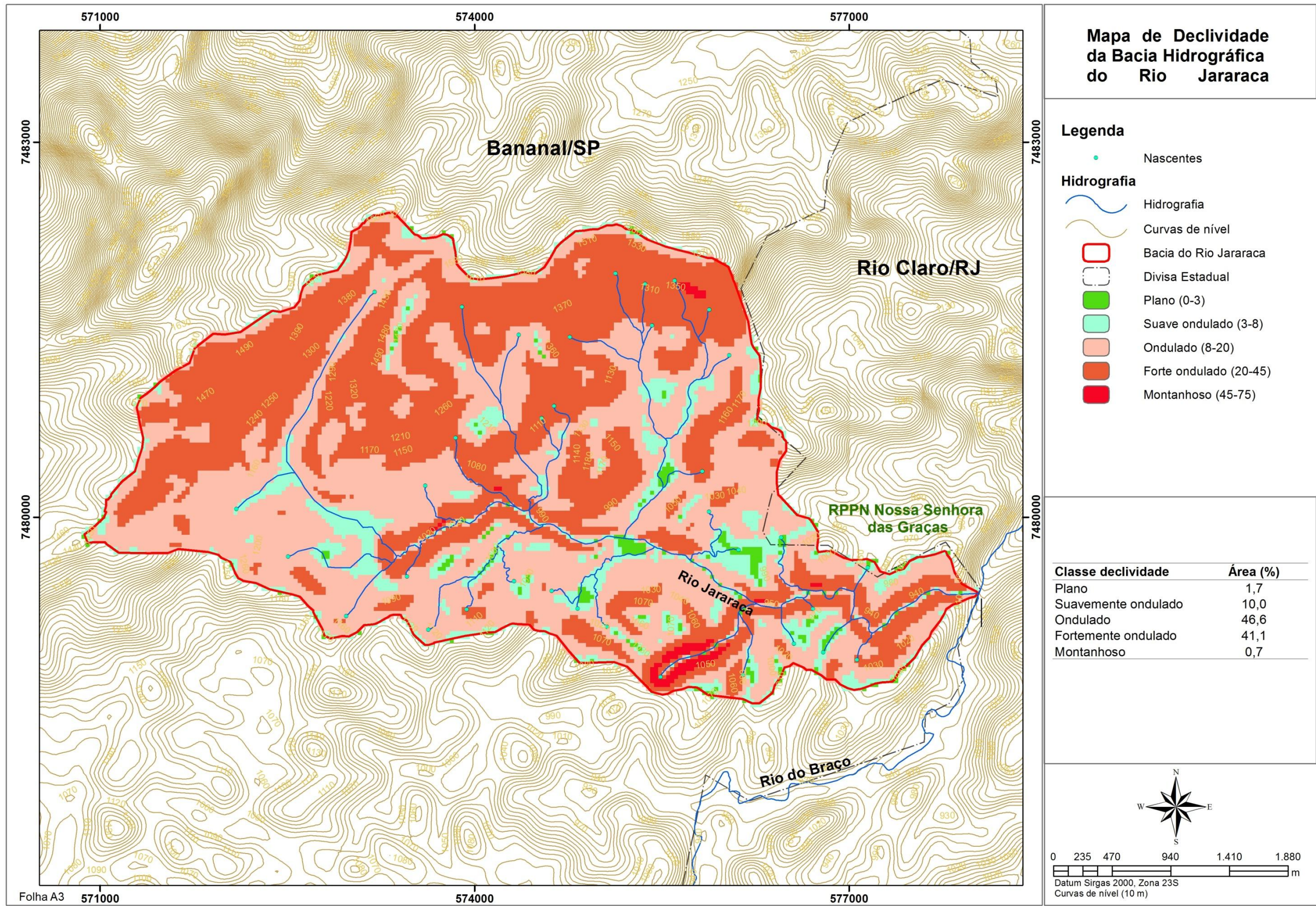


Figura 5: Mapa de declividade da bacia.

5.2 Caracterização das APPs, Vegetação e Uso do Solo

Dentre as diversas fitofisionomias existentes no Bioma Mata Atlântica, a bacia hidrográfica do rio Jararaca está inserida integralmente na formação classificada por Veloso (1991) como Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM). Essa classificação está baseada principalmente na faixa latitudinal e na altitude de ocorrência da formação florestal, que se caracteriza principalmente por apresentar porte florestal e se encontrar em altitudes superiores a 600 m.

A vegetação presente na bacia, em grande parte se caracteriza como um mosaico de formações florestais secundárias em processo natural de regeneração após o abandono de áreas agrícolas e pastagens na década de 1940 (Comunicação pessoal, morador local). A Figura 6 apresenta uma fotografia de trecho da mata ciliar do rio Jararaca.

Da área total da bacia, cerca de 1220 ha (76,8%) estão cobertos por formações florestais, enquanto o restante, cerca de 370 ha estão recobertos por usos alternativos do solo, principalmente em forma pastagens. A tabela 1 apresenta os resultados do mapeamento do uso e cobertura do solo da bacia do rio Jararaca.

Tabela 1 Quantitativo do uso e cobertura do solo na bacia.

Classe de uso	Área (ha)	Área %
Floresta Ombrófila Densa Montana	1220,4230	76,8
Pastagem	368,5329	23,2
Total geral	1588,9560	100



Figura 6: Trecho da mata ciliar do rio Jararaca.

Somando as APPs relacionadas às faixas marginais de proteção de cursos d'água e de nascentes, topos de morros e montanhas, e áreas com declividade acentuada (acima de 100%), a bacia do rio Jararaca possui cerca de 883,5 ha em APPs (55% da área total da bacia) com obrigatoriedade legal de preservação. A cobertura atual dessas áreas é majoritariamente formada por formações florestais, são cerca de 740 ha (83% das APPs), estando os restantes 143 ha (16%) recobertos por áreas convertidas, principalmente em pastagens.

A categoria de APP com maior área de ocupação é representada pelos topos de morro e serra, localizados principalmente nas cabeceiras da bacia e que somados chegam a aproximadamente 680 ha (77% das APPs e 43% da área total da bacia). A maior parte dessas áreas se encontram com cobertura florestal, cerca de 596 ha (88% dessas APPs).

A segunda categoria de APP em área de ocupação é a de faixa marginal de proteção de cursos d'água, que somam 166,1 ha ao longo do 31.224 m de cursos d'água que compõe a bacia. Aproximadamente 74% (123 ha) dessa categoria de APP se encontram sob cobertura florestal, o restante (42,7 ha) encontra-se ocupados por pastagens. Considerando-se apenas a APP referente às margens do rio Jararaca, esse percentual sobe para 88% de cobertura florestal.

Na bacia do rio Jararaca foram mapeadas 35 nascentes principais das quais a maioria (25) possuem vegetação com porte florestal na faixa marginal de proteção (raio mínimo de 50m), o que representa uma área de 18,1 ha (66%). As nascentes com maior fragilidade, as que possuem cobertura de pastagem, representam uma área de 9,3 ha (33,4%). A tabela 2 apresenta os quantitativos de área de ocupação e cobertura e uso do solo nas APPs da bacia hidrográfica do rio Jararaca.

Tabela 2 Quantitativos de uso e cobertura do solo nas APPs.

Classes de APPs	Uso e cobertura do solo (ha)					
	Floresta Ombrófila Densa Montana		Pastagem e outros usos		Total Geral	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Declividade acentuada	2,2117	21,4	8,1412	78,6	10,3528	1,2
FMP de Cursos d'água	123,4683	74,3	42,6783	25,7	166,1466	18,8
FMP de Nascente	18,1434	66,2	9,2733	33,8	27,4166	3,1
Topo de morro	596,3825	87,8	83,2392	12,2	679,6217	76,9
Total geral	740,2058	83,8	143,3319	16,2	883,5377	100

Segundo Gentry (1995) as florestas montanas da Região Neotropical estão entre as mais desconhecidas e também entre as mais ameaçadas de todas as formações florestais dos trópicos. Na Região Sudeste do Brasil, grande parte dessas florestas se encontram nas áreas altas, elevadas e de difícil acesso, sendo altamente relevantes e estratégicas para o estímulo a conservação, recuperação e manutenção de serviços ambientais prestados pelos ecossistemas florestais. A Figura 7 apresenta o mapa de uso e cobertura do solo na bacia do rio Jararaca.

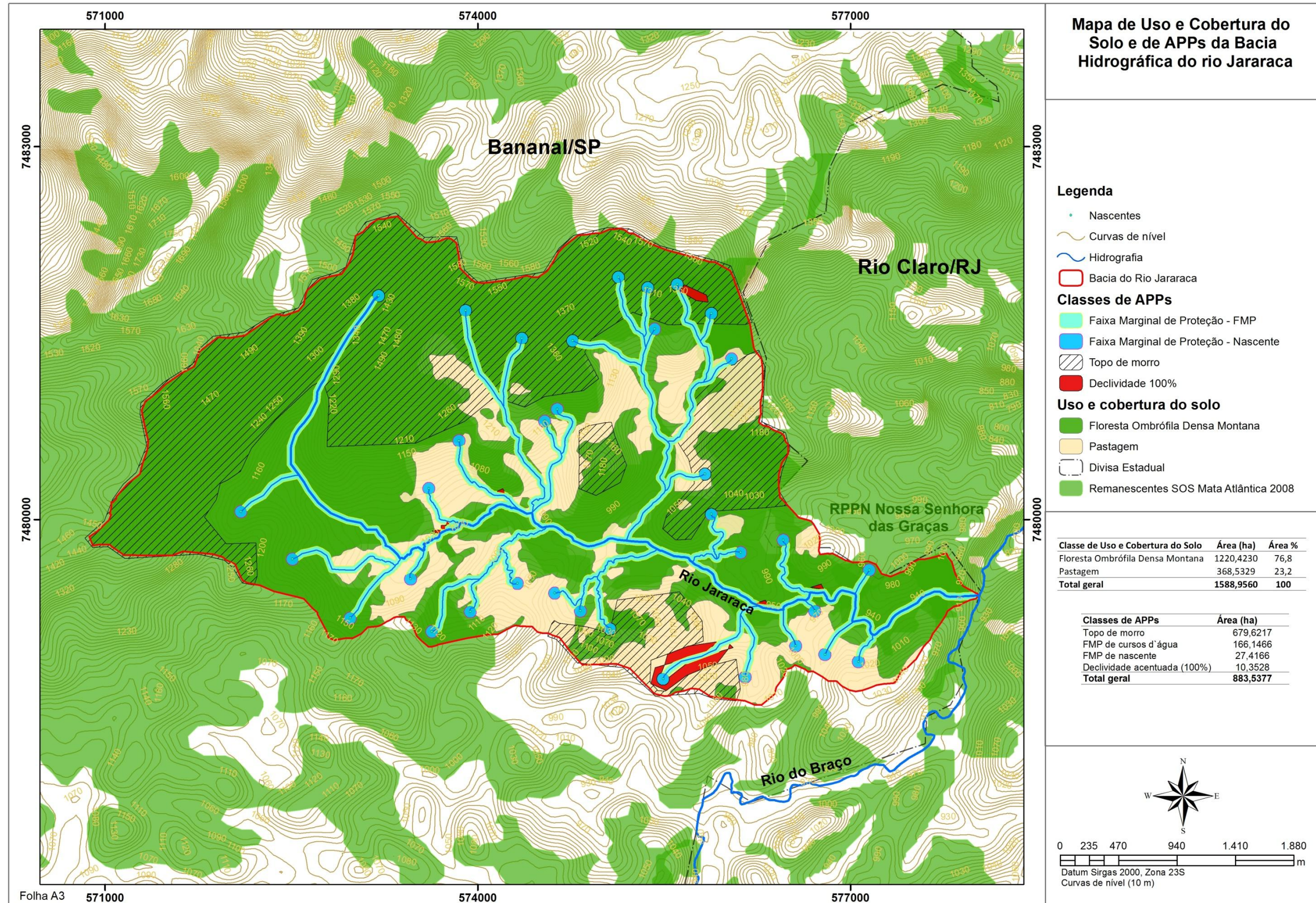


Figura 7: Mapa de uso e cobertura do solo e APPs na Bacia do rio Jararaca

As formações florestais com maiores e mais contínuos remanescentes enquadrados em estágios mais avançados de sucessão se encontram nas cabeceiras da bacia, em áreas mais elevadas e com relevo mais acidentado, onde o acesso é mais complicado devido às condições de relevo. Dependendo do estágio sucessional, a formação florestal pode ser pluriestratificada ou não.

De maneira geral, as famílias botânicas de maior expressão são Fabaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Sapindaceae e Rubiaceae. Estando a maior riqueza em espécies geralmente associada à família Myrtaceae. Dentre as espécies mais comuns no estrato arbóreo destacam-se *Piptadenia gonoacantha* (Fabaceae), *Piptadenia paniculata* (Fabaceae), *Alchornea triplinervia* (Euphorbiaceae) e *Alchornea glandulosa*.

A presença de subbosque é comum nos remanescentes, nesse estrato destaca-se a abundância de *Piper* sp. entremeado por regeneração de espécies arbóreas como *Cupania oblongifolia* (Sapindaceae), *Cupania ludowigii* (Sapindaceae), *Machaerium nyctitans* (Fabaceae), *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae), *Psychotria velloziana* (Rubiaceae), *Cabralea canjerana* (Meliaceae), *Calyptanthes strigipis* (Myrtaceae), *Sorocea bonplandii* (Moraceae) *Inga* sp. (Fabaceae) além de muitas outras espécies das famílias Melastomataceae, Myrtaceae e Rubiaceae, dentre outras.

É comum ao longo dos fragmentos a formação de uma camada geralmente espessa e contínua de serapilheira, compartimento importante na otimização da infiltração e permanência de água no solo. A serapilheira tem papel importante no combate ao aparecimento e desenvolvimento de processos erosivos (LIMA, 1986).

A alta pluviosidade local somada ao efeito de interceptação vertical das massas úmidas pelas formações florestais proporciona condição de umidade abundante que é evidenciada pelo marcante desenvolvimento de epífitas e briófitas. Dentre as epífitas destacam-se espécies de bromélias e orquídeas. Em áreas mais úmidas os troncos das árvores encontra-se cobertos por musgos e líquens. A abundância e diversidade de epífitas (Figura 8) é indicador de estágios de conservação elevados.



Figura 8: Bromélias epífitas na Mata Ciliar do rio Jararaca

5.2.1 Análise das microbacias

Ao todo, na bacia do rio Jararaca foram mapeadas 21 microbacias, com áreas que variam entre 1, 2671 ha e 226, 1751 ha. Onze microbacias são de primeira ordem, enquanto nove são de segunda ordem e apenas uma é de terceira ordem.

Os índices de uso e cobertura do solo variam, havendo microbacias cobertas integralmente por formações florestais e outras com índices que chegam a apenas 16% de florestas.

O somatório das áreas das cinco maiores microbacias representa aproximadamente 60% da área total das microbacias. A microbacia 11 (226,1 ha), maior dentre todas possui 100% de cobertura florestal, fato que também ocorre com as microbacias 10 e 21. Já as microbacias 5, 2, 1 e 8 possuem os menores valores percentuais de cobertura florestal, 16,3%, 16,6%, 23,5% e 23,9% respectivamente.

Dentre elas, a microbacia 5 (74,53 ha) pode é a que apresenta maior fragilidade e importância ambiental, já que dentre as 4 com menores índices de cobertura florestal, é a maior e única de segunda ordem, com formação de cursos d'água maiores. É também nessa mesma microbacia que se encontra a maior concentração de APP de declividade acentuada, uma área de 7,88 ha integralmente recobertos por pastagens. A microbacias 2, 1 e 8 são de primeira ordem, e apresentam somatório de áreas de apenas 38,7609 ha.

A Tabela 3 apresenta os valores de uso e cobertura do solo das microbacias, ordenadas em ordem decrescente em relação à suas áreas totais, enquanto a tabela 4 apresenta novamente os valores de uso e cobertura do solo, desta vez ordenados em ordem crescente com relação aos índices percentuais de cobertura florestal. A Figura 10 apresenta o mapa das microbacias hidrográficas do rio Jararaca. A Figura 9 apresenta o mapa da microbacias que compõe o rio Jararaca.

Tabela 3 Valores de uso e cobertura do solo das microbacias, ordenadas em sentido decrescente com relação à área total

ID - Microbacia	Uso e cobertura do solo					
	Floresta Ombrófila Densa Montana		Pastagem e outros usos		Total geral	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
11	226,1751	100,0	0,0000	0,0	226,1751	16,9
16	120,1140	81,6	27,1343	18,4	147,2483	11,0
14	96,7363	80,6	23,3251	19,4	120,0614	9,0
10	117,2005	100,0	0,0000	0,0	117,2005	8,7
18	60,2802	60,4	39,4545	39,6	99,7347	7,4
9	63,5959	82,8	13,2387	17,2	76,8345	5,7
6	41,4218	54,3	34,8572	45,7	76,2790	5,7
5	12,1119	16,3	62,4197	83,7	74,5316	5,6
17	46,3318	80,3	11,3532	19,7	57,6850	4,3
7	31,0671	54,1	26,3349	45,9	57,4020	4,3
15	28,3897	53,2	25,0196	46,8	53,4093	4,0
12	30,0988	60,8	19,3975	39,2	49,4962	3,7
20	45,0108	92,4	3,6929	7,6	48,7037	3,6
19	35,0402	90,6	3,6359	9,4	38,6761	2,9
13	22,9026	68,6	10,4764	31,4	33,3790	2,5
2	2,6681	16,6	13,3722	83,4	16,0403	1,2
8	3,7851	23,9	12,0288	76,1	15,8139	1,2
4	5,5984	41,1	8,0394	58,9	13,6378	1,0
21	7,5503	100,0	0,0000	0,0	7,5503	0,6
1	1,6230	23,5	5,2837	76,5	6,9067	0,5
3	1,2671	44,1	1,6040	55,9	2,8712	0,2
Total geral	998,9685	74,6	340,6678	25,4	1339,6363	100,0

Tabela 4 Valores de uso e cobertura do solo ordenados em sentido crescente com relação aos índices percentuais de cobertura florestal nas microbacias

ID - Microbacia	Uso e cobertura do solo					
	Floresta Ombrófila Densa Montana		Pastagem e outros usos		Total geral	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
5	12,1119	16,3	62,4197	83,7	74,5316	5,6
2	2,6681	16,6	13,3722	83,4	16,0403	1,2
1	1,6230	23,5	5,2837	76,5	6,9067	0,5
8	3,7851	23,9	12,0288	76,1	15,8139	1,2
4	5,5984	41,1	8,0394	58,9	13,6378	1,0
3	1,2671	44,1	1,6040	55,9	2,8712	0,2
15	28,3897	53,2	25,0196	46,8	53,4093	4,0
7	31,0671	54,1	26,3349	45,9	57,4020	4,3
6	41,4218	54,3	34,8572	45,7	76,2790	5,7
18	60,2802	60,4	39,4545	39,6	99,7347	7,4
12	30,0988	60,8	19,3975	39,2	49,4962	3,7
13	22,9026	68,6	10,4764	31,4	33,3790	2,5
17	46,3318	80,3	11,3532	19,7	57,6850	4,3
14	96,7363	80,6	23,3251	19,4	120,0614	9,0
16	120,1140	81,6	27,1343	18,4	147,2483	11,0
9	63,5959	82,8	13,2387	17,2	76,8345	5,7
19	35,0402	90,6	3,6359	9,4	38,6761	2,9
20	45,0108	92,4	3,6929	7,6	48,7037	3,6
11	226,1751	100,0	0,0000	0,0	226,1751	16,9
10	117,2005	100,0	0,0000	0,0	117,2005	8,7
21	7,5503	100,0	0,0000	0,0	7,5503	0,6
Total geral	998,9685	74,6	340,6678	25,4	1339,6363	100,0

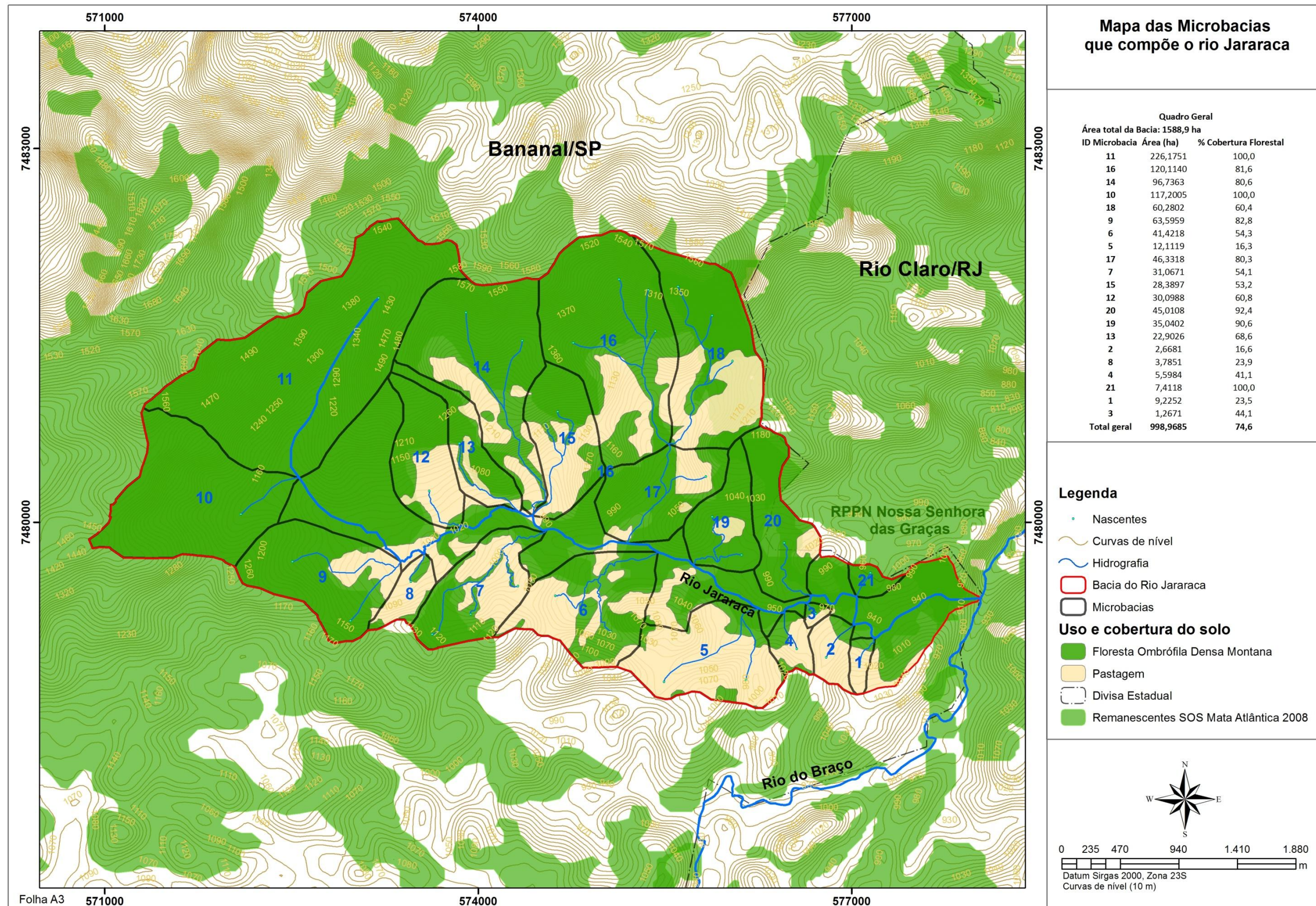


Figura 9: Mapa das microbacias hidrográficas que compõe o rio Jararaca

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia faz parte das cabeceiras da bacia do rio Pirai, componente importante do sistema Light-Cedae que abastece parte da água e da energia elétrica consumida no município do Rio de Janeiro. Possui área de aproximadamente 1588,9 ha dos quais cerca de 76% possuem cobertura florestal nativa em variados estágios de sucessão. A bacia compõe um importante corredor florestal interligando diversos fragmentos presentes na região da serra da Bocaina

As zonas de recarga da bacia estão em sua maioria florestadas e são em maioria representadas por APPs de topos de morro e serra. As áreas de pastagem na encosta declivosa (principalmente áreas com declividade superior a 45⁰) podem representar fontes difusas de emissão de sedimentos. Não foram observadas fontes pontuais com processos erosivos expressivos como sulcos profundos e voçorocas.

Grande parte das Áreas de Preservação Permanente estão em conformidade com a legislação ambiental, cerca de 71% das áreas de APPs de nascente possuem vegetação florestal nativa e 29 % estão sob cobertura predominantemente de pastagens com predomínio de gramíneas exóticas.

Dentre suas microbacias, a denominada número 5 é a que requer mais atenção no sentido de ações de restauração florestal. Enquanto as microbacias 11, 14, 16 e 10 merecem atenção no sentido da valorização da floresta em pé.

Um bom cenário para a bacia do rio Jararaca é sua inclusão em programas de pagamento por serviços ambientais desenvolvidos no sentido da conservação e restauração das microbacias prioritárias em cada situação específica. Proprietários que conservam e recuperam as nascentes, matas ciliares e zonas de recarga dessas microbacias, tão importantes na manutenção da vazão do rio do Jararaca e conseqüentemente do rio do Braço na estação seca, passariam a receber por isso.

A alta resiliência local, proporcionada pela alta umidade e disponibilidade de fontes de propágulos confere maior celeridade ao processo de sucessão ecológica, desta forma, à medida que as áreas deixem de serem utilizadas, naturalmente podem voltar a possuir um porte florestal, sem necessariamente ser realizado o plantio extensivo de mudas de espécies arbóreas na área desflorestada.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSAD, E. D. & SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília: Embrapa, 434p. 1998.
- BACELLAR, L. de A.P. Disponível em <<http://www.degeo.ufop.br/geobr>> - 1-39p.- Geo.br 1 (2005). Acessado em 07 de julho de 2012.
- BARBOZA, R.S. **Caracterização das Bacias Aéreas e avaliação da chuva oculta nos contrafortes da serra do Mar**. Dissertação de mestrado. Seropédica, 2007.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Editora Ícone, São Paulo, 1990.
- BOCHNER, J.K. **Serviços Ambientais gerados pela floresta de Mata Atlântica na qualidade do solo**. Monografia de conclusão de curso. UFRRJ, Seropédica, 2007.
- BRASIL. **Resolução CONAMA N° 249**, de 01 de fevereiro de 1999. Brasília. Aprova as Diretrizes para a Política de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Mata Atlântica.
- CATELANI, C.S., BATISTA, G.T., PEREIRA, W.F., **Adequação do Uso da Terra de Função da Legislação Ambiental**. XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE / SELPER, Belo Horizonte, 5 a 10 de abril de 2003.
- CASTRO, P. S. 2001. **Recuperação e conservação de nascentes: série saneamento e meio ambiente**. Manual n° 296. Viçosa-MG.
- CENTENO, J. A. S. **Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais**. Curitiba: Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná – PR, 210 p. 2003.
- COELHO, G.; BORGES, A.C.; NEVES, L.G.; PIN, B.D.; SANTOS, L. Z.D. **Contribuição Hídrica de Microbacias Florestais na Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro**. 2001.
- CONAMA, RESOLUÇÃO n° 6, de 4 de maio de 1994. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd38/Brasil/R06-94.pdf>
- DALLMEIER, F. **Long-term monitoring of biological diversity in tropical forest areas: methods for establishment and inventory of permanent plots**. MAB Digest 11, Unesco, Paris. 1992.
- ETVH BANANAL, Disponível em <http://bananal.sp.gov.br/>, acessado em 25/10/2012.
- FERREIRA, D. A. C. & DIAS, H. C. T., **Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em viçosa**, MG, R. Árvore, Viçosa-MG, v.28, n.4, p.617-623, 2004
- FRANCELINO, M.R. (Curso de Engenharia Florestal, Instituto de Florestas, UFRRJ, campus Seropédica). Comunicação pessoal, 2008.
- GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B. **Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia**. In: NETTO, A. L. C. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos/organização. Rio de Janeiro. 1994.

- GENTRY, A. H. **Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forest.** Pages 103-126. En: Churchill, S. P., H. Balslev, E. Forero & J. L. Luteyn (eds.), Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest. The New York Botanical Garden, Nova York. 1995.
- LIMA, W.P. **Princípios de Hidrologia Florestal para Manejo de Bacia Hidrográficas.** USP, Piracicaba, SP. 241p.1986.
- MATOS JUNIOR, C.F. **O efeito da cobertura florestal na regularização hídrica de microbacias no município de Miguel Pereira, RJ.** Monografia de conclusão de curso. UFRRJ, Seropédica. 2008.
- NIMER, E. 1979, **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro: SUPREN: IBGE, 421p.
- OLERIANO, E.dos S.; DIAS, H.C.T. A dinâmica da água em microbacias hidrográficas reflorestadas com eucalipto. In: **Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico,** Taubaté, 2007, 215-222p.
- PALMIERI, F. 1980. **Levantamento semidetalhado e aptidão agrícola dos solos no Município do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: EMBRAPA/SLNCS.
- PINTO, L. V. A.; Botelho, S.A; Ferreira, E. 2004. **Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG.** Scientia Forestalis n.65, p.197-206.
- SANTOS, G.V.; DIAS, H.C.T.; SILVA, A.P.de S.; MACEDO, M.de N.C. de. **Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do córrego Romão dos Reis, Viçosa-MG.** Revista Árvore. v.31, n. 5, 931-940p. Viçosa-MG, 2007.
- STRAHLER, A.N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology.** New Halen: Transactions: American Geophysical Union, v.38. p. 913-920. 1957.
- THORNTHWAITE,C.W. & MATHER,J.R. 1995. **The water duded and it's use in irrigation.**USDA Yearbook of Agriculture, USDA,Washington. p.308-346.
- TRANCOSO, R. **Efeitos das mudanças do uso do solo na resposta hidrológica de bacias hidrográficas na Amazônia Brasileira.**Dissertação de Mestrado. INPA. 2006.
- TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: Enfrentando a Escassez.** – São Carlos: RiMa, IIE, 2003.
- VALCARCEL, R. (coord.). 1987. **Diagnóstico Conservacionista do Sistema Light-Cedae.** UFRRJ - Seropédica, RJ. 264p.
- VELOSO, H. P., RANGEL FILHO, A.I. R., LIMA, J. C. A., **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991.
- WHITEMAN, C. D. Mountain Meteorology: **Fundamentals and Applications.** New York, Oxford University, 355p. 2000.