

## O MEIO BIOFÍSICO DA BACIA DO RIBEIRÃO DOS FORNOS, NO PARQUE ESTADUAL DE CARLOS BOTELHO - SP\*

Elvira Neves DOMINGUES\*\*  
Antonio Cecílio DIAS\*\*\*  
Bento Vieira de MOURA NETTO\*\*\*

### RESUMO

Executam-se o reconhecimento e a caracterização do meio biofísico da bacia do ribeirão dos Fornos, com 102 ha, localizada no planalto montanhoso, com setores de vertentes íngremes, do Parque Estadual de Carlos Botelho - SP. Consideram-se as variáveis: topografia, declividade, drenagem, geologia, morfologia, exposição de vertente, uso do solo e vegetação. Através da fotointerpretação e de trabalhos de campo executam-se o detalhamento dos dados e os mapeamentos na escala aproximada de 1:10.000, com o objetivo de definir as variáveis associadas à maior instabilidade da área. Os resultados salientam que, a mata natural recobre, aproximadamente, 80% da área e que, predominam declividades superiores a 12° e vertentes com exposição sudoeste. As correlações dos dados efetuadas por meio de quadrículas de 1 ha, indicam maior instabilidade para o trecho médio da bacia, recoberto pela "Floresta Latifoliada Tropical Úmida de Encosta", onde predominam declividades superiores a 30°, processos de rastejo do solo, pequenos escorregamentos, desbarrancamentos e assoreamento dos canais fluviais. Concluem-se que, quanto às variáveis estudadas, 74 ha do total da bacia hidrográfica, apresentam-se mais suscetíveis à erosão. Na definição desta categoria as variáveis morfologia-declividade e vegetação-uso do solo apresentam maiores correlações.

Palavras-chave: Microbacia hidrográfica; meio biofísico; morfologia-declividade; plano de manejo; suscetibilidade; vegetação-uso do solo.

### ABSTRACT

The aim of this paper is the recognition and characterization of the biophysical environment of the Fornos watershed. The area of this basin is 102 ha, localizable in the mountainous highlands with some scarps in the "Parque Estadual de Carlos Botelho", in São Paulo State, Brazil. The following variables are considered: topography, declivity, drainage, geology, morphology, slope exposure, land use and vegetation. Through of the photointerpretation and the land control was made the detail of the data and the mapping on the approximate scale 1:10.000 with the subject of defining the variables linked to the greatest instability of the area. The results show that the natural vegetation covers approximately 80% of the area and that the declivities, higher than 12°, are predominant and the scarps exposed on a southwest position. The correlations of the data, obtained though of the small square the 1 ha, in of the themes maps shows great instability at the middle section of the basin, covers that the Floresta Pluvial Tropical, where exists the predominance of high declivities, superior of 30°, soil creep process, small landslides and a silt up of the fluvial canals. It may be concluded that 74 ha of this watershed is potentially susceptibly of erosion, and is included in the class of higher instability of scarps. In the definition of this class, the variable morphology-declivity and vegetation-land use show the greatest correlations.

Key words: small watershed; biophysical environment; morphology-declivity; vegetation-land use; suscetibly; management plan.

(\*) Aceito para publicação em dezembro de 1993.

(\*\*) Pesquisador Científico e Bolsista do CNPq. - Instituto Florestal - Caixa Postal 1322 - 01059-970 - São Paulo - SP. - Brasil.

(\*\*\*) Pesquisador Científico - Instituto Florestal - Caixa Postal 1322 - 01059-970 - São Paulo - SP - Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

O Parque Estadual de Carlos Botelho é considerado a unidade de conservação, que apresenta aspectos biofísicos melhores preservados no Estado de São Paulo. Na realidade, nas escarpas, a quase totalidade da área pode ser considerada intacta. No entanto, no planalto, pequenas áreas foram utilizadas com culturas anuais, em períodos anteriores à criação da unidade de conservação. Dentre essas, uma área de maior tamanho foi ocupada por particulares, que exploraram economicamente a madeira e o carvão. A ocupação desta área ocorreu em período anterior à criação da unidade de conservação como Reserva (1941) e, posteriormente, como Parque (1982). Como conseqüência, em alguns locais com topografia suave e áreas de planície fluvial, ocorreu o corte raso para cultura de subsistência e fixação de posse. O setor desmatado, de maior significância, encontra-se, atualmente, reflorestado com pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*), procedente de diferentes localidades e perfeitamente compatível com a unidade de conservação, quando caracterizada como Reserva. A recuperação desses locais, com esta espécie de ocorrência não natural na região, era recomendável tendo em vista ser a mesma, uma essência adaptada ao clima, compatível com o ponto de vista paisagístico de relevo de montanha e de crescimento rápido, de acordo com a necessidade de caracterização de posse da administração pública.

Em 1927, portanto antes da criação dessa unidade de conservação, abriu-se a estrada - SP-139, ligando São Miguel Arcanjo, no planalto, à Sete Barras, no Vale do Ribeira e que secciona ao meio, em um trecho de 33 quilômetros, a área do Parque. Além de ser uma barreira natural para determinadas espécies da fauna, são constantes os problemas derivados desta estrada, principalmente a extração de palmito, penetração de caçadores, garimpeiros e alteração da paisagem (quedas de barreiras e assoreamentos) devido a ausência de obras de contenção, em trechos de relevo escarpado (Serra de Paranapiacaba).

Os problemas tendem a se agravar,

devido à demanda de intercâmbio econômico-cultural entre o litoral e o planalto. Há grande pressão da sociedade, interessada em melhorar essa via de comunicação, propondo inclusive o asfaltamento do trecho que atravessa o Parque e também de outra, grupos ambientalistas, preocupados com a preservação dos recursos naturais.

A definição de critérios para preservação e uso racional dos recursos naturais, exige conhecimentos científicos de todos os aspectos biofísicos que compõem uma área, principalmente quando, no presente caso, devido a adversidade do meio físico, os estudos realizados não fundamentam, ainda, o manejo seguro em escala de detalhe.

Conceituado de forma simples, o "meio ambiente", é composto por tudo que existe em uma determinada área. Esta, compreende uma unidade dinâmica, isto é, um conjunto em evolução onde todos os componentes são interdependentes e seqüencialmente arranjados. No entanto, o fundamental está associado à dinâmica, responsável pela evolução, tanto dos componentes bióticos, como dos elementos aparentemente inalterados e sem vida, como as rochas, os solos e a superfície do terreno, que também evoluem no decorrer do tempo. Desta forma, a dinâmica da paisagem natural ocorre, independente da ação do homem e, é responsável por alterações na superfície terrestre. Estas alterações naturais podem ser, catastróficamente aceleradas, por ações humanas advindas da falta de conhecimentos das estruturas da paisagem e dos mecanismos responsáveis pela sua dinâmica atual, isto é, os processos geomorfológicos, vegetativos, pedológicos, climatológicos, antrópicos e outros.

Este trabalho compreende uma proposta de reconhecimento do meio biofísico, de uma microbacia hidrográfica com apenas 102 ha. Visa o levantamento dos aspectos morfológicos essenciais para o mapeamento na escala 1:10.000, bem como do reconhecimento e do mapeamento de declividades, topografia, drenagem, geologia e formações superficiais, exposição de vertentes e vegetação. A caracterização dessas variáveis tem como objetivo a fundamentação para o entendi-

mento dos processos de evolução de vertentes predominantes na área, tanto associados às condições naturais, como às condições pretéritas e atuais do uso do solo. Visa ainda, gerar conhecimentos para estudos futuros, utilizando abordagem global a fim de se obter a definição de uma sistemática de suscetibilidade e de dados referentes ao aumento da fragilidade das vertentes provocado pelas alterações antrópicas. Por fim, este estudo tem como objetivo, ainda, fornecer alguns subsídios biofísicos para o Plano de Manejo do Parque Estadual de Carlos Botelho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

TRICART (1977) salienta que a dinâmica do meio ambiente reflete a interação de várias forças que ocasionam modificações, ao longo do tempo, na superfície terrestre. Segundo o autor, cada área possui características ambientais naturais e condições particulares de dinâmica atual, que a distingue das demais. Assim, os estudos referentes à modalidade e intensidade dos processos naturais e das conseqüências da ação do homem, devem ser embasados em conhecimentos suficientemente vastos e precisos da natureza. O autor ressalta que a ordenação do meio natural, baseada no conhecimento profundo dos mecanismos responsáveis pela dinâmica, oferece oportunidade de uso sem degradação, possibilitando prever o surgimento de novos obstáculos e fenômenos de desequilíbrios, advindos da intervenção humana. Orienta que o estudo da dinâmica deve ser realizado após o conhecimento e caracterização do quadro regional-local, considerando-se os aspectos climáticos e morfoestruturais. O quadro morfoestrutural fornece os dados físicos básicos de caracterização para avaliação do meio natural, com relação às determinantes de suporte, ou sejam, tipo e estrutura das rochas de subsuperfície e das formações superficiais.

PRANDINI *et al.* (1982) apresentam estudo relativo à importância da cobertura florestal na prevenção e controle de processos erosivos como voçorocas e escorregamentos, principalmen-

te, associados aos desmatamentos. Ressaltam a necessidade de realização de abordagem multidisciplinar (geologia, geomorfologia, pedologia, hidrogeologia, vegetação) incluindo aspectos biofísicos e, também, sócio-econômicos. Destacam, principalmente os aspectos mecânicos de alguns processos erosivos e os aspectos ligados ao balanço hídrico e, concebem voçoroca, como resultado das práticas de uso e ocupação do solo, com ênfase na agricultura. Quanto aos escorregamentos os autores atribuem suas causas a dois tipos de agentes: os predisponentes e os efetivos. Aqueles, estão associados a fatores geológicos, morfológicos, climático-hidrológicos, cobertura vegetal e, estes, são representados pela pluviosidade, ação das águas superficiais e subsuperficiais e pela ação antrópica, principalmente, pelo desmatamento. Reconhecem os aspectos mecânicos desempenhados pela floresta, como os representados pela estruturação do solo por meio das raízes, pelos efeitos de proteção, minimização de impacto, dissipação de energia e de retenção de material deslocado pelos movimentos de massa. Aspectos relativos ao balanço hídrico são destacados através da importância da floresta na distribuição da água da chuva, seu efeito na interceptação, infiltração, escoamento hipodérmico e na evapotranspiração. Apresentam, ainda, algumas conseqüências advindas do efeito dos desmatamentos como: alteração no ciclo hidrológico, perda de camadas de solo e do efeito protetor do sistema radicular.

DOMINGUES (1983) estuda os processos geomorfológicos associados ao escoamento superficial fluvial, em duas bacias hidrográficas com apenas 1 km<sup>2</sup> cada. Uma, localizada em áreas manejadas para construção da estrada de ferro, dentro de um setor da Serra do Mar, com grande influência do polo industrial de Cubatão. Outra, localizada no trecho das escarpas da Serra de Cubatão, manejadas para a construção da Rodovia dos Imigrantes. Após análise das condições hidromorfológicas e de interferências antrópicas, detalha estas duas sub-bacias, considerando as variáveis: declividade, morfologia, geologia, topografia e formações superficiais. Define sub-compartimentos com dominância de "processos de degra-

dação" das vertentes, isto é, áreas de maior fornecimento de detritos à corrente fluvial e, sub-compartimentos com dominância de "processos de agradação" da superfície, correspondendo aos processos responsáveis pela acumulação e espessamento dos depósitos e de entulhamento dos fundos dos vales. Afirma que, os sistemas de contenção e controle da erosão e de canalização das águas fluviais não são eficazes nas áreas de altas vertentes das escarpas costeiras. A predominância de declives superiores a 60 %, em vertentes desmatadas e alteradas por obras civis, ocasiona maior número de movimentos de massa com pouca chuva. Assim, enquanto em áreas preservadas, precipitações de 200 mm/24 h provocam grandes vazões, sem modificações expressivas da morfometria das vertentes e dos canais, em áreas alteradas, precipitações inferiores provocam movimentos de massa e grandes modificações na morfometria das vertentes e dos fundos dos vales. Em áreas com atividades antrópicas, as baixas vertentes e o leito dos rios, apresentam maior diversidade de formações superficiais, com ocorrência de superposição de colúvios, taludes de detritos antigos e homogêneos e, outros recentes, mais heterogêneos. Ocorrem, ainda, processos de afundamentos em alguns locais do leito, sumidouros e ressurgências da drenagem, solapamentos e desbarrancamentos.

AUGUSTIN (1985) expõe fundamentos metodológicos e conceitos básicos voltados para levantamentos integrados de recursos naturais, com objetivo de planejamento ambiental. Afirma que o planejamento engloba dois grandes grupos de fatores: os humanos e os biofísicos. O primeiro, envolve estudos de todas as variáveis que, direta ou indiretamente, viabilizam ou não a exploração ou utilização dos recursos naturais e, o segundo, os fatores que condicionam a ocorrência ou não dos recursos naturais, essenciais à sobrevivência do homem. Assim, o planejamento ambiental deve ser fundamentado em informações sólidas de todos os fatores existentes, quer sejam naturais ou modificados. Destaca que, segundo Wright (1971), os fatores biofísicos podem ser estudados de acordo com os objetivos da análise

ambiental, isto é, necessidade de inventariar os fatos ou de entender a dinâmica processual. Os estudos com objetivo de levantamento são enquadrados na categoria de inventário. Afirma que, os estudos das feições geomorfológicas são muito importantes na avaliação dos recursos naturais, tanto a nível de inventário como de processos, pois fornecem fundamentos que podem ser extrapolados para outras áreas ou amostras e, também, para outras especialidades. Cita como exemplo, as associações de feições morfológicas com as características do solo ou da cobertura vegetal. Aborda ainda, os problemas de escala, no levantamento e avaliação dos ecossistemas, destacando a necessidade de definição dos elementos essenciais e das abordagens metodológicas, em amostras mínimas de unidades morfológicas e da necessidade do enquadramento das mesmas no contexto regional.

AKIYA *et al.* (1986) desenvolvem proposta metodológica para estudo do meio biofísico e para definição dos fatores ambientais naturais, de maior importância na avaliação do grau de suscetibilidade de áreas degradadas, localizadas no domínio do relevo montanhoso e escarpado. Na bacia do ribeirão da Pedra Negra, região de Taubaté, no vale do Paraíba - SP, elaboram mapas básicos temáticos da cobertura vegetal, das declividades, de geomorfologia, geologia, e de orientação de vertentes, do comprimento de rampas e de profundidade do solo, na escala de 1:10.000. Definem critérios cartográficos para análise de quadrículas de 1 ha, através dos dados selecionados e, posteriormente, codificados para a linguagem de computador. Aplicada a regressão múltipla, verificam que, na determinação do maior grau de sensibilidade, os parâmetros orientação de vertentes e cobertura vegetal, apresentam alto grau de correlação e que, as vertentes com orientação norte-noroeste são mais suscetíveis à erosão superficial.

LIMA (1986) ressalta que, do ponto de vista do ciclo hidrológico, a floresta desempenha papel fundamental. Assim, embora um determinado tipo de solo possa apresentar excelentes condições internas de transmissão de água, através do perfil e de armazenamento, as condições

de superfície e dos horizontes superficiais podem alterar a taxa de infiltração. A presença de atividades humanas como o tráfico intenso, o pisoteio exagerado e o cultivo, podem criar condições de impermeabilidade superficial, o que não ocorre com a presença da vegetação e da camada de material orgânico. A vegetação fornece proteção contra o impacto das gotas da chuva, reduzindo a compactação e a erosão superficial. Esta é provocada pela concentração da água de escoamento superficial e, é maior, quanto maior for a compactação do solo. Assim, sob a floresta, a taxa de infiltração é máxima e a formação de enxurrada é mínima. O Autor destaca que, estudos realizados por Arend (1942), apresentam infiltração média de acordo com os seguintes tratamentos: parcelas com piso florestal intacto ocorre 59,9 mm/h, parcelas com piso removido mecanicamente ocorre 49,3 mm/h, parcelas com piso queimado anualmente, 40,1 mm/h e parcelas com pastagem degradada, 24,1 mm/h. Ressalta ainda que, resultados de experimentos demonstram que a enxurrada, medida em parcelas das quais foi queimado o piso florestal, foi de aproximadamente 3,9 mm, 16,5 vezes maior do que a medida em parcelas não queimadas. Afirma ainda que, a enxurrada média sob *Pinus* foi de 8,4 mm (para chuva anual média de 935 mm), enquanto, em área com solo descoberto foi de 338 mm.

DOMINGUES et al. (1987) através de estudos de correlações realizados no Parque Estadual de Carlos Botelho, considerando as variáveis topográficas, morfológicas, geológicas e declividades, representadas em perfis horizontais, analisam diferentes compartimentos das escarpas e do planalto e apresentam uma proposta de zoneamento geomorfológico. Utilizando cartas temáticas, complementadas por trabalhos de fotointerpretação e campo, sistematizam conjuntos de áreas similares, caracterizando duas classes de acordo com parâmetro de sensibilidades, isto é, "parcialmente crítica" e "extremamente crítica". Nas escarpas, afora pequenos setores de vales amplos, próximos à baixada do Ribeira, a aproximadamente 23 m de altitude, a totalidade da área enquadra-se na classe denominada "extremamente crítica". No planal-

to, definem um conjunto onde, embora predominem declividades inferiores a 20 % e topos abaulados e mamelonados, as atividades antrópicas provocaram alterações na evolução natural das vertentes. Acrescentam entretanto, que somente alguns conjuntos da classe "parcialmente crítica" apresentam áreas com condições, em escala regional, para utilização pública, em programas de lazer e educação ambiental. Apontam a necessidade de análise em escala de detalhe nestas áreas onde predominam altas vertentes com declividades inferiores a 20 %; fundo de vale em berço, com vertentes com declives inferiores a 20 % e fundo de vale chato, com vertentes com declives inferiores a 6 %. Destacam a importância da manutenção da cobertura vegetal natural, como fator de proteção e estruturação desses ecossistemas e salientam ainda, a importância da implantação de sistemas de contenção e canalização das águas pluviais, ao longo da rodovia SP-139, prevendo-se movimentos de massa associados às chuvas torrenciais, assim como a recuperação das áreas degradadas.

DOMINGUES & SILVA (1988) elaboram o mapeamento geomorfológico regional do Parque Estadual de Carlos Botelho e caracterizam aspectos mais importantes relativos aos processos de evolução de vertentes e da morfologia dos interflúvios, no Planalto de Guapiara e na Serra dos Agudos Grandes. Destacam que o Parque está inserido em conjunto morfo-estrutural bastante complexo, apresentando características morfológicas associadas às falhas, fraturas e diáclases, delineadas por grandes falhamentos. A diversidade litológica, também, influencia as diferenciações morfológicas principais representadas por relevo ondulado, com topos arredondados, no planalto, onde ocorrem metassedimentos e, por granitos e quartzitos, em setores onde os divisores d'água são preferencialmente, mais destacados. No planalto, em áreas próximas às escarpas, há domínio de processos de degradação do tipo escorregamentos de origem natural, basicamente, em interflúvios com topos em cristas, vertentes retilíneas e em anfiteatros de nascentes, portanto, localizados. No entanto, em áreas alteradas, prin-

principalmente ao longo da rodovia SP-139, predominam processos de degradações, ou seja, perda do solo do tipo escorregamentos, rastejo e desbarrancamentos, localizados indistintamente, isto é, em todas as modalidades de formas de vertentes. Regionalmente, os setores norte e nordeste do planalto, compreendem o domínio dos morros paralelos com interflúvios abaulados e mamelonados, alguns com topos aplainados, embora ocorra, localmente, interflúvio em cristas com desníveis de até 300 m. Neste trecho do planalto de Guapira, os vales são profundamente encaixados ocorrendo gargantas, cachoeiras, cotovelos estruturais e vertentes extremamente íngremes. Nos setores de nascentes do rio Taquaral, a rede de drenagem é densa, constituída por canais perenes, organizados segundo padrão subdendrítico, com variações locais para retangular, adaptado às estruturas, apresentando caráter assimétrico. São rios curtos, pouco ramificados, drenados em vertentes retilíneas íngremes, de um lado, enquanto as vertentes opostas são mais longas, com declividades menores.

GOMES (1988) relata sobre a importância do conhecimento científico dos aspectos físicos, químicos e biológicos do meio ambiente natural, destacando-os como fundamentos básicos para ações diretas e indiretas, inibidoras ou de restabelecimento de condições de equilíbrio do meio ambiente. Ressalta que, a inter-relação equilibrada do homem e da natureza possibilita o desenvolvimento, necessário e saudável da biosfera e que, no seu entender, a transformação racional do meio ambiente suplanta a imprescindível necessidade de conservação dos recursos naturais. Conclui que o estudo da biosfera é de capital importância, para o entendimento dos mecanismos dos processos e para a solução dos problemas ambientais.

YAMAZOE *et al.* (1990) realizam estudos experimentais para avaliação da possibilidade de enriquecimento de áreas cobertas com vegetação secundária de *Euterpe edulis* Mart., palmeira produtora de palmito. Os autores caracterizam a cobertura vegetal da área como capoeirinha, capoeira e capoeirão. Salientam que a

capoeirinha e a capoeira são tipos de vegetação que protegem pouco o solo, devido à baixa densidade de indivíduos arbóreos e que a capoeira possui o sub-bosque, formado de sapé e samambaia. O capoeirão apresenta três estratos que proporcionam sombreamento e proteção ao solo, possibilitando retenção de umidade. Os autores instalaram os experimentos em 1985 e, após 4 anos, verificaram que, a sobrevivência média das mudas introduzidas, foi maior em áreas com capoeirão. Afirmam que o crescimento pode ser considerado baixo e semelhante, nos três tipos de cobertura vegetal estudados e que, no capoeirão foi evidenciada a influência positiva do sombreamento, através do número de folhas por planta, significativamente maior no capoeirão.

Por outro lado, CUSTODIO FILHO *et al.* (1992) elaboram uma relação de espécies para o Parque Estadual de Carlos Botelho. Reúnem informações de, aproximadamente, 3.500 indivíduos, representando 51 famílias e 176 espécies. Dentre as famílias que apresentam maior número de espécies destacam-se: Lauraceae, Leguminosae, Myrtaceae, Rubiaceae, Sapotaceae e Euphorbiaceae.

DIAS (1993) efetua o levantamento de um trecho de mata secundária, localizada na região norte do parque Estadual de Carlos Botelho, próxima à bacia do ribeirão dos Fornos, com o objetivo de determinar a diversidade em espécies arbóreas e a densidade de regeneração natural do palmito (*Euterpe edulis*). Através do método de quadrantes, estuda 1.248 indivíduos arbóreos, distribuídos por 45 famílias e 219 espécies. Apesar da presença de poucos indivíduos adultos de palmito, considera alta a densidade de regeneração natural das espécies detectadas na área, isto é, 3.980 indivíduos com DAP menor que 0,05 m por hectare. O Autor mostra, também, que dados de regeneração natural do palmito podem ser considerados como bons indicadores de perturbação na floresta. Dentre as espécies amostradas, quanto aos valores de IVI, destacam-se: *Tibouchina pulchra*, *Nephelea setosa*, *Guapira opposita*, *Rapanea umbellata*, *Cabralea canjerana*, *Alchornea triplinervia*, *Bathisa meridionalis* e

*Casearia sylvestris*

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 A Área

A bacia do ribeirão dos Fornos contém 102 ha e está localizada no setor norte do Parque Estadual de Carlos Botelho - SP, próxima à sua sede, em áreas de relevo montanhoso, denominado de Planalto de Guapiara, entre os paralelos 24°03'15" e 24°04'00" de latitude sul e 47°59'00" e 48°00'00" de longitude Ocidental de Grws (FIGURA 1).

Compreende área de um afluente pela margem direita do rio Taquaral, junto às bordas do planalto, em rochas do Pré-Cambriano, com relevo de transição para a Província Costeira. A bacia compõe áreas entre as altitudes de 690 a 821 m onde estão implantadas duas estradas: nos limites inferiores a SP-139, junto à foz do ribeirão dos Fornos e nos limites superiores, uma estrada de serviço que liga a sede ao interior do Parque, com extensão de 28 quilômetros.

A vegetação do Parque Estadual de Carlos Botelho é enquadrada por HEINSDIJK & CAMPOS (1967) como "Floresta Latifoliada Tropical Úmida de Encosta" ou "Mata Atlântica", sendo que as espécies mais frequentes pertencem às famílias Myrtaceae, Leguminosae e Lauraceae. No entanto, esta mesma formação é denominada por LEITÃO FILHO (1982) como "Floresta Latifoliada Perenifolia", tendo as famílias Myrtaceae, Moraceae, Palmae, Rubiaceae e Lauraceae como aquelas que apresentam a maior diversidade de espécies.

Os solos da área são classificados por PFEIFER *et al.* (1986) como Latossolos Vermelho-Amarelo, reconhecidos como argilosos, profundos, pouco ácidos, coesos e de coloração vermelho-amarelado, relativamente homogênea. Segundo os autores, ocorrem em altitudes superiores a 600 m, preferencialmente, entre 700 e 800 m e em declividades acima de 12 %.

Os dados meteorológicos coletados

próximo à área de estudo, mostram que a temperatura média do mês mais quente é de 22,41°C e a temperatura média do mês mais frio é 15,40°C. A precipitação média anual é de 1683,2 mm, sendo que, a média anual de menor precipitação é de 72,8 mm. Estes dados permitem definir o clima como Cfa, ou seja, subtropical úmido, segundo a classificação de Köppen.

O ribeirão dos Fornos é afluente pela margem direita do rio Taquaral, que por sua vez é um dos formadores pela margem esquerda da bacia do rio Paranapanema. Nasce em altitudes aproximadas de 800 m, recebe dois afluentes principais, sendo considerado de 4ª ordem, segundo classificação de HORTON (1945).

#### 3.2 Documentação Cartográfica e Fotos Aéreas

A documentação cartográfica básica refere-se à carta topográfica elaborada pelo DAEE & PROSPEC em 1957, na escala aproximada de 1:10.000 (nº 134-Folha K-22) Região da Serra de Paranapiacaba. Também, carta topográfica do IBGE 1974, na escala aproximada de 1:50.000 (Folha Taquaral - SG-22-X-B-III-2). Foram, também, utilizadas as cartas geológicas e geomorfológicas de DOMINGUES & SILVA (1988) e os dados de correlações e do zoneamento, de DOMINGUES *et al.* (1988).

Utilizam-se fotografias aéreas verticais pancromáticas, na escala aproximada de 1:25.000, de 1973, do levantamento aerofotográfico do Estado de São Paulo, executado pela VASP Aerolevantamento S/A e do recobrimento aerofotográfico da CESP de 1981, na escala aproximada de 1:35.000, Litoral Sul (407,7 x 02 nºs 51/54).

#### 3.3 Métodos

Esta pesquisa utiliza-se de fundamentos metodológicos apresentados por KIENHOLZ *et al.* (1984) e AKYIA *et al.* (1986), em estudos referentes à avaliação da instabilidade de vertentes e predição da erosão.

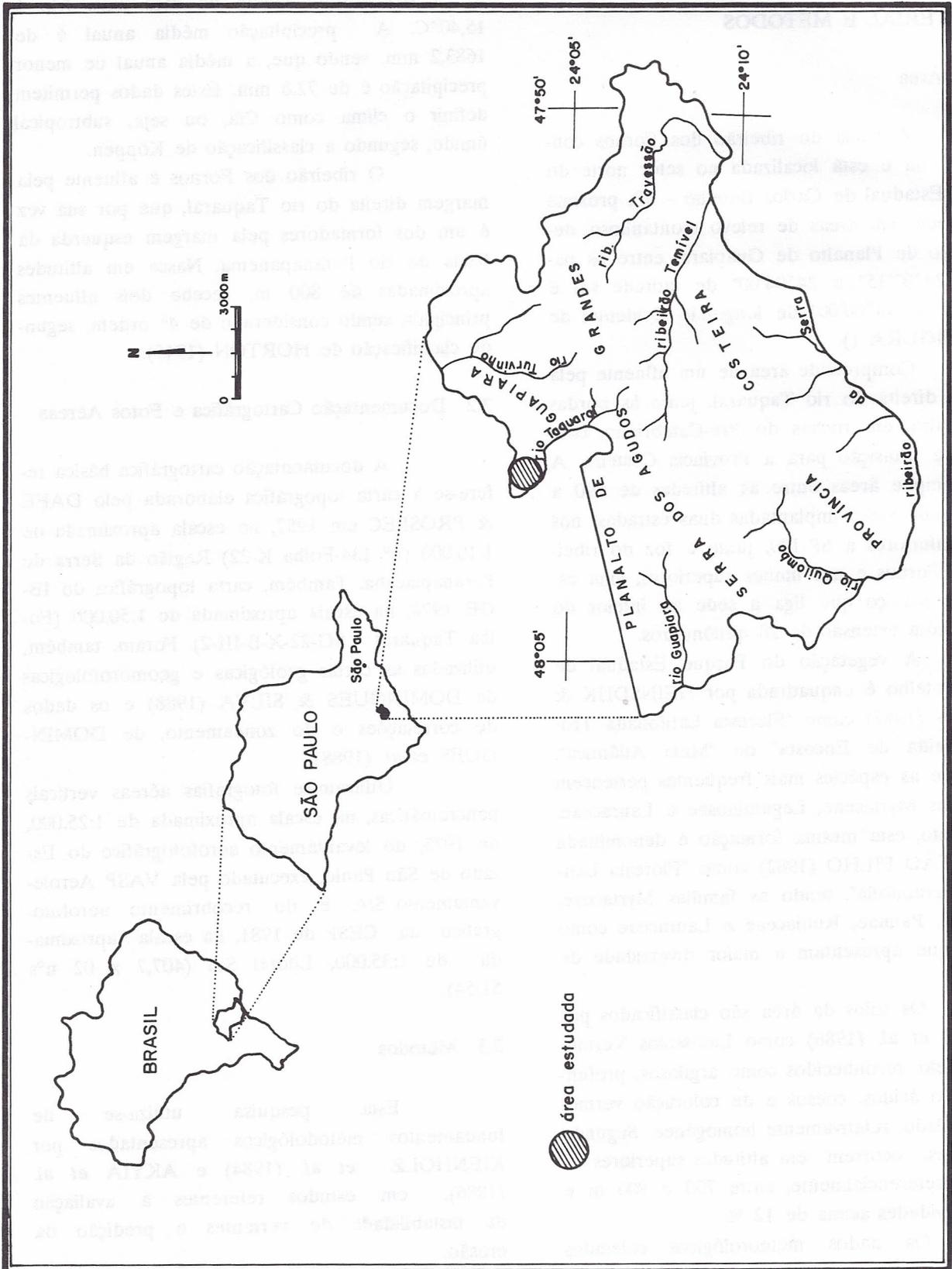


FIGURA 1 - Localização da área no Parque Estadual de Carlos Botelho - SP.

Através de trabalhos de fotointerpretação e de campo, realizaram-se o levantamento e a cartografia das variáveis selecionadas, para caracterização dos elementos biofísicos da área. Detalharam-se os elementos topografia, drenagem, geologia-geomorfologia, declividade, exposição de vertentes, uso do solo e vegetação e executaram-se as cartas temáticas referidas, sob base cartográfica, na escala aproximada de 1:10.000.

A carta base da rede de drenagem foi executada, inicialmente, obtendo-se a drenagem principal através da fotointerpretação. Foi complementada, posteriormente, por trabalhos de campo, para mapeamento das alterações advindas do manejo da área, ocorridos após o recobrimento aerofotográfico. Assim, elaboraram-se também, a carta de uso do solo em dois níveis: o primeiro, contendo informações com base em dados cartográficos de 1957 e fotos aéreas de 1981 e, o segundo, contendo dados do uso atual do solo, elaborada essencialmente, através de trabalho de campo.

A carta de declividade das vertentes foi elaborada, segundo orientação metodológica de DE BIASI (1970), definindo-se para a área, seis classes de declives.

A carta de exposição de vertentes foi realizada de acordo com metodologia apresentada por AKIYA *et al.* (1986). Definiram-se a classificação de dez tipos de exposições: norte, nordeste, noroeste, sul, sudeste, sudoeste, leste, oeste e as horizontais, abrangendo áreas de topos e fundo de vales.

A carta de vegetação foi preparada com base nos trabalhos de campo, que tiveram como objetivo a caracterização atual das diferentes fitofisionomias definidas pela fotointerpretação. Em cada fitofisionomia definiram-se: composição florística, distribuição espacial dos indivíduos, estratificação e estágio sucessional das áreas degradadas. Para definição da composição florística, teve importância fundamental a coleta de material botânico que vem sendo efetuada ao longo da trilha interpretativa do açude e, em outros pontos da área, cuja identificação é efetuada pela Seção de Ecologia e Herbário do

Instituto Florestal (SPSF).

Os critérios metodológicos utilizados na carta geológica-geomorfológica foram obtidos de DOMINGUES (1983) e DOMINGUES & SILVA (1988). Para a elaboração da legenda foram, também, utilizadas as orientações de TRICART (1964 e 1976) e JOURNAUX (1975). Como fundamento para o reconhecimento detalhado dos dados geomorfológicos e, para a caracterização da área optaram-se pelo reconhecimento e caracterização das seguintes variáveis morfológicas: topos de interflúvios, formas das vertentes e formações superficiais principais, das baixas vertentes e fundo de vales.

Executaram-se o caminhamento, em perfis selecionados na área e elaboraram-se a carta de classes de altitude, como subsídio à compartimentação topomorfológica e dos processos geomorfológicos.

Após elaboração das cartas temáticas procederam-se à sistematização da área em quadrículas de 1 ha, visando a análise dos dados obtidos em trabalhos de campo e das cartas temáticas. Estas análises embasaram os critérios para a fase seguinte, referente à interpretação dos resultados obtidos. Através da superposição das cartas temáticas, somadas aos dados complementares, não cartografados, elaboraram-se as interpretações finais que conduziram à caracterização da área total em dois setores, de acordo com maior e menor suscetibilidade à erosão.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia do ribeirão dos Fornos está localizada no Planalto de Guapiara, em um setor com características morfológicas mistas, isto é, intermediárias entre o relevo de interflúvios arredondados deste e o relevo escarpado da Província Costeira. Assim, a morfologia das áreas do Planalto de Guapiara, localizadas a sul-sudeste da área estudada, demonstram as mais altas superfícies, entre as altitudes de 800 e 850 m, compreendendo os topos de morros isolados e de interflúvios alongados, dentre os quais destacam-se alguns de até 950 m. Estas feições ocorrem, prefe-

rencialmente, em áreas periféricas localizadas ao sul da bacia do ribeirão dos Fornos. O relevo possui transição com características próximas as das escarpas e há predomínio de interflúvios com área de topo entre 1 a 3 ha. Entretanto, o relevo regional localizado ao norte da área estudada, apresenta superfícies de cimeiras com topos arredondados e aplainados, constituindo os divisores d'água, em altitudes mais baixas, entre 750 e 800 m. Constata-se, também, nestes setores ao norte da bacia, a ocorrência das superfícies de cimeiras mais amplas, predominando topos com área de 5 a 12 ha.

Associados a estes dados topográficos-morfológicos regionais, é importante ressaltar que, a bacia compreende parte dos limites superiores do Parque Estadual de Carlos Botelho, demonstrado na FIGURA 1. Constata-se que, as áreas de relevo mais suaves, anteriormente mencionadas, estão localizadas além dos limites norte-nordeste do Parque, enquanto os setores de relevo mais complexo compõem a unidade de conservação referida.

Concordando com DOMINGUES & SILVA (1988), que mapearam o relevo regional, a área estudada compreende o domínio dos interflúvios abaulados, embora ocorram interflúvios em crista, vales encaixados e vertentes retilíneas.

Na bacia, o ponto cotado de maior altitude corresponde a 821 m, localizado nas cabeceiras e nos setores médios (FIGURA 2), enquanto as altitudes mínimas estão próximas de 690 m, localizadas junto à várzea do rio Taquaral. Possui 102 ha de superfície total, portanto considerada uma microbacia hidrográfica.

A rede de drenagem é densa, com canais fluviais secundários curtos e vários canais e canaletas de drenagem de escoamento pluvial, em todos os compartimentos topomorfológicos da bacia (FIGURA 3). Estes condutores pluviais são, preferencialmente, retilíneos e de primeira ordem e são mais expressivos nos setores com declives mais acentuados.

O curso fluvial principal do ribeirão dos Fornos possui comprimento, aproximado, de 2.200 m, encaixado em fundo de vale dissimétri-

co, na quase totalidade do percurso. O alto curso foi alterado pela ação antrópica através da construção de três represas, sendo que, a maior, localizada próxima às nascentes principais, visava o abastecimento hídrico local e, atualmente, é mantida com finalidade paisagística.

Em alguns trechos da bacia, houve alteração da cobertura vegetal original, em virtude da utilização da área para o plantio de milho, extração de madeira para produção de carvão e preparação da área para o reflorestamento com pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*). A vegetação destas áreas, abandonadas há algum tempo, encontra-se em adiantado estado de regeneração natural, concordando com YAMAZOE et al. (1990).

Os trabalhos de campo permitiram separar 5 diferentes tipos de cobertura vegetal na área de estudo: mata natural, capoeirão, reflorestamento (pinheiro-do-paraná), mata secundária e banhado (FIGURA 4).

A mata natural representa, aproximadamente, 80 % da área de estudo. As características fitofisionômicas, a composição florística e a estrutura da vegetação permitem enquadrá-la como "Floresta Latifoliada Tropical Úmida de Encosta", concordando com HEINSDIJK & CAMPOS (1967), em estágio final de sucessão. Apresenta estratificação vertical, sendo possível definir três níveis: estrato superior, estrato médio e estrato inferior.

O estrato superior, com altura de 12 a 20 m, é constituído por espécies mais representativas: canela-nhutinga (*Cryptocarya aschersoniana*); canela-amarela (*Ocotea catharinensis*); massuará (*Vantanea compacta*); grumixava (*Sideroxylon gardinerianum*); urucurana (*Hieronima alchorneoides*); copaúva (*Copaifera trapezifolia*); tapiá (*Alchornea triplinervia*); sabiaeiro (*Prunus sellowii*); passuaré (*Sclerolobium denudatum*).

O estrato médio, com altura de 6 a 12 m, é representado pelas espécies: palmito (*Euterpe edulis*); guaçatonga (*Casearia sylvestris*); guaviroba (*Campomanesia guaviroba*); inga (*Inga* sp.); guacá (*Pouteria venosa*).

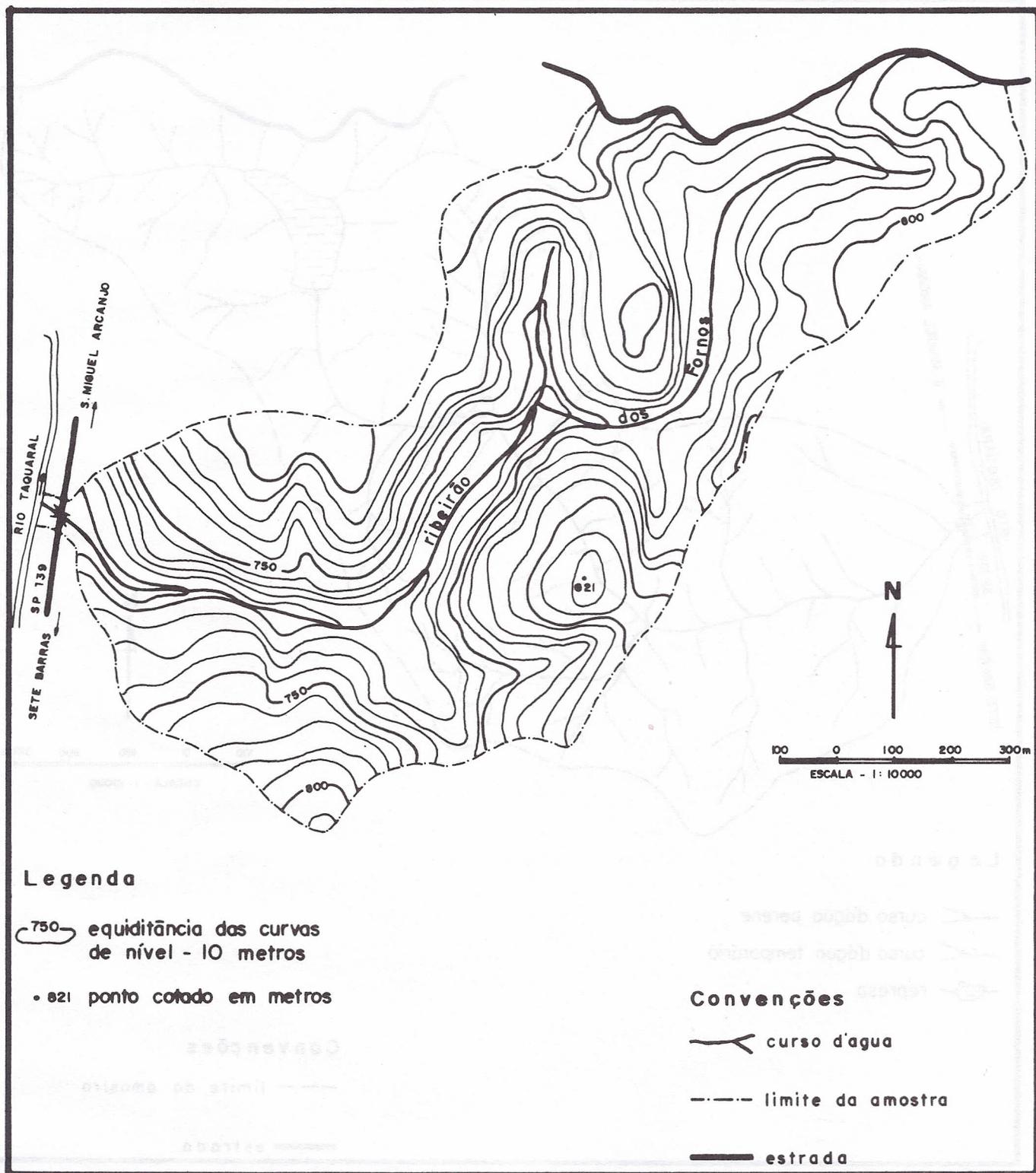


FIGURA 2 - Carta topográfica da bacia do ribeirão dos Fornos no Parque Estadual de Carlos Botelho - SP.

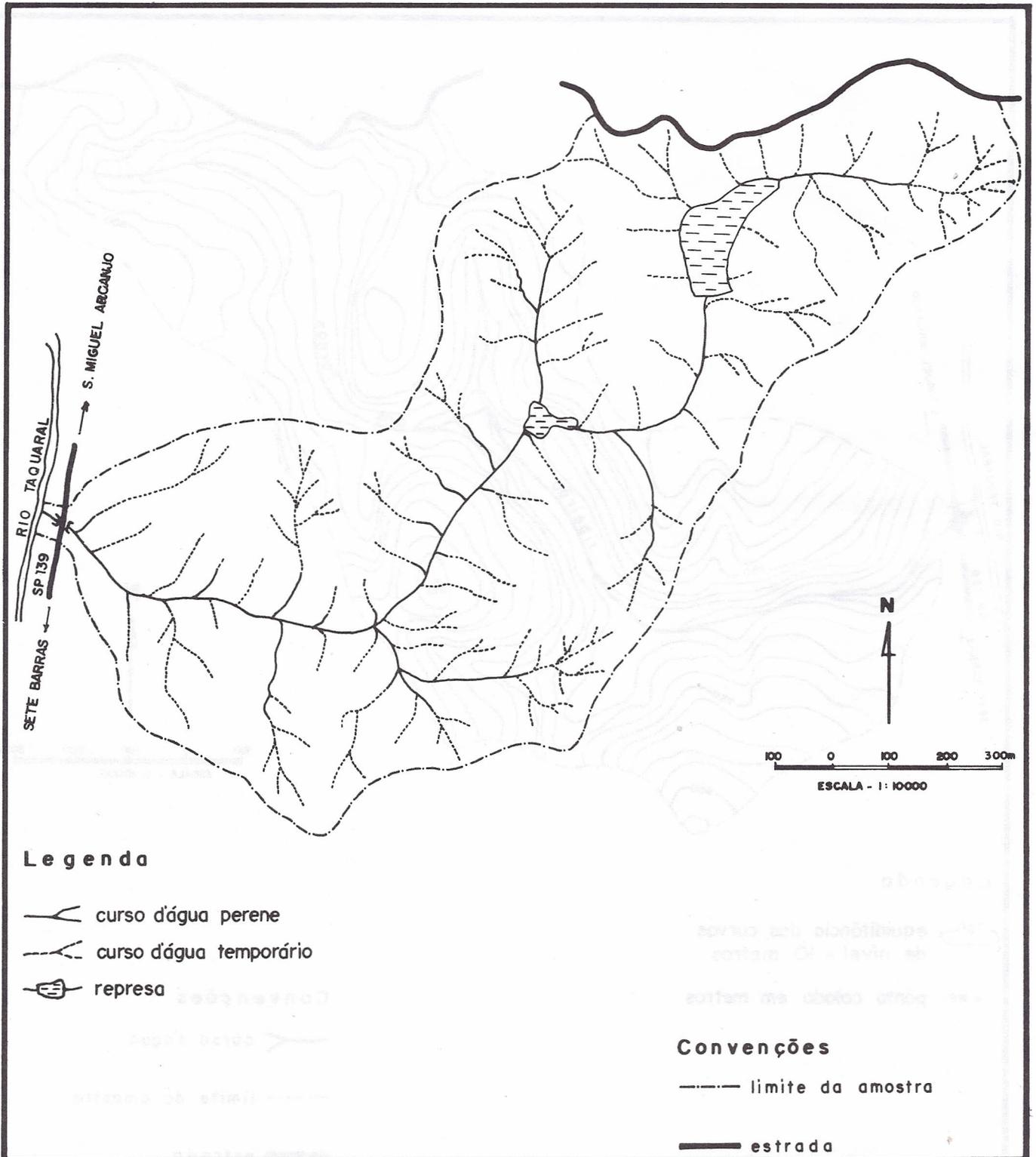


FIGURA 3 - Carta da rede de drenagem da bacia do ribeirão dos Fornos no Parque Estadual de Carlos Botelho - SP.

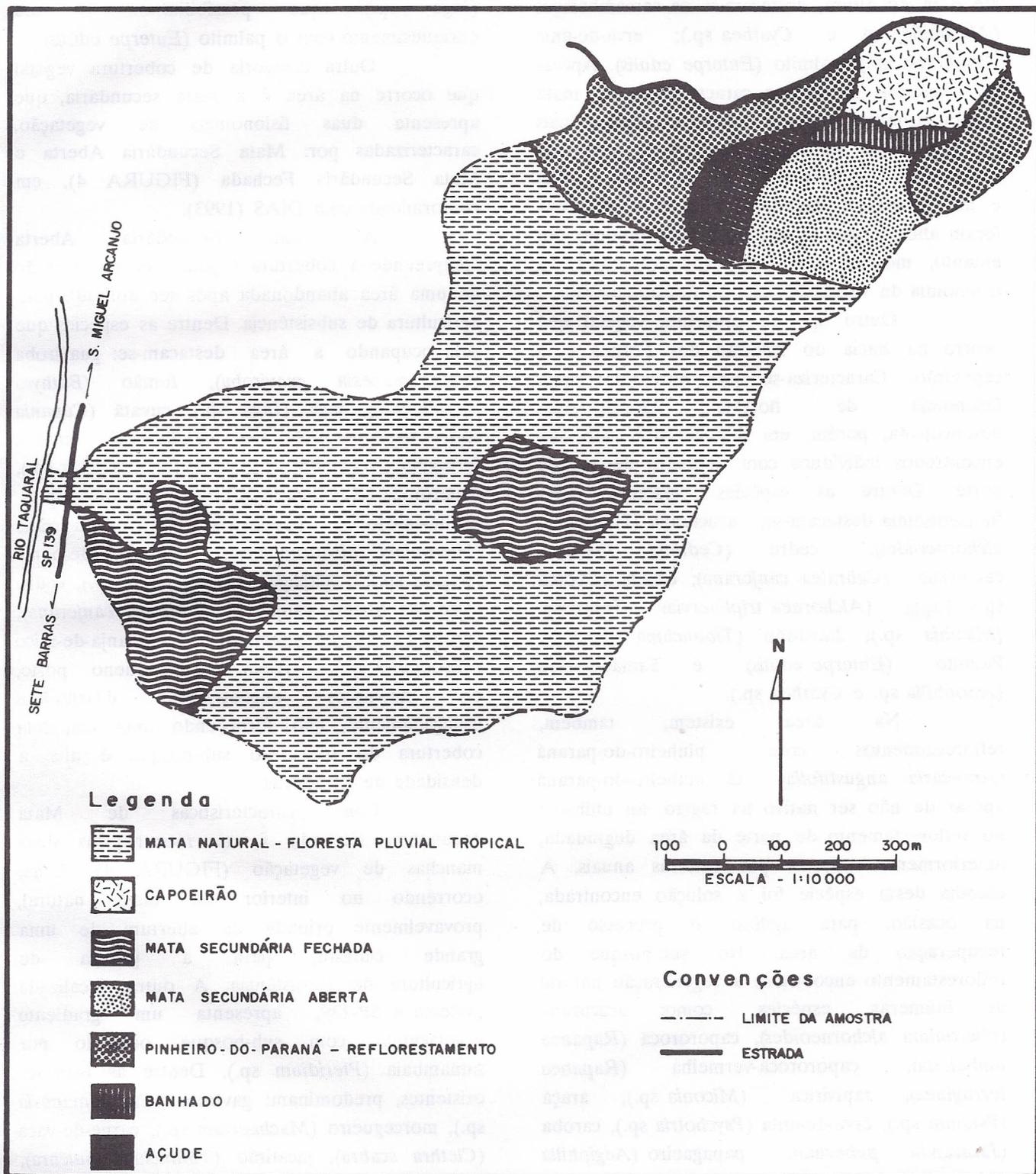


FIGURA 4 - Carta da vegetação da bacia do ribeirão dos Fornos no Parque Estadual de Carlos Botelho - SP.

No estrato inferior, com indivíduos de até 6 m de altura, destacam-se os samambaias (*Alsophilla* sp. e *Cyathea* sp.); erva-de-anta (*Psychotria* sp.); palmito (*Euterpe edulis*). Apesar da vegetação apresentar características de mata natural primitiva, em seu interior há alguns sinais de perturbação antrópica, como a presença de fornos utilizados para o fabrico de carvão vegetal e as estradas e caminhos, que, provavelmente, foram abertos para o escoamento do produto. No entanto, mesmo com esta exploração local, a fisionomia da vegetação não foi descaracterizada.

Outro tipo de cobertura vegetal que ocorre na bacia do ribeirão dos Fornos é o capoeirão. Caracteriza-se por apresentar uma fisionomia de floresta natural bem desenvolvida, porém, em seu interior, não são encontrados indivíduos com diâmetro de grande porte. Dentre as espécies presentes nesta fitofisionomia destacam-se: urucurana (*Hieronima alchorneoides*); cedro (*Cedrella fissilis*); canjarana (*Cabralea canjerana*); canela (*Ocotea* sp.); Tapiá (*Alchornea triplinervia*); Tapixirica (*Miconia* sp.); Jacatirão (*Tibouchina pulchra*); Palmito (*Euterpe edulis*) e Samambaiçu (*Alsophilla* sp. e *Cyathea* sp.).

Na área existem, também, reflorestamentos com pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*). O pinheiro-do-paraná apesar de não ser nativo na região, foi utilizado no reflorestamento de parte da área degradada, anteriormente ocupada por culturas anuais. A escolha desta espécie foi a solução encontrada, na ocasião, para agilizar o processo de recuperação da área. No sub-bosque do reflorestamento encontra-se a regeneração natural de inúmeras espécies, como: urucurana (*Hieronima alchorneoides*), capororoca (*Rapanea umbellata*), capororoca-vermelha (*Rapanea ferruginea*), tapixirica (*Miconia* sp.), araçá (*Psidium* sp.), erva-de-anta (*Psychotria* sp.), caroba (*Jacaranda puberula*), papagaieiro (*Aegiphilla* sp.), carne-de-vaca (*Clethra scabra*), guassatonga (*Casearia sylvestris*), cuvata (*Cupania* sp.), alecrim (*Bacharis* sp.), guaviroba (*Campomanesia guaviroba*), cedro (*Cedrella*

*fissilis*), jacatirão (*Tibouchina pulchra*) e ingá (*Inga* sp.), que possibilitaram o seu enriquecimento com o palmito (*Euterpe edulis*).

Outra categoria de cobertura vegetal que ocorre na área é a mata secundária, que apresenta duas fisionomias de vegetação, caracterizadas por: Mata Secundária Aberta e Mata Secundária Fechada (FIGURA 4), em conformidade com DIAS (1993).

A Mata Secundária Aberta compreende a cobertura vegetal em regeneração de uma área abandonada após ser utilizada para agricultura de subsistência. Dentre as espécies que vem ocupando a área destacam-se: guaviroba (*Campomanesia guaviroba*), fumão (*Bathysa meridionalis*), ingá (*Inga* sp.), cuvata (*Cupania* sp.), tapiá (*Alchornea triplinervia*), canela ferrugem (*Nectandra* sp.), pau-cigarra (*Cassia* sp.), capororoca (*Rapanea* sp.), araçá (*Psidium* sp.), açoita-cavalo (*Luehea* sp.), urucurana (*Hieronima alchorneoides*), mamica-de-porca (*Fagara* sp.), papagaieiro (*Aegiphilla* sp.), cedro (*Cedrella fissilis*), canjarana (*Cabralea canjerana*), caroba (*Jacaranda puberula*) e laranja-de-mico (*Posoqueria* sp.). Além do pequeno porte, os indivíduos encontram-se distribuídos espaçadamente, não fornecendo uma completa cobertura do solo. No sub-bosque é alta a densidade de gramíneas.

Com características de Mata Secundária Fechada foram reconhecidas duas manchas de vegetação (FIGURA 4). Uma, ocorrendo no interior da mata natural, provavelmente oriunda da abertura de uma grande clareira, para a prática de agricultura de subsistência. A outra, localizada próxima a SP-139, apresenta um gradiente vegetacional, com sub-bosque, ocupado por samambaia (*Pteridium* sp.). Dentre as espécies existentes, predominam: guaviroba (*Campomanesia* sp.), morcegueiro (*Machaerium* sp.), carne-de-vaca (*Clethra scabra*), jacatirão (*Tibouchina pulchra*), guassatonga (*Casearia sylvestris*), araçá (*Psidium* sp.), pau-sangue (*Pterocarpus violaceus*), crindiuba (*Trema michranta*), cuvata (*Cupania* sp.), louro (*Cordia trichotoma*), samambaiçu (*Alsophilla* sp.

e *Cyathea* sp.), e fumo (*Bathysa meridionalis*). Deve-se ressaltar que, a espécie que apresenta maior densidade nesta fitofisionomia é o jacatirão (*Tibouchina pulchra*).

Como mostra ainda a FIGURA 4, na bacia do ribeirão dos Fornos foram mapeadas áreas de banhado. São áreas que permanecem, periodicamente, encharcadas e têm como espécies mais comuns a taboa (*Tifa* sp.) e nas margens, a presença de ingá (*Inga* sp.), samambaias (*Alsophilla* sp. e *Cyathea* sp.).

A carta de compartimentação topográfica distingue quatro conjuntos de classes, demonstrando que a maior porção das vertentes está inserida entre as altitudes de 750 e 800 m (FIGURA 5). Reportando aos dados bibliográficos e cartográficos apresentados, com referência aos solos, PFEIFER *et al.* (1986), incluíram neste compartimento topográfico, os Latossolos Vermelho-Amarelo. No entanto, distinguem-se variações de formações superficiais mais detalhadas, conforme a compartimentação morfológica e a variação da declividade.

Assim, outra variável considerada, neste estudo, visando a definição de suscetibilidade da área, é representada pela declividade das vertentes. O mapeamento sugere a visualização da bacia sistematizada em três setores: das cabeceiras, do médio e do baixo curso (FIGURA 6). Nos setores das cabeceiras e do terço final da bacia sobressaem as áreas com as menores classes de declives, motivo pelos quais foram englobados na análise destes resultados (TABELA 1). Estes dois setores somam 67 ha da bacia, sendo que 55 ha possuem vertentes com declives inferiores a 30° e, apenas 12 ha, apresentam declives com mais de 30°. Do total das vertentes com declividades inferiores a 30°, 39 ha estão inseridos entre 12° e 30° e localizam-se, preferencialmente, nas margens direita do canal principal, enquanto, apenas 16 ha destes dois setores, envolvem áreas com declividades nulas ou inferiores a 12°, localizadas, principalmente, na margem esquerda do canal.

Aproximadamente 18 ha, correspondentes ao médio curso da bacia hidrográfica, re-

velam domínio de declividades superiores a 30° e estão localizados, principalmente, na margem direita da bacia. Do total de 18 ha, 13 ha apresentam declividades entre 30° e 44°, estão na classe de declividades superiores a 44° (TABELA 1). Neste médio curso, as áreas com declividades entre 0 e 12°, totalizam apenas 3 ha, localizados nos topos dos divisores de água. Embora ocorram, no fundo do vale, trechos com depósitos que suavizam a declividade e outros com brejos, os mesmos não são significativos em área, quanto a escala cartográfica deste estudo (FIGURA 7).

TABELA 1 - Distribuição das áreas ocupadas pelas classes de declividades das vertentes.

DECLIVIDADES	MÉDIO CURSO	ALTO E BAIXO CURSOS
> 30°	18 ha	12 ha
30° a 12°	14 ha	39 ha
< 12°	3 ha	16 ha
TOTAL	35 ha	67 ha

Estes dados possibilitam afirmar que, as vertentes com declividades mais acentuadas, isto é, superiores a 30°, predominam no terço médio da bacia hidrográfica. A análise conjunta dos dados da topografia com a morfologia, e da cobertura vegetal indica que a mata natural ocupa os setores mais íngremes da bacia. A mata natural recobre, aproximadamente, 81 ha, que correspondem ao trecho médio da bacia e as vertentes com maiores declividades dos outros dois setores da área. Sob cobertura florestal predominam micaxistos pouco alterado, afloramentos de rocha sã e fragmentada, nos setores de vertentes com declividades superiores a 25°. Indicam também, maiores correlações da variável declividade das vertentes, com os processos geomorfológicos naturais e a cobertura vegetal natural.

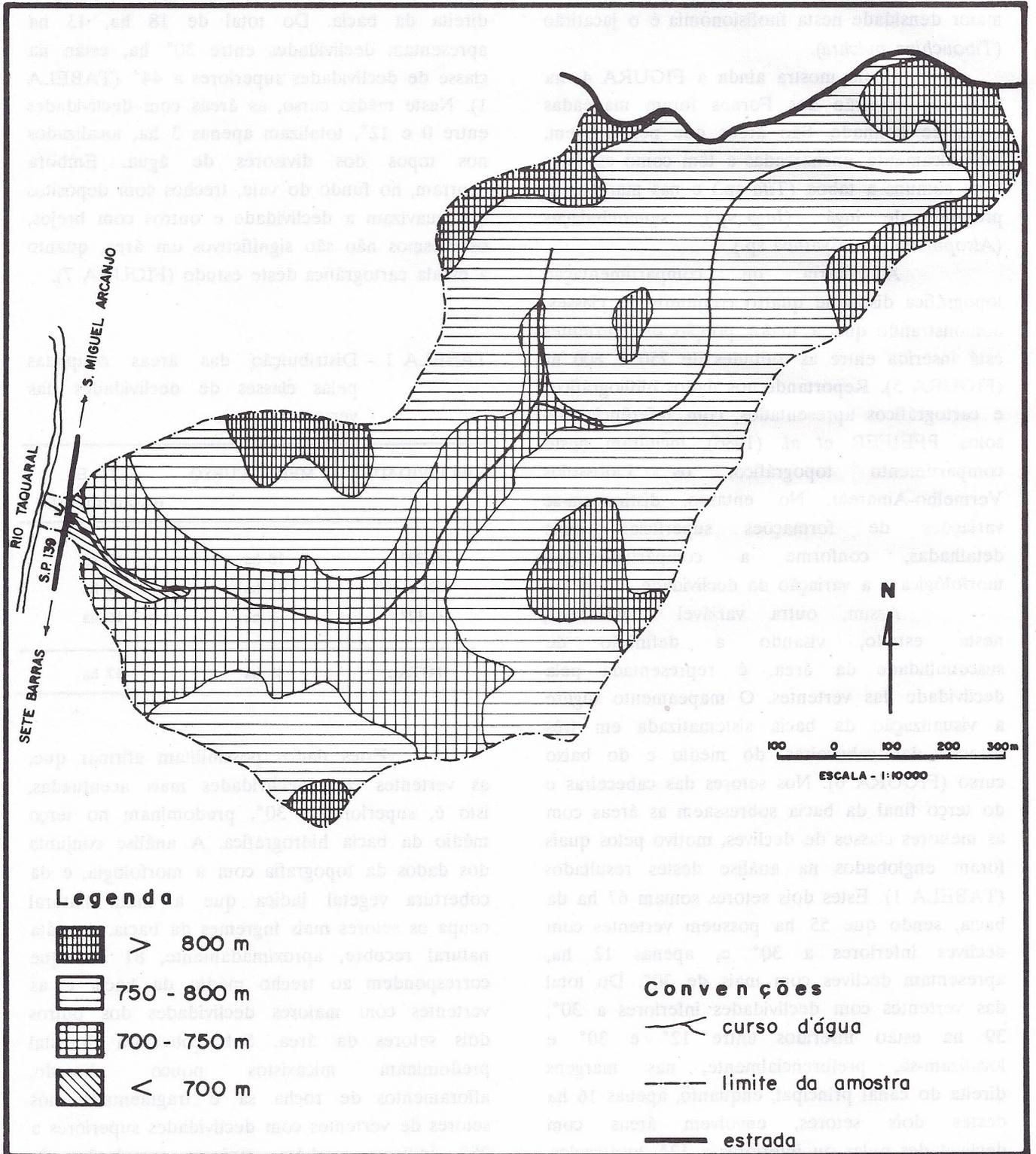


FIGURA 5 - Carta de classes de altitudes do relevo da bacia do ribeirão dos Fornos no Parque Estadual de Carlos Botelho - SP.

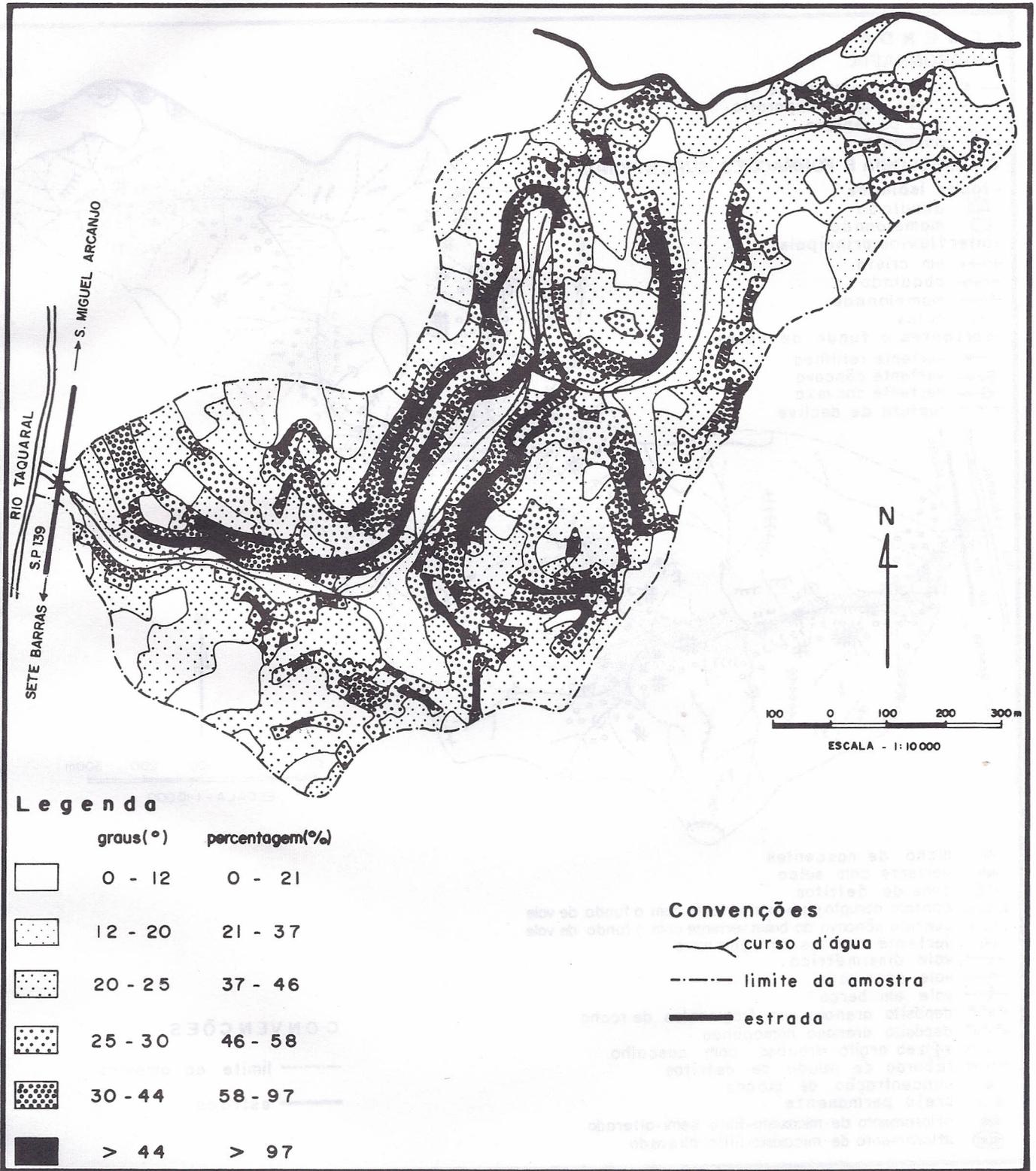


FIGURA 6 - Carta de declividades da bacia do ribeirão dos Fornos no Parque Estadual de Carlos Botelho - SP.

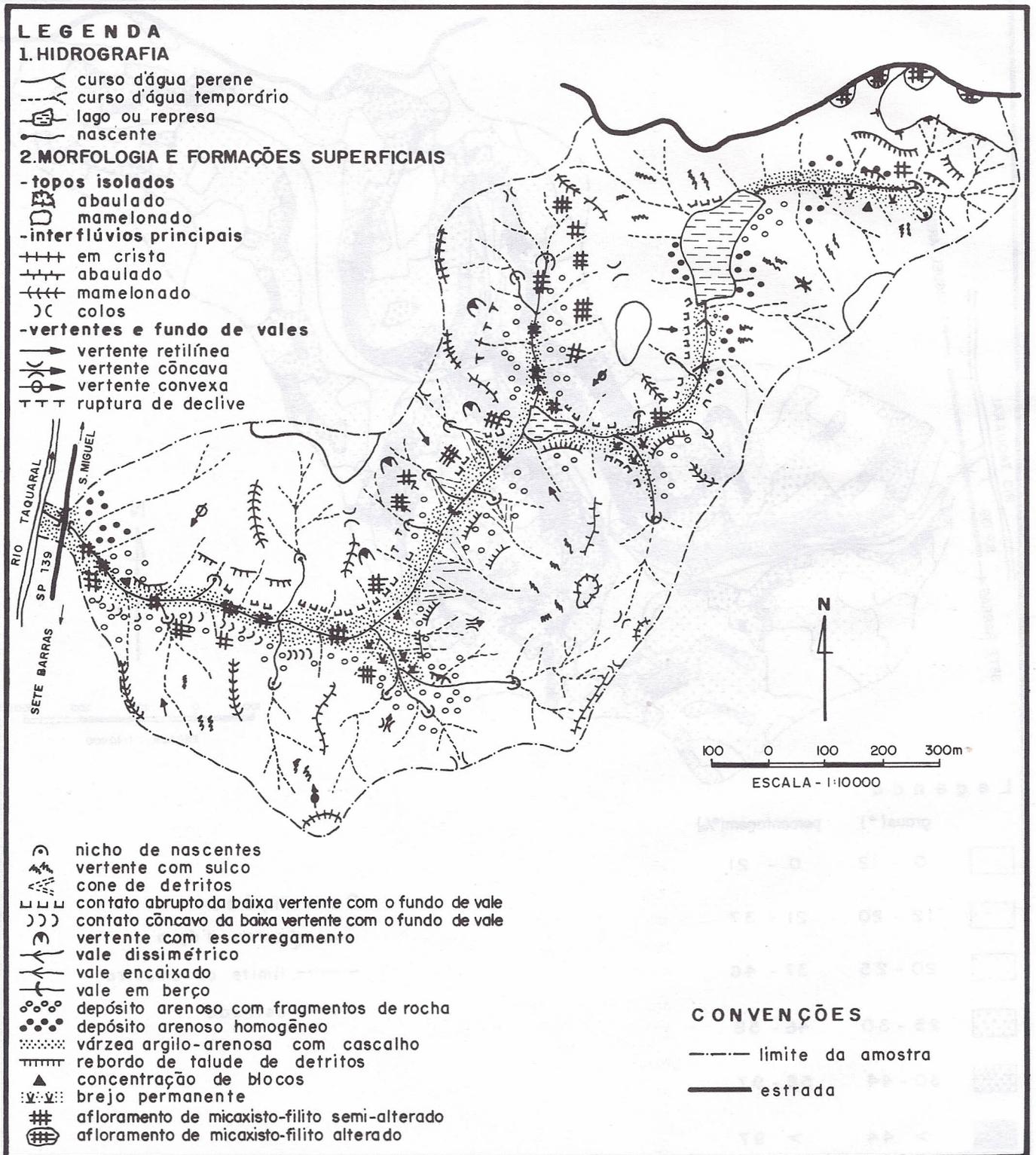


FIGURA 7 - Carta geomorfológica da bacia do ribeirão dos Fornos no Parque Estadual de Carlos Botelho - SP.

O exame da carta geomorfológica (FIGURA 7) ressalta uma sistemática de classificação dos interflúvios, de acordo com as características dos topos e das altas vertentes, isto é, a morfologia do compartimento altimétrico mais elevado do divisor d'água. Através deste princípio, os interflúvios que apresentam topos pouco arredondados foram denominados de abaulados, enquanto os que apresentam maior arredondamento foram incluídos na categoria de mamelonados. Os topos em crista referem-se àqueles que possuem cumes em saliência, destacando-se pela maior declividade.

Tendo por base esta sistemática, constata-se que os interflúvios principais dos compartimentos da alta bacia possuem formas mamelonadas e que, ao sul e sudeste da área, ocorrem topos abaulados. Quanto aos divisores secundários, isto é, os interflúvios internos da bacia, distingue-se a existência dos três tipos, sem predominância. A carta geomorfológica revela também, que no terço inicial da bacia não há divisores d'água destacados, caracterizando esta área como uma grande bacia de recepção de drenagem pluvial. Os interflúvios que separam as três principais sub-bacias, que compõem a bacia do ribeirão dos Fornos, são, referencialmente abaulados (FIGURA 7).

A morfologia da alta bacia é caracterizada por topos suaves, desníveis pouco expressivos e fundo de vale em berço ou chato. O contato das baixas vertentes com o fundo do vale é suave, ocorrendo poucos locais com contato mais acentuado, devido a ocorrência de maior espessura dos depósitos. A ação antrópica contribuiu para a formação de alguns barrancos, ao longo da represa, ocasionados pela retirada de material para a formação do dique. As vertentes demonstram locais com erosão de entalhamento e de outros, com erosão superficial e, próximo às margens da represa, há depósitos de materiais arenosos que, em episódios de chuva mais intensa, são carrreados para o fundo da mesma. Nos setores das nascentes principais, entre 770 e 800 m, no fundo do vale, há grande quantidade de "olhos d'água", que ocasiona a permanência

de área de brejo.

As rupturas de declives mais acentuadas ocorrem nos setores médios da bacia, em vertentes com perfís retilíneos e afloramentos do substrato rochoso. Nestes trechos, foram registrados contatos abruptos das baixas vertentes com o fundo do vale e a várzea apresenta maior largura na vertente oposta, caracterizando fundo de vale dissimétrico. Estas vertentes opostas, apresentam contatos côncavos com o fundo do vale e, em vários pontos, é possível verificar, através da espessura aparente dos depósitos, que estes são constituídos por detritos fornecidos pelas altas vertentes, interpostos por camadas de sedimentos aluviais, caracterizando depósitos mistos.

Os depósitos alúvio-colúviais são mais expressivos nas áreas que compõem pequenos alvéolos, com várzeas mais largas e assoreadas. Estes alvéolos recebem, freqüentemente, grande quantidade de detritos das vertentes, em períodos de chuva concentrada de alta intensidade. Alguns setores do leito maior do canal, a montante destes alvéolos, são permanentemente brejosos, caracterizando vale pantanoso, enquanto outros apresentam vale encaixado. Assim, ao longo do vale, existem vários segmentos do canal com planície fluvial alagada, durante o ano todo, e outros, assoreados por grande quantidade de cascalhos. Nas baixas vertentes, os depósitos são mais expressivos na margem esquerda do ribeirão, ocasionados também, pela maior declividade das vertentes opostas, com contatos abruptos no sopé das mesmas. DOMINGUES (1983) e KIENHOLZ *et al.* (1984) relatam sobre estas alternâncias morfológicas do perfil longitudinal dos canais fluviais, em áreas escarpadas, com características biofísicas semelhantes às do ribeirão dos Fornos. São segmentos das bases das vertentes, ora com contatos suavizados pelo acúmulo de detritos, ora com contatos abruptos, em função de maior influência estrutural e litológica.

Os cones de dejeção são freqüentes no terço médio da bacia hidrográfica, apresentando-se, atualmente, entalhados pelo escoamento pluvial concentrado. Ao longo do

canal fluvial há afloramentos rochosos em forma de soleiras, ocasionando, também, contatos abruptos das baixas vertentes com o fundo do vale.

Quanto à análise morfológica-estrutural, sobressai a ocorrência de três pontos de mudanças bruscas da direção do vale, locais denominados de "cotovelos estruturais". São formados em função da imposição geoestrutural e de fraqueza da rocha, frente à ação de entalhe dos rios. Esta característica morfoestrutural da bacia foi, também, observada por DOMINGUES & SILVA (1988) em estudo regional, em outras bacias deste setor do Planalto de Guapiara. O ribeirão dos Fornos, assim como outros ribeirões formadores do alto curso do rio Taquaral, no planalto de Guapiara, apresenta um grande número de canais de pequena extensão, organizados segundo padrão dendrítico e sub-dendrítico, com alguns cotovelos estruturais e ocorrência de drenagem paralela, concordando com os autores citados.

A predominância, ao sul da área, de divisores d'água mais salientes, de vertentes retilíneas, de contatos abruptos e de canais encaixados, caracteriza uma morfologia condicionada às características geoestruturais, também ressaltadas por DOMINGUES (1983). Assim, conforme aspectos morfoestruturais já descritos, contata-se que o curso d'água principal, apresenta direção leste-oeste, nos terços inicial e final, com percurso mais curto. Nos trechos entre os cotovelos estruturais, o canal apresenta direção, aproximada, norte-sul, com percurso mais longo.

O mapeamento geomorfológico destaca, na margem direita do baixo curso a existência de vertentes convexas, rupturas de declives e contatos abruptos com o fundo de vale. Na margem esquerda, no entanto, as altas vertentes são retilíneas e com perfis suaves, em direção ao fundo do vale. Neste, predominam contatos côncavos, amenizados pela disposição de sedimentos coluviais, ora heterogêneos e, em outros pontos, com composição granulométrica homogênea. No trecho final do canal principal as

declividades são menores, embora ocorram vertentes com contatos dissimétricos, isto é, maior encaixamento do fundo do vale, na margem direita, devido à maior declividade e, na margem esquerda, existência de rampas mais suaves. Os fundos de vales dissimétricos ocorrem em outros trechos do canal, principalmente, no médio curso.

Os aspectos geológicos, de acordo com afirmações anteriores, estabelecem os traços da rede de drenagem, da morfologia dos vales encaixados e do desvio da drenagem. Além destas influências, o controle estrutural é verificado, ainda, na forma retangular da bacia hidrográfica e na sua disposição, obedecendo o sentido nordeste-sudoeste, atribuído ao conjunto das estruturas regionais, cujo elemento mais importante é o falhamento dos Agudos Grandes, verificados também, por DOMINGUES *et al.* (1987) e por DOMINGUES & SILVA (1988).

Em superfície, principalmente nas vertentes da margem direita, com exceção dos topos mais suaves, onde o regolito é mais espesso, o Pré-Cambriano é dominante sobre as formações de solos. Filitos e micaxitos dirigidos para leste-nordeste, com inclinação para Norte, afloram, mineralmente brutos e, principalmente, semi-alterados conservando as estruturas, em quase todas estas vertentes. Nos topos, em áreas da alta bacia, estão expostos em barrancos ao longo da estrada, em perfis de 1,5 m de regolito vermelho amarelado, com bastante argila nos horizontes da rizosfera. Estes, são recapeados por camada delgada de matéria orgânica e recobrem a rocha alterada e semi-alterada, revelando alta intensidade de diáclases e fraturas nos horizontes inferiores, constituindo características próprias dos "agentes predisponentes" aos escorregamentos, salientados por PRANDINI *et al.* (1982), nas escarpas da Serra do Mar.

A área contém vertentes com faces, preferencialmente, voltadas para sudoeste e noroeste. Os dados de orientação das vertentes (FIGURA 8 e TABELA 2), embasam esta afirmação e demonstram que, 41 ha apresentam vertentes inclusas na categoria sul, com variações sudoeste-sudeste e localizam-se na margem direita

da bacia. A segunda maior predominância é constituída pela classe de orientação que engloba encostas com faces norte com variações noroeste-nordeste, compreendendo 34 ha. A existência de 19 ha sudoeste e, 16 ha noroeste, indica a predominância de exposição associada à forma retangular e a disposição nordeste-sudoeste da bacia hidrográfica (TABELA 2).

No restante da área, salienta-se como de grande importância o fato de que, apenas 16 ha estão incluídos na categoria de exposição azimute, isto é, preferencialmente horizontal. Este dado reforça a afirmação de que, dos 19 ha de áreas com declives inferiores a 12° (TABELA 1), 16 ha são planos, ou quase planos, compreendendo as planícies fluviais e os topos mais amplos (TABELA 2).

TABELA 2 - Distribuição das áreas ocupadas pelas classes de exposição de vertentes.

EXPOSIÇÃO	ÁREA (ha)
Norte	08
Nordeste	08
Noroeste	16
Sul	10
Sudeste	12
Sudoeste	19
Leste	04
Oeste	07
Topo	09
Vale	07
<b>TOTAL</b>	<b>102</b>

A análise dos mapas elaborados ressalta um aspecto fundamental, quanto à espessura das formações superficiais. Entre as altitudes de 750 e 800 m, em todo o setor com predomínio de vertentes com faces sul-sudeste-sudoeste da margem direita, a espessura do solo é pouco expressiva, variando entre 10 e 20 cm. Retirada a cobertura orgânica

constata-se a existência do solo mineral bruto, correspondendo à rocha semi-alterada e fortemente cisalhada. Nestes setores a cobertura vegetal é composta principalmente por mata natural, sendo uma pequena parte representada pelo capoeirão. Mesmo com a presença da mata, ocorrem alguns movimentos do solo, em forma de pequenos escorregamentos e rastejos, indicando que a declividade é uma variável dominante em vertentes com declividades superiores a 25°. Constata-se, entretanto que em declividades inferiores a 30°, a cobertura florestal desempenha grande proteção às vertentes, contribuindo para a estabilização das encostas e minimização da ação dos processos erosivos. Verifica-se que o desenvolvimento do sistema radicular forma um obstáculo físico, aumentando a resistência ao deslizamento, conforme ressalta LIMA (1986), preferencialmente, em vertentes retilíneas e convexas, com face de exposição sul e variação sudoeste, conforme indicam os dados obtidos neste estudo. Esta interação de forças, que promovem, com maior ou menor rapidez, a dinâmica do meio biofísico desta área, comprova a complexidade da abordagem multidisciplinar ressaltada por PRANDINI *et al.* (1982), quando descreve sobre os agentes predisponentes e efetivos na prevenção e controle da erosão.

Como consequência do uso atual do solo, nas áreas drenadas pelo afluente principal do ribeirão dos Fornos há canaletas secundárias de drenagem pluvial bem entalhadas e, no canal principal, ocorrem processos de desbarrancamentos e quedas de blocos, processos erosivos favorecidos pela grande quantidade de diáclases e fraturas nas rochas. As características do meio biofísico e as referentes à ação antrópica, estabelecem a grande suscetibilidade da área, quanto ao aspecto de evolução dos processos. Nas vertentes do alto curso, foi aberta uma trilha de interpretação ambiental e, no fundo do canal, foi implantado um sistema de captação de água para abastecimento da hospedaria do Parque (FIGURA 9). Deste modo, favorecida pelas condições do meio físico e pela alteração humana, na quase totalidade do alto

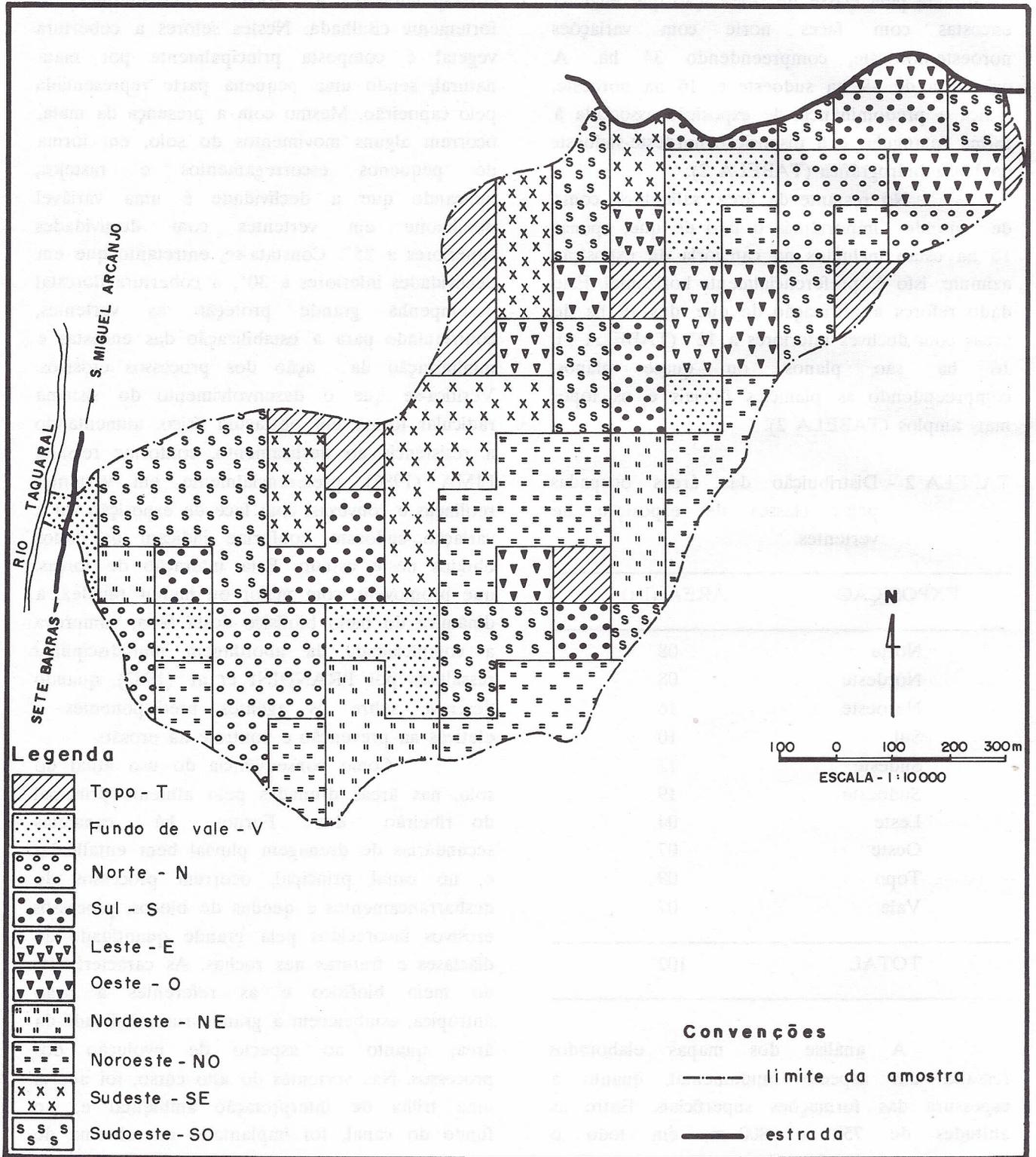


FIGURA 8 - Carta de exposição de vertentes da bacia do ribeirão dos Fornos no Parque Estadual de Carlos Botelho - SP.

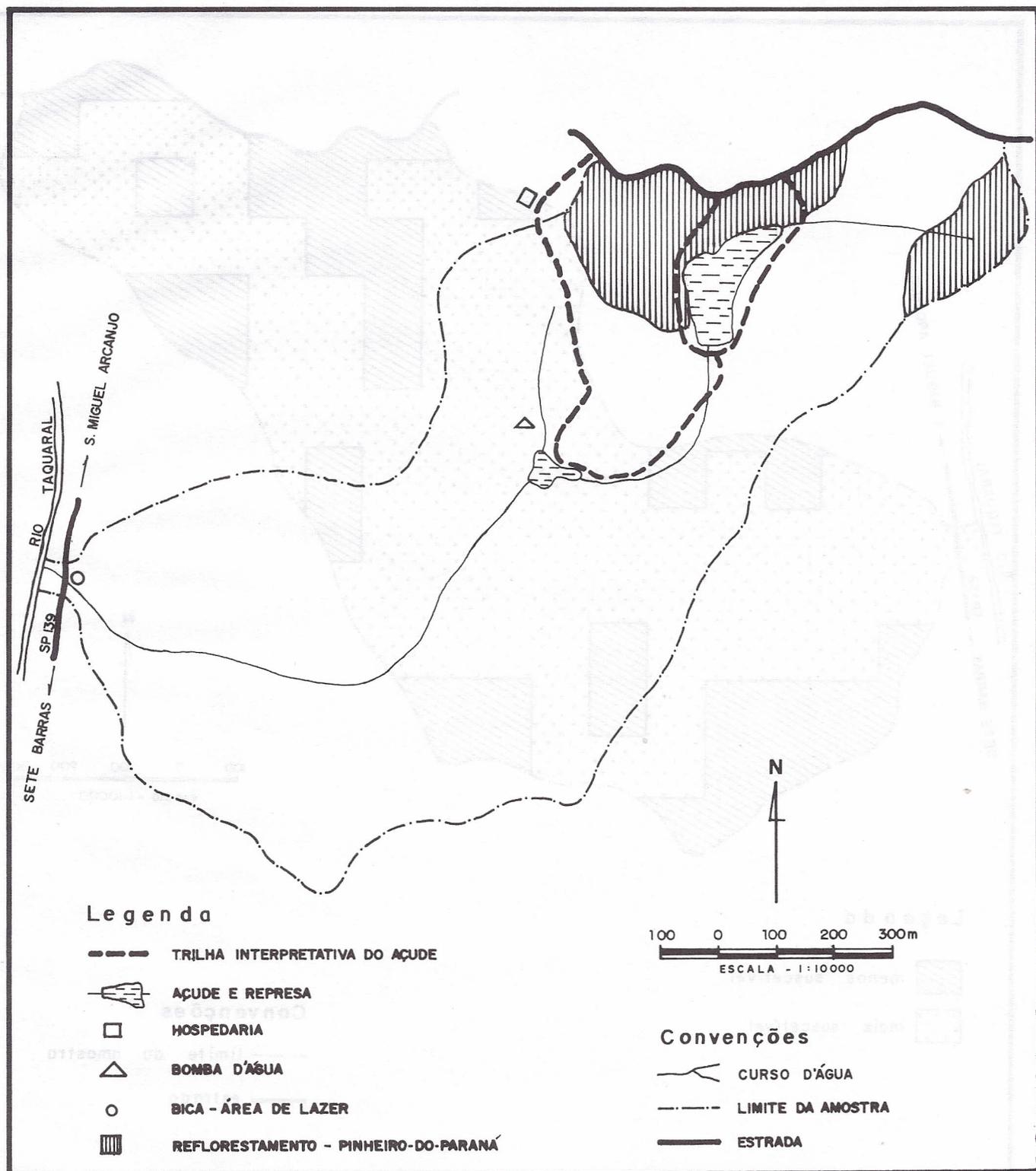


FIGURA 9 - Carta de uso atual da bacia do ribeirão dos Fornos no Parque Estadual de Carlos Botelho - SP.

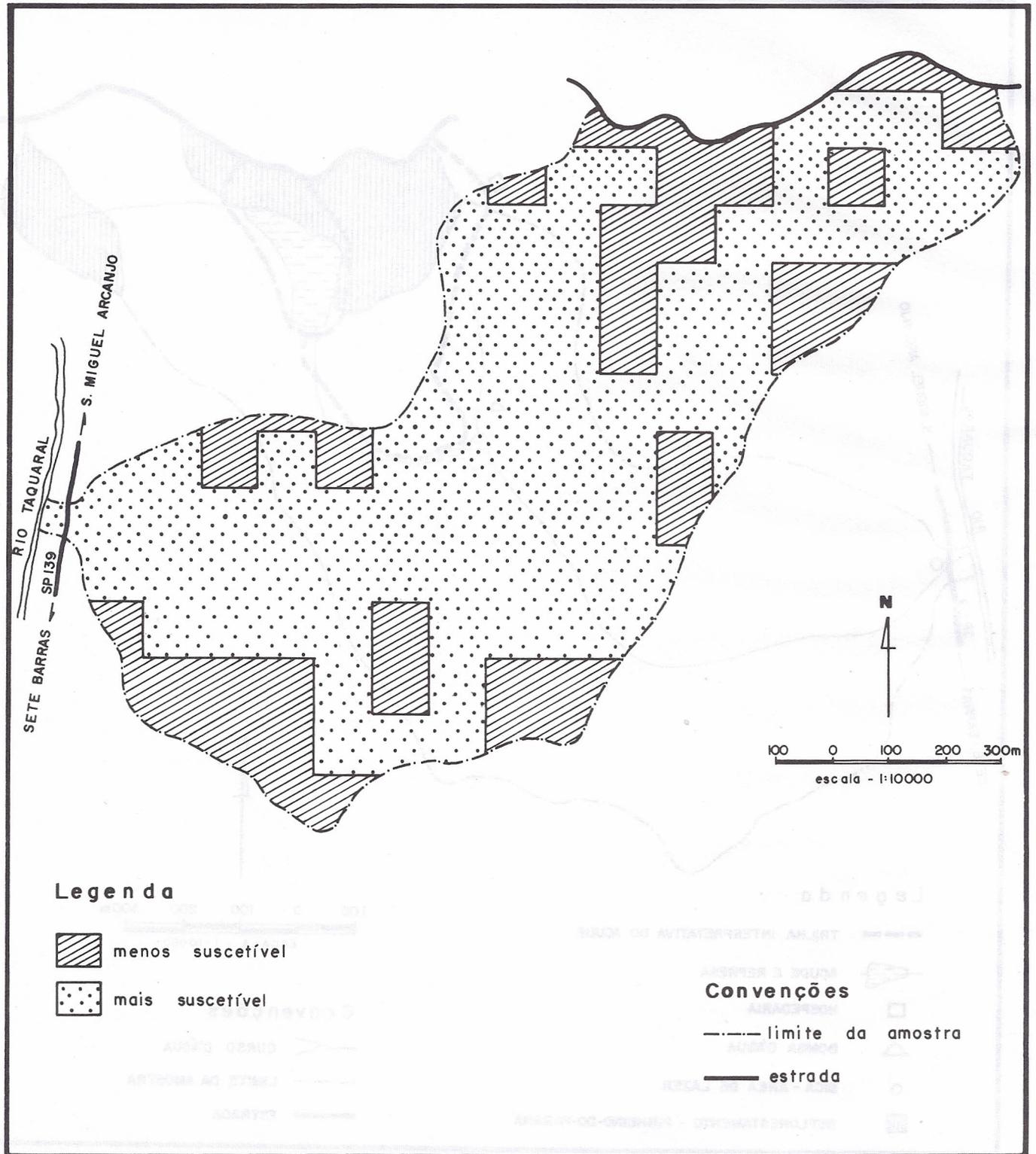


FIGURA 10 - Carta de classes de suscetibilidade à erosão da bacia do ribeirão dos Fornos no Parque Estadual de Carlos Botelho - SP.

curso, a dinâmica dos processos caracteriza maior instabilidade para este setor, indicados pelos dados do levantamento do uso do solo.

A análise das variáveis exposição de vertentes e uso do solo revela que, das áreas desmatadas no passado e atualmente recobertas por vegetação secundária e por reflorestamento, no curso superior, apenas 6 ha possuem vertentes com faces norte-noroeste. Comparando-se os dados obtidos neste estudo, com relação a estas variáveis, constata-se que, as vertentes com exposição norte-noroeste, consideradas por AKIYA *et al.* (1986) como mais suscetíveis a erosão, não apresentam igual importância na bacia do ribeirão dos Fornos. Revisando os dados obtidos, este fato pode ser explicado pela existência de cobertura florestal, na quase totalidade da bacia, diminuindo a importância da variável exposição de vertentes. Observa-se, portanto, que no alto curso, o assoreamento da represa já comprova que, como consequência do desmatamento, as vertentes inclusas em todas as categorias de exposição contribuem, com alta taxa de sedimentos, indicando que nestas áreas das cabeceiras, os processos geomorfológicos de perda dos solos, apresentam maiores correlações com a variável uso do solo e, menores relações, com a de exposição de vertentes.

Quanto à área total da bacia, conforme mostram, principalmente, as cartas de declividades, de vegetação e de exposição de vertentes, distinguem-se que, 26 ha estão inseridos na categoria norte-noroeste mas, 83 ha, nas classes de declives superiores a 12°, que embora recobertos por vegetação florestal natural, incluem-se na classe de declividade com maior potencialidade à erosão. Estes resultados concordam, também, com DOMINGUES *et al.* (1987) que pesquisaram o relevo regional.

Ao se estabelecer correlações entre os dados obtidos de todas as variáveis, em busca das interpretações dos resultados verifica-se que, da área total da bacia hidrográfica mais da metade, ou seja, 74 ha distinguem-se como mais suscetíveis à erosão (FIGURA 10). Estes dados apontam, conseqüentemente, como áreas menos

suscetíveis à erosão, o total de 28 ha. Reportando aos dados de declividades, constata-se que, deste conjunto de áreas menos críticas, apenas 9 ha possuem declividades superiores a 12°.

## 5 CONCLUSÕES

As interpretações dos resultados obtidos neste estudo demonstram que a bacia do ribeirão dos Fornos é uma típica drenagem de relevo de transição. Embora contendo apenas 102 ha, o que a classifica como uma microbacia hidrográfica, as características de relevo de transição são fortemente destacadas. Os compartimentos topomorfológicos da alta bacia são distintos por interflúvios arredondados, vertentes com perfis suaves e declividades inferiores a 25°, ocorrendo maior porção da área entre 12° e 25°. Portanto, as áreas das cabeceiras são incluídas em classe de relevo característica do planalto. Os compartimentos médios da bacia, assim como os inferiores, demonstram formas abruptas de topos, declividades acentuadas, rupturas bruscas de declives, vales encaixados com afloramentos rochosos. Estes elementos correspondem à morfologia do domínio das escarpas costeiras.

As interpretações finais conduzem à conclusão de que as declividades superiores a 12°, a classe de exposição sudoeste e a morfologia associada ao controle geológico são as variáveis de maior importância associadas à instabilidade da área. Em áreas de matas naturais, os processos geomorfológicos são mais destacados em vertentes com exposição sul-sudoeste e declividades superiores a 30°, preferencialmente, no curso médio e início do terço final da bacia. Concluem-se, portanto, maiores correlações entre as variáveis processos erosivos e declividades, sendo que em áreas com alterações antrópicas, os processos geomorfológicos ocorrem, indistintamente, com relação às variáveis referidas. Assim, a variável uso do solo, sobressai-se quanto ao aumento da

suscetibilidade das vertentes, independente das outras.

As interpretações das correlações dos dados obtidos oferecem fundamentos para concluir que a maior porção da microbacia, isto é, 74 ha, compõe características de meio biofísico mais suscetível à erosão, enquanto os 28 ha restantes, apresentam traços de áreas, potencialmente menos suscetíveis. Concluem-se que, as variáveis morfologia e declividade das vertentes e o uso do solo, apresentam as maiores correlações com a evolução dos processos erosivos, atribuindo, também, maior suscetibilidade às vertentes.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKIA, K.; SAWADA, H.; HATAMURA, R.; PFEIFER, R. M. & DOMINGUES, E. N. 1986. Prediction research of surface erosion in Taubaté, São Paulo, Brazil. In: JAPAN FORESTRY ASSOCIATION GENERAL MEETING, 97, Japão, abr./1986, 549-550.
- AUGUSTIN, C. H. R. R. 1985. A Geografia física: o levantamento integrado e avaliação de recursos naturais. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, Rio Claro, dez. 3-7, 1984. *Anais... Bol. Geogr. Teor.*, Rio Claro, 15(29-30):141-153.
- CUSTODIO FILHO, A.; FRANCO, G. A. D. C.; DIAS, A. C.; NEGREIROS, O. C. de. 1992. Composição florística do estrato arbóreo do Parque Estadual de Carlos Botelho, SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, mar./abr., 29-03, 1992. *Anais... Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, 4(1):184-191. Pt. 1 (Edição Especial)
- DE BIASI, M. 1970. Cartas de declividades: confecção e utilização. *Geomorfologia*, São Paulo, (21):8-13.
- DIAS A. C. 1993. *Estrutura e diversidade do componente arbóreo e a regeneração natural do palmito Euterpe edulis em um trecho de mata secundária, no Parque Estadual de Carlos Botelho, SP.* Piracicaba, ESALQ. 126p. (Dissertação de Mestrado)
- DOMINGUES, E.N. 1983. *Estudo de Processos Geomorfológicos do Escoamento Fluvial e Evolução de Vertentes da Serra do Mar - SP.* São Paulo, USP/FFLCH - Deptº de Geografia. 153p. (Dissertação de Mestrado)
- \_\_\_\_\_; SILVA, D. A. da & VELLARDI, A. C. V. 1987. Correlações topomorfológicas, geológicas e de declividades do Parque Estadual de Carlos Botelho - SP. *Boletim Técnico IF*, São Paulo, 41(2):377-420.
- \_\_\_\_\_ & SILVA, D. A. da. 1988. Geomorfologia do Parque Estadual de Carlos Botelho - SP. *Boletim Técnico IF*, São Paulo, 42(único):71-105.
- GOMES, H. 1988. A questão ambiental: idealismo e realismo ecológico. São Paulo, *Terra Livre, Geografia & Questão Ambiental*, São Paulo, AGB/Ed. Marco Zero, 3: 33-54.
- HENSDIJK, D. C. & CAMPOS, J. C. C. 1967. Programa de manejo das florestas de produção estaduais. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 6(único):365-405.
- HORTON, R. E. 1945. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geol. Soc. Americ. Bull.*, Colorado, 56(3):275-370.
- JOURNAUX, A. 1975. *Légende pour une carte de l'environnement de sa dynamique.* Caen, Fac. Lett. et Scien. Hum. de Caen, par ASFORMASUP, Centre de Geomorph. du C.N.R.S. 23p.
- KIENHOLZ, H.; SCHNEIDER, G.; BICHSEL, M.; GRUNDER, M. & MOOL, P. 1984. Mapping of mountain hazards and slope stability. (Kathmandu-Kakani Area). *Mountain Research and Development*, Berne - Switzerland, 4(3):247-266.
- LEITÃO FILHO, H. F. 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão - SP, set. 12-18, 1982. *Anais...*

DOMINGUES, E. N. *et al.* O meio biofísico da bacia do ribeirão dos Fornos, no Parque Estadual de Carlos Botelho - SP.

*Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 16(1):197-206.

LIMA W. de P. 1986. *Princípios de Hidrologia Florestal para o Manejo de Bacias Hidrográficas*. Piracicaba, ESALQ - Deptº de Silvicultura. 242p.

PFEIFER, R. M.; CARVALHO, W. A.; SILVA, D. A. da; ROSSI, M. & MENDICINO, L. F. 1986. Levantamento semidetalhado dos solos do Parque Estadual de Carlos Botelho, SP. *Boletim Técnico IF*, São Paulo, 40(1):75-109.

PRANDINI, F. L.; IWASA, O. Y. & OLIVEIRA, A. M. 1982. A cobertura vegetal nos processos de evolução do relevo: o papel da floresta. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão - SP, set. 12-18, 1982. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 16A:1568-1582. Pt. 3 (Edição Especial)

TRICART, J. 1964. *Principles et Méthodes de la Géomorphologie*. Paris, Masson et Cie. 496p.

\_\_\_\_\_. 1976. *Ecodynamique et Aménagement*. *Revue de Géomorphologie Dynamique*, Paris, 25(1):19-32.

\_\_\_\_\_. 1977. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro, IBGE/SUPREN. 91p.

YAMAZOE, G.; DIAS, A. C.; MOURA NETTO, B. V. de & GURGEL GARRIDO, L. M. do A. 1990. Enriquecimento de vegetação secundária com *Euterpe edulis* Mart. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, 2(1):55-67.