

## **PROPOSTA de Zoneamento Ecológico para a RESERVA DE Cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro, SP)**

**Vânia Regina Pivello\*, Marisa Dantas Bitencourt<sup>2</sup>, Waldir Mantovani<sup>2</sup>, Humberto Navarro de Mesquita Junior, Marco Antonio Batalha, Cláudia Nagako Shida<sup>3</sup>**

Vânia R. Pivello - Depto. de Ecologia Geral, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo - Rua do Matão, Trav. 14, nº321, Cidade Universitária, São Paulo, S.P., CEP 05508-900 FAX: (011)813-4151 vrpivel@spider.usp.br

---

### **RESUMO**

Foi elaborada uma proposta de zoneamento para a Reserva de Cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro, S.P.), baseada em suas características fisiográficas, biológicas, legais e institucionais. A abordagem adotada segue os princípios da Ecologia da Paisagem e o método seguiu o cruzamento de informações espacializadas, por meio de cartografia computadorizada. Foi elaborada uma base temática digital, utilizando-se um sistema de informação geográfica (IDRISI), constando dos temas: topografia, hipsometria, declividade, orientação de vertentes, atributos geológicos, unidades geomorfológicas e fitofisionomias. Clima e solos foram caracterizados em nível regional. Foram então cruzadas as informações e estabelecidas unidades de paisagem na área de estudo, cujas características geomorfológicas e de cobertura vegetal apresentavam-se semelhantes. Uma nova análise conferiu níveis de fragilidade ambiental a estas unidades de paisagem. Adicionando-se considerações pertinentes à legislação ambiental, a área de estudo foi dividida em quatro zonas: de preservação integral, de pesquisas intensivas, administrativa e de apoio logístico, e de recuperação, esta última sendo variável conforme a necessidade apresentada.

**Palavras-chave:** cerrado, Brasil, zoneamento ecológico, SIG.

---

## INTRODUÇÃO

Um zoneamento tem por objetivo "ordenar o território segundo suas características bióticas e abióticas básicas, através do agrupamento de áreas cujos conjuntos formam unidades de terra relativamente homogêneas" (32), a fim de entender as individualidades de cada unidade - propondo-lhes usos diferenciados para o melhor aproveitamento de seus potenciais - e também de entender a dinâmica de funcionamento destas unidades em conjunto, respeitando suas inter-relações e limitações. Assim, a legislação ambiental nacional reafirma os zoneamentos como um importante instrumento de planejamento ambiental (Lei Federal nº 6.938/81), contribuindo para disciplinar o uso das terras, organizar o espaço e solucionar conflitos de uso. Podem ser estabelecidos em diferentes escalas espaciais (para uma região, município, cidade, bairro, etc) e com diferentes enfoques de uso (rural, urbano, conservacionista).

No planejamento de unidades de conservação, o zoneamento constitui a primeira etapa de sua organização interna, que deve culminar no estabelecimento de um plano de manejo. Assim, o zoneamento tem por fim relacionar as atividades previstas para a unidade de conservação (científicas, culturais, recreativas, preservacionistas), aos locais mais apropriados à sua realização, conforme as características físicas e bióticas locais, a fim de compatibilizar a conservação dos recursos naturais com outros usos. Cada parcela (ou zona) estabelecida atende a um ou mais objetivos da unidade de conservação e possui as devidas restrições ao uso. Observa-se, porém, que apenas o zoneamento interno da unidade de conservação não é suficiente à sua proteção, sendo imprescindível também o controle das atividades em seu entorno. Um primeiro reconhecimento dessa necessidade é expresso legalmente pelo Decreto Federal nº 99.274, de 06/06/90, que institui um raio de proteção de dez quilômetros ao redor das unidades de conservação, onde as atividades deverão ficar subordinadas às normas editadas pelo IBAMA.

É durante o processo de zoneamento que são identificadas as áreas de maior fragilidade e são tomadas decisões acerca daquelas mais relevantes à conservação, dos locais a serem recuperados, da infra-estrutura necessária (13). No entanto, para que estas decisões sejam possíveis, é necessário o conhecimento da composição, estrutura e dinâmica dos ecossistemas. Esse conhecimento passa pela análise das características geomorfopedológicas, biológicas e antrópicas da unidade de conservação e da região em que se insere. Assim sendo, a abordagem em planejamento ambiental deve ser necessariamente holística, ou seja, considerando e inter-conectando todos os componentes do meio (28).

Hoje, os conceitos estabelecidos pela Ecologia da Paisagem nos fornecem uma das melhores bases para trabalhar integradamente os componentes do meio. A paisagem é entendida como uma porção de terra heterogênea, na forma ou no uso, que contém um grupo de ecossistemas ou unidades homogêneas que se repetem e interagem (10). A compreensão das interações entre as paisagens, ou suas unidades, permite a visão holística e sintética do território, necessária ao planejamento ambiental.

Diversos trabalhos vêm sendo feitos para estabelecer ou propor zoneamentos às unidades de conservação do estado de São Paulo (5, 26, 29, 30, 33), embora muitas ainda não disponham deste instrumento essencial de ordenação, exigido pela legislação ambiental brasileira (Lei Federal nº 6.902, de 27/04/81, Decreto Federal nº 99.274, de 06/06/90). Aquelas que contam com planos de manejo e possuem um zoneamento são em número

ainda menor, como os Parques Estaduais de Campos do Jordão, da Cantareira, da Ilha Anchieta e da Ilha do Cardoso (33) e, embora a maior parte destes planos de manejo tenha sido concebida na década de 70, eles ainda não se encontram implantados.

Com relação à Reserva de Cerrado Pé-de-Gigante (RCPG), objeto deste estudo, cabe esclarecer que foi elaborado um "plano conceitual de manejo" para o Parque Estadual de Vassununga (3), ao qual pertence a área em questão. Entretanto, tal estudo refere-se somente às porções do Parque cobertas por floresta estacional semidecidual, não considerando o cerrado Pé-de-Gigante.

O presente estudo objetivou a elaboração de uma proposta de zoneamento para a RCPG (Santa Rita do Passa Quatro, S.P.), tendo em vista também outras metas mais específicas, como: a caracterização da área em seus aspectos espaciais, fisiográficos, bióticos e legais; a criação de um banco de dados geográficos informatizado, por meio de um sistema de informações geográficas (SIG); a identificação de áreas degradadas e que requerem cuidado específico. Esta proposta de zoneamento visa colaborar com a conservação de um dos poucos fragmentos de cerrado remanescentes no Estado de São Paulo que, segundo levantamentos recentes (31), hoje somam apenas cerca de 1% de sua área original no Estado.

## ÁREA DE ESTUDO

### **Histórico:**

A história da RCPG inicia em fins da década de 60, quando a Usina Açucareira Vassununga (Santa Rita do Passa Quatro, S.P.) entrou em falência e passou ao Estado quatro glebas cobertas por floresta estacional com jequitibás (glebas Capão da Várzea, Capetinga, Praxedes e Maravilha) e uma com vegetação de cerrado, a gleba Pé-de-Gigante, como pagamento de suas dívidas. Em 1970, estas cinco glebas vieram, pelo Decreto Federal 52.546, de 26/10/70, a constituir o Parque Estadual de Vassununga, sob a responsabilidade do Instituto Florestal do Estado de São Paulo. Ao Estado, porém, cabia mais uma porção de terras, coberta por vegetação de cerrado, que seria destinada ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo e se chamaria Reserva Mangaíba, destinada a pesquisas ecológicas. Porém, devido a imprecisões na demarcação destas terras, o Estado nunca conseguiu registrar sua posse.

Em 1971, o Decreto 52.720, de 12/03/71, incorpora ao Parque Estadual de Vassununga outra gleba de floresta estacional, a gleba Capetinga Leste (totalizando cinco glebas de floresta) (Fig. 1) e passa a gleba Pé-de-Gigante ao Instituto de Biociências da USP, a qual deveria constituir a Estação Biológica de Mangaíba. Desde então, surgiu uma disputa entre a Universidade de São Paulo e o Instituto Florestal pela área do Pé-de-Gigante, ficando o processo jurídico em tramitação por mais de duas décadas.

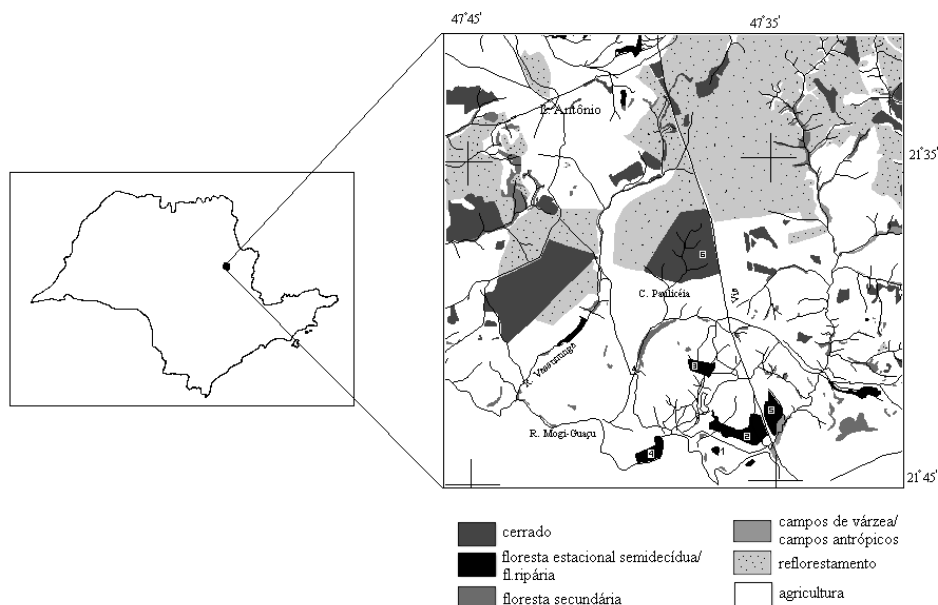


Figura 1 - Localização da reserva de cerrado Pé-de-Gigante e das outras glebas do Parque Estadual de Vassununga (1= Capão da Várzea; 2= Capetinga; 3= Praxedes; 4= Maravilha; 5= Capetinga Leste; 6= Pé-de-Gigante) e uso do solo num raio de dez quilômetros ao redor da reserva Pé-de-Gigante.

A fim de assegurar a proteção do cerrado remanescente, foi criada, em 06/6/1990, pelo Decreto Federal 99.275, a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Cerrado Pé-de-Gigante, com cerca de 1.225 ha. A ARIE constitui uma categoria temporária de unidade de conservação, que visa manter a integridade dos recursos naturais relevantes até a definição dos objetivos para a área. Ao mesmo tempo, a fim de solucionar o problema da posse da área, foi elaborada uma minuta de decreto que transformaria esta ARIE em Estação Ecológica, pertencente ao Instituto de Biociências da USP, a quem caberia sua administração e fiscalização. Finalmente, em 1995, decidiu-se por uma gestão conjunta da área, a cargo tanto do Instituto de Biociências da USP como do Instituto Florestal. Uma primeira minuta de convênio (Resolução Conjunta SMA/USP 1/96) foi assinada em 03/7/97, estabelecendo-se então o acordo entre as duas partes. Conforme o acordo, esta área volta a ser uma gleba do Parque Estadual de Vassununga.

Neste trabalho, propõe-se que a RCPG passe à categoria de Estação Ecológica, uma vez que difere totalmente das outras cinco glebas do Parque Estadual, não apenas na vegetação como no uso que é feito da área.

### Caracterização:

A RCPG possui 1.225 ha e cotas altimétricas entre 590 e 740 m (22) e localiza-se no município de Santa Rita do Passa-Quatro (21°38'S e 47°36'W), às margens da rodovia Anhanguera (SP-330, Km 255 a 258) (Fig. 1). Um rebaixamento em seu interior, com o aspecto de uma grande pegada, provavelmente causado por erosão das cabeceiras do Córrego Paulicéia, lhe conferiu o nome.

O clima da região é do tipo "tropical do Brasil Central" (24) ou "subtropical savânico" (36),

ou seja, úmido, com uma estação marcadamente seca durante o ano (de maio a setembro), temperatura média anual inferior a 22°C, pluviosidade anual acima de 1.300 mm e, durante o verão, temperatura média mensal superior a 22°C (20) (Fig. 2).

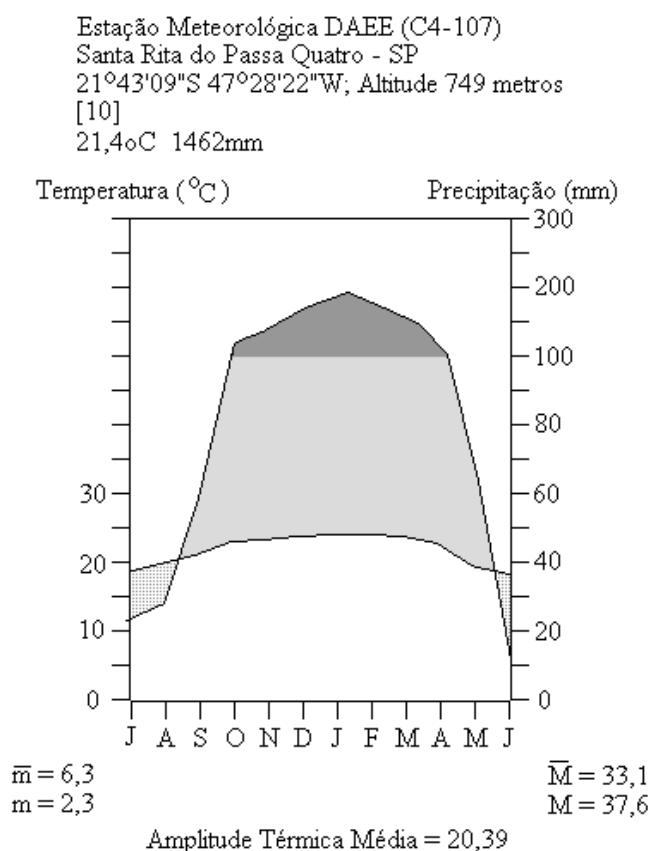


Figura 2 - Climadiagrama segundo Walter & Lieth (36) para a área de estudo, construído com dados para o período entre 1985 e 1994, obtidos junto à Estação Meteorológica do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), no município de Santa Rita do Passa Quatro (21°43'09"S e 47°28'22"W) (22).

O município de Santa Rita do Passa Quatro localiza-se na borda leste da Bacia do Paraná, próximo ao contato entre os sedimentos e o embasamento cristalino. Toda a área abrangida pela RCPG encontra-se sobre a Formação Santa Rita do Passa Quatro, de origem terciária, e proveniente de depósitos aluvionares, constituída principalmente por areias finas. Na área de estudo, a Formação Santa Rita está assentada sobre a Formação Pirambóia, da era Mesozóica, formada por arenitos fluviais. A Formação Pirambóia é a mais representativa da região, tanto em extensão como em espessura. Na vizinhança da RCPG aparece, em superfície, a Formação Serra Geral, do Jura-Cretáceo, também assentada sobre a Formação Pirambóia, e formada por derrames basálticos originados de vulcanismo de fissura, bem como por intrusivas básicas associadas, representadas por "sills" e diques de diabásio (1, 11, 21).

A província geomorfológica em que se insere RCPG é a Depressão Periférica, na zona do Mogi-Guaçu, próxima à província das Cuestas Basálticas (16). O relevo é de degradação, caracterizado por formas suavizadas, levemente onduladas, principalmente morros amplos e colinas médias, predominando baixas declividades e amplitudes locais médias de 100 a 300 m. A drenagem é de baixa densidade, com padrão dendrítico, em vales abertos e planícies aluviais interiores restritas, com presença de voçorocas em vários locais (16),

provavelmente causadas pelas cabeceiras de drenagem com erosão acelerada (6).

Os solos que predominam na região são álicos e distróficos, profundos, porosos e bem drenados, com homogeneidade vertical, destacando-se o Latossolo Vermelho Escuro em associação ao Latossolo Vermelho Amarelo e as Areias Quartzosas. São solos ácidos, com baixos teores de carbono, baixa soma de bases, baixa capacidade de troca de cátions (sempre inferior a 50%). Ocorrem também na região manchas de Latossolo Roxo distrófico, proveniente de derrames basálticos, com maior fertilidade e textura mais argilosa que os anteriores (9, 25).

O cerrado predomina na região, sobre solos mais pobres, representado por diversas fisionomias, principalmente as formas mais adensadas. Sobre manchas de solo basáltico, ocorre a floresta latifoliada semidecídua, com a presença marcante de jequitibás-rosa (*Cariniana legalis* [Mart.] O. Kuntze). A partir do final do século passado, porém, a cobertura vegetal primitiva sofreu grandes alterações, com a implantação de culturas cafeeiras e com a retirada de madeira (35). Em consequência, os remanescentes da vegetação original encontram-se na forma de ilhas, em sua maioria com menos de 1.000 ha.

Dentro RCPG, encontram-se variações fisionômicas de cerrado, do campo sujo ao cerradão, além de campo úmido, floresta semidecídua e floresta ripária, influenciadas pelo tipo de solo local (27). A vegetação encontra-se em condições de conservação relativamente boas, com exceção de pontos localizados no entorno e na sua porção central, onde há perturbações de origem humana e invasão por gramíneas exóticas.

Apesar da expansão agrícola na região, hoje predominando culturas de cítricos e eucalipto, ainda são encontrados na RCPG e imediações, vestígios de animais de médio porte, como capivara, veado, cateto e diversas espécies raras ou em vias de extinção, como lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), onça parda (*Felis concolor*), irara (*Eira barbara*) e tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) (17), indicando que ainda há boa capacidade de suporte para a fauna nativa. Isto provavelmente se deve à existência de fragmentos remanescentes de vegetação nativa, à presença de grandes áreas reflorestadas e à existência de corredores naturais (matas ciliares) ou artificiais (reflorestamentos) e de "stepping stones" (pequenos capões de mata), propiciando a interligação das áreas vegetadas maiores.

## METODOLOGIA

### Elaboração da Base Cartográfica Digital:

Foi construída uma base cartográfica digital, em dois níveis de abordagem espacial: a) local, abrangendo apenas a RCPG, com produtos finais editados na escala 1:50.000 e b) regional, abrangendo as microbacias do rio Mogi-Guaçu pertencentes aos municípios de Luiz Antonio e Santa Rita do Passa Quatro (rio Bebedouro, ribeirão Vassununga e córregos Paulicéia, do Cafundó, Jataí e Boa Sorte), com produtos finais editados na escala 1:100.000. Para a abordagem local, foram elaborados os seguintes mapas temáticos: hipsométrico, de classes de declividade, de atributos geológicos, de unidades geomorfológicas e de fitofisionomias, acrescidos da hidrografia e malha viária. Para a escala regional, foram acrescidos aos temas anteriores a carta pedológica e a de uso das terras.

Inicialmente, foram combinados dados cartográficos relativos à topografia, nas escalas

1:50.000 (14), 1:20.000 (8) e 1:10.000 (15). Após digitalização, foi gerado o modelo numérico do terreno que, ao ser processado no sistema de informação geográfica IDRISI (Clark University), versão 4.1, gerou os mapas hipsométrico e de declividade.

As informações referentes às características geológicas e pedológicas da área foram reproduzidas em mapas temáticos com base em fontes secundárias (11, 25). A análise geomorfológica baseou-se nas cartas do I.B.G.E., escala 1:50.000 (14), e na interpretação de fotografias aéreas (julho/1988, escala 1:40.000), confirmadas em campo, seguindo o critério de "unidades de formas do terreno" (34).

A carta de fisionomias de vegetação foi gerada pela classificação da imagem índice de vegetação de diferença normalizada, a partir de imagens do satélite LANDSAT-5 (julho/1995), geo-referenciadas por meio das cartas topográficas mencionadas e de um GPS (Global Positioning System, Garmin 45), conferidas em campo e em fotografias aéreas (julho/1988, escala 1:40.000) (4). As fisionomias vegetais foram descritas em campo, seguindo-se, para as de cerrado, a nomenclatura descrita por Coutinho (7).

A carta de uso e ocupação das terras (escala regional) foi elaborada por meio de fotografias aéreas (agosto/1962 e julho/88), com aferições em campo (1996/97). Em escala local, foram verificadas e localizadas em mapa esquemático as alterações antropogênicas (deposição de resíduos, ocorrência de espécies invasoras, presença de trilhas, etc) presentes tanto na RCPG como em seu entorno.

Informações sobre a fauna local não foram utilizadas nesta etapa do trabalho. Através das características e da qualidade dos habitats, o suporte para a fauna foi avaliado indiretamente

Todos os mapas temáticos gerados foram cruzados por meio da união ou soma matricial dos temas de interesse utilizando-se o software IDRISI.

### **Elaboração do Zoneamento Ecológico:**

O zoneamento proposto para a RCPG baseou-se no estabelecimento de unidades homogêneas de paisagem, visualmente identificáveis (37), com base nas características geomorfológicas e da vegetação. Foi calculada a porcentagem de área correspondente a cada unidade de paisagem, com recursos do SIG. Cruzando-se as informações sobre declividade, grau de desenvolvimento e estágio sucessional da vegetação, somadas às alterações de origem humana, avaliou-se os níveis de fragilidade ambiental (como sendo o oposto à estabilidade, 23) em cada unidade de paisagem.

Com base nas características e na fragilidade das unidades de paisagem, elaborou-se uma proposta de zoneamento para a RCPG. Esta proposta considera, então, o grau de desenvolvimento sucessional da vegetação, a diversidade de habitats no local, a proximidade a corpos d'água, o grau de conservação, a susceptibilidade à erosão, à poluição e à invasão por espécies ruderais, a legislação ambiental, bem como a potencialidade para usos científicos, educacionais, recreativos e administrativos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## Relevo:

A carta hipsométrica mostra que a variação de elevação do terreno está entre 590 m e 740 m. As margens da RCPG são as partes mais altas e a porção interna é a mais baixa, por onde corre a drenagem, havendo algumas pequenas elevações. Os valores de declividade, em porcentagem, variaram nas classes de 0% a 79,9%, sendo a de maior frequência entre 0 e 9,9% (82% da área), revelando um terreno pouco declivoso. As maiores declividades ocorreram nas bordas da voçoroca com o formato de pegada.

## Geomorfologia:

O rebaixamento no interior da reserva, que constitui a "pegada", é evidenciado na carta de unidades geomorfológicas. A ação erosiva do córrego Paulicéia, que causou esta voçoroca, também criou uma escarpa com amplitudes de 20 a 30 m e declividades entre 20 e 32%, que definem a cabeceira de drenagem. Ocorrem ainda pequenas colinas e planícies fluviais ao longo do córrego principal (Fig. 3).

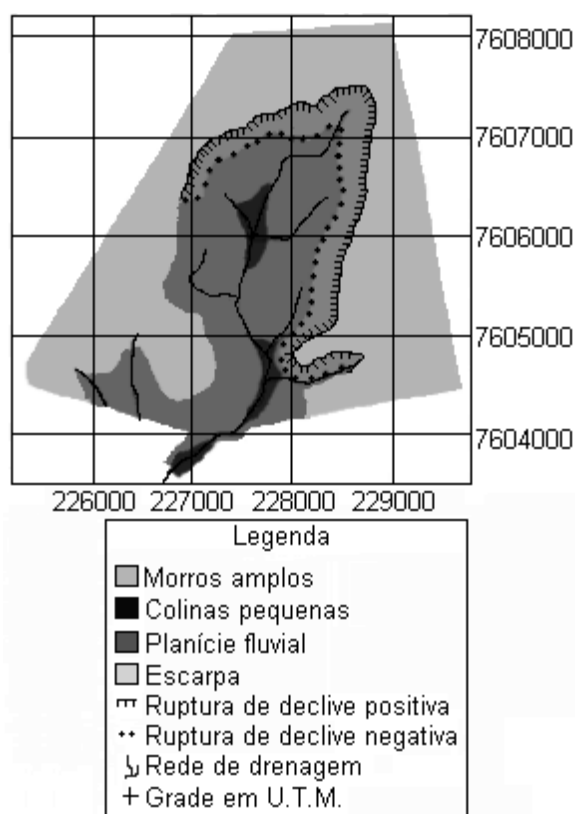


Figura 3 - Feições geomorfológicas ocorrentes na Reserva de Cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro, SP).

## Fisionomias de vegetação:

Sete fitofisionomias foram encontradas no interior da RCPG, descritas a seguir:

a) Cerradão - Na área de estudo, não atinge o máximo grau de desenvolvimento e não há a formação de um dossel contínuo. Predominam árvores com cerca de 10m de altura,



principalmente *Anadenanthera falcata* (Leguminosae), *Pterodon pubescens* (Leguminosae) e *Copaifera langsdorfii* (Leguminosae), que provocam sombreamento e estabelecem um microclima mais ameno nos estratos inferiores. No sub-bosque, há predomínio de *Myrcia lingua* (Myrtaceae), *Xylopia aromatica* (Annonaceae) e *Virola sebifera* (Myristicaceae). O componente herbáceo é pouco desenvolvido, formado principalmente por indivíduos jovens de espécies do componente dominante. Há uma camada contínua de serapilheira.

**b) Cerrado *sensu stricto*** - É a fisionomia dominante na área, composta por um estrato herbáceo-subarbusivo contínuo, com predomínio de *Rhynchospora exaltata* (Cyperaceae), *Loudetiopsis chrysothrix* (Gramineae) e *Axonopus marginatus* (Gramineae) e por arbustos e arvoretas de até 5m de altura, em grande adensamento. Árvores emergentes, de 7 a 10m, surgem eventualmente. Dentre as lenhosas, destacam-se *Myrcia lingua*, *Xylopia aromatica* e *Dyptichandra aurantiaca* (Leguminosae).

**c) Campo cerrado** - Predomina o estrato herbáceo-subarbusivo, especialmente as espécies *Loudetiopsis chrysothrix*, *Axonopus marginatus* e *Melinis minutiflora* (Gramineae), ocorrendo arbustos de até 2m de altura. Árvores com 7 a 10m de altura, como *Pouteria torta* (Sapotaceae) e *Anadenanthera falcata*, ocorrem esparsamente.

**d) Campo sujo** - É observado nas encostas mais íngremes, sendo pouco representado na RCPG. Predominam gramíneas com cerca de 0,5m de altura e, em muitos locais, o solo está totalmente exposto. Arbustos de aproximadamente 2m de altura ocorrem esparsamente.

**e) Campo úmido** - Acompanha as áreas de drenagem, possuindo espécies típicas de solos úmidos ou periodicamente inundados. Predominam gramíneas e ciperáceas com até 1m de altura. Surgem aqui várias espécies invasoras, que se concentram em grandes manchas, como *Pteridium aquilinum* (Pteridaceae), *Achyrocline satureoides* (Compositae), *Andropogon bicornis* (Gramineae), *Melinis minutiflora* (Gramineae), *Imperata brasiliensis* (Gramineae) e *Panicum parvifolium* (Gramineae).

**f) Floresta estacional semidecidual** - Predominam árvores com altura superior a 15m, como *Tabebuia serratifolia* (Bignoniaceae), *Croton floribundus* (Euphorbiaceae) e *Platypodium elegans* (Leguminosae), formando dossel contínuo; o sub-bosque é dominado por *Actinostemon communis* (Euphorbiaceae). Algumas espécies emergentes, como *Anadenanthera macrocarpa* (Leguminosae), atingem cerca de 20m. O componente herbáceo é pouco desenvolvido, formado por espécies tipicamente umbrófilas. Lianas são frequentes e há maior quantidade de epífitas em relação às fisionomias de cerrado. A camada de serapilheira é espessa e contínua.

**g) Floresta ripária** - De pequena dimensão e muito degradada, aparece às margens do córrego Paulicéia, com árvores de 10 a 12m de altura, muitas das quais mortas ou cobertas por lianas. É composta, principalmente, por *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae), *Croton urucurana* (Euphorbiaceae), *Hyeronima alchorneoides* (Euphorbiaceae) e *Inga uruguensis* (Leguminosae).

As primeiras seis fitofisionomias apresentadas acima estão representadas na Fig. 4. A floresta ripária, porém, em virtude de sua pequena dimensão, não está representada.

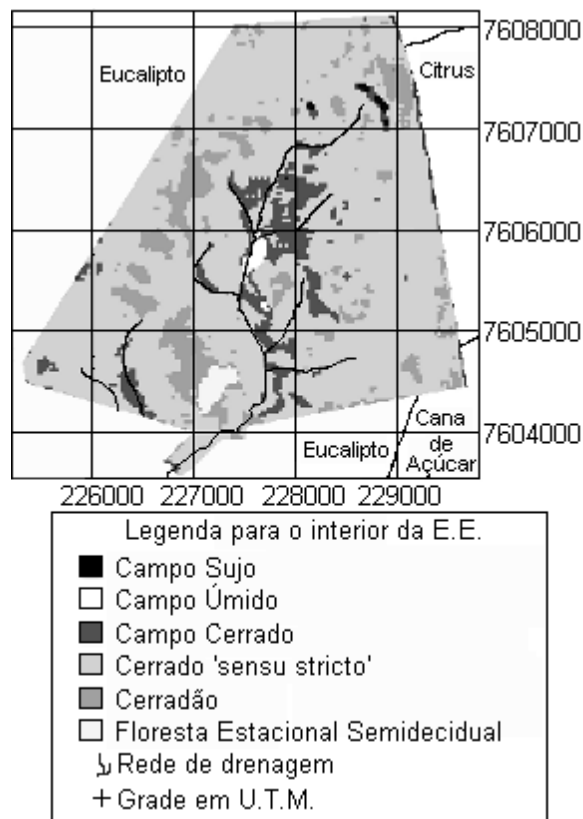


Figura 4 - Tipos fisionômicos identificados na Reserva de Cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro, SP) e sua localização.

### Uso do solo:

A região onde se insere a RCPG vem sendo ocupada desde antes do descobrimento do país (12), tendo passado por grandes alterações devidas à expansão da lavoura cafeeira (século XIX), a pressões imobiliárias (a partir de 1930), à cultura extensiva de cana-de-açúcar e à silvicultura (a partir de 1970) (35). Hoje, os limites norte e oeste da RCPG, em sua totalidade, e grande parte do limite sul, encontram-se ocupados por plantios de eucalipto (Fig. 1).

Algumas perturbações antropogênicas foram detectadas na RCPG: trilhas, caixas de abelhas *Apis* spp, agroquímicos e lixo nos seus limites, invasão de espécies exóticas nas bordas e ao longo do córrego Paulicéia (principalmente as gramíneas *Melinis minutiflora*, *Brachiaria decumbens* e *Andropogon* spp).

### Unidades de Paisagem:

Foram identificadas três unidades de paisagem (UP) na área de estudo, tendo sido o principal elemento de distinção entre elas as características geomorfológicas (Tabela 1, Fig. 5).

Tabela 1 - Unidades de paisagem identificadas na Reserva de Cerrado Pé-de-Gigante e

respectivos elementos que as diferenciam em sub-unidades.

UP	Unidades Geomorfológicas	Elementos de diferenciação	Fisionomias da Vegetação
I	morros amplos	a) vegetação mais aberta b) vegetação mais densa	cerrado s. stricto + campo cerrado cerradão + floresta semidecidual
II	colinas pequenas + planície fluvial	a) campo úmido + planície fluvial b) colinas pequenas com cerrado mais aberto c) colinas pequenas com cerrado denso (morrote)	campo úmido, campo cerrado, cerrado s. stricto cerrado s. stricto, campo cerrado cerradão e cerrado s. stricto
III	escarpa		campo cerrado, campo sujo, cerrado s. stricto, cerradão

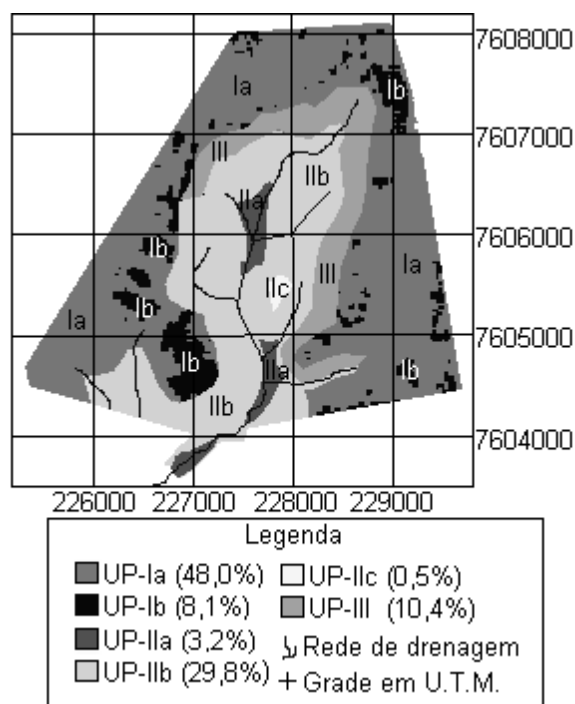


Figura 5 - Unidades de paisagem identificadas na Reserva de Cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro, SP) e respectivas porcentagens de área ocupada.

A primeira (UP I) abrange cerca de 56% da reserva, no domínio dos morros amplos, sobre as maiores elevações do terreno e em declividades suaves (<10%). É coberta por cerrado *sensu stricto*, em sua maior parte, manchas de cerradão e uma pequena floresta semidecidual (cerca de 10ha). A UP II, ocupando 33,5% da área, é formada pela parte rebaixada do terreno, onde há colinas pequenas e a planície fluvial do córrego Paulicéia. Predominam aí as fisionomias mais abertas de cerrado e o campo úmido. A UP III abrange 10,4% da RCPG e compreende a escarpa. Nos trechos de maior declividade, a vegetação

é esparsa, predominando o campo sujo, e o solo é pedregoso e descoberto em certos trechos; em menores declividades, predominam as fisionomias de cerrado *sensu stricto*.

Dentro da UPI, foram identificadas duas sub-unidades, de acordo com a densidade da vegetação: a) manchas de cerrado *sensu stricto* e de campo cerrado e b) manchas de cerradão e floresta semidecídua. Na UP II, distinguem-se: a) planície fluvial, com predomínio de campo úmido e espécies exóticas invasoras; b) colinas pequenas, cobertas por campo cerrado e cerrado *sensu stricto* e c) um morrote, coberto por cerradão e cerrado *sensu stricto*. A UP III não possui sub-unidades.

### Fragilidade Ambiental:

Foram estabelecidos três níveis de fragilidade para a área (Tabela 2, Fig. 6). A porção correspondente ao nível 1, ou seja, a menor fragilidade ambiental, abrange a grande maioria da RCPG (77,8%), englobando as unidades de paisagem Ia e IIb. Estas áreas se encontram em relevo de pequena declividade, cobertas por cerrados mais abertos. O maior problema ambiental na UP Ia se refere às bordas, onde esporadicamente ocorre deposição resíduos agrícolas (calcáreo, herbicidas) e lixo, provenientes das áreas vizinhas. Há penetração de espécies invasoras pelas bordas, principalmente *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum*, mas que geralmente não adentram mais de 50m, por ser a vegetação nativa relativamente densa, propiciando sombreamento a estas espécies heliófilas e, provavelmente, oferecendo barreira à dispersão de suas sementes.

Tabela 2- Níveis de fragilidade ambiental na área de estudo. (Valores numéricos crescentes de acordo com maior nível de fragilidade ambiental.)

<b>Fragilidade</b>	<b>UP</b>	<b>Declividade Predominante</b>	<b>Alterações Antrópicas</b>
1	Ia, IIb	0 a 10%	trilhas; ruderais/ exóticas; lixo e agr nas bordas
2	Ib, IIa, IIc	0 a 20%	trilhas, ruderais/ exóticas
3	III	>10%	trilhas; solo nu

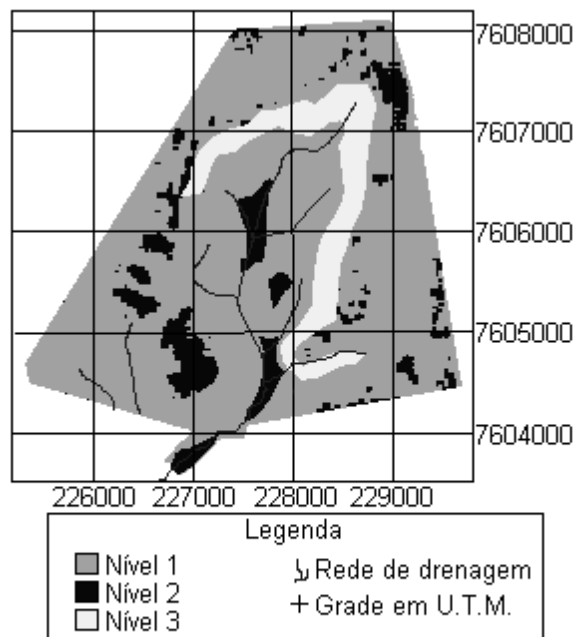


Figura 6 - Níveis de fragilidade ambiental na área de estudo e respectivas porcentagens de área ocupada.

No nível intermediário de fragilidade (nível 2), encontram-se as unidades Ib, IIa e IIc, correspondendo a 11,8% da RCPG. As UPs Ib e IIc estão cobertas por vegetação mais densa, em estádios sucessionais mais adiantados. A UP IIa encontra-se dominada por gramíneas invasoras, mas acredita-se que é possível a recuperação parcial da área, por meio de técnicas de manejo. Sendo este um ambiente mais aberto, estas invasoras heliófilas se estabeleceram, tendo sua dispersão facilitada pelo canal de drenagem (córrego Paulicéia). Outro problema relacionado à fragilidade desta área se refere ao solo muito arenoso e facilmente erodível pela ação da água.

No maior grau de fragilidade (nível 3), encontram-se as maiores declividades, na escarpa (UP III), correspondendo a 10,4% da RCPG. Em declividades superiores a 20%, a vegetação não oferece bom recobrimento ao solo, propiciando erosão, que é agravada com a presença de trilhas.

### Zoneamento:

Propõe-se aqui, primeiramente, que a RCPG - ainda hoje como uma gleba do Parque Estadual de Vassununga - passe à categoria de Estação Ecológica, principalmente pelas características de uso que já apresenta, voltadas essencialmente à pesquisa, e por ser um relicto de cerrado do estado de São Paulo. Sendo assim, aplicar-se-iam as determinações contidas no artigo 225 da Constituição Federal, no artigo 191 da Constituição Estadual, na Lei Federal nº 6.902 de 27/4/81, regulamentada pelo Decreto nº 99.274 de 06/6/90, e na Lei Federal nº 4.771 de 15/09/65, estabelecendo os seguintes objetivos para a área em questão: realização de pesquisas científicas; proteção do ambiente natural; desenvolvimento da educação ambiental; exercício de atividades culturais.

As categorias de zoneamento para unidades de conservação encontra-se definidas ou indicadas em lei apenas para os Parques Nacionais (Decreto 84.017, de 21/09/79) e Áreas de Preservação Ambiental (Resolução CONAMA 010, de 14/12/88); para as demais unidades, a classificação não é explícita. Propõe-se aqui a classificação a seguir, a fim de atender aos objetivos da área (Fig. 7).

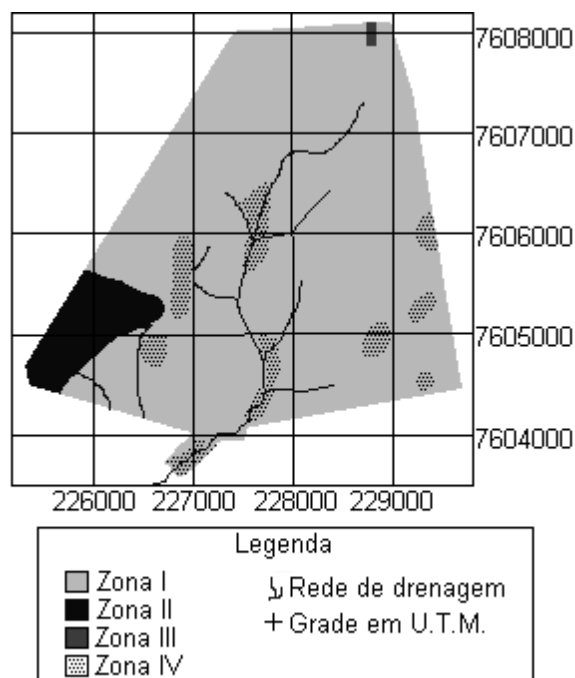


Figura 7 - Zoneamento proposto para a área de estudo.

*I - Zona de Preservação Integral* - Conforme a Lei Federal nº 6.902 de 27/4/81, regulamentada pelo Decreto Federal nº 99.274 de 06/6/90, pelo menos 90% da área de uma Estação Ecológica deverá ser destinada à preservação integral, onde não se permite qualquer atividade perturbatória. Serão somente permitidas a abertura e a conservação de trilhas para pedestres, para a realização de trabalhos científicos, e a coleta criteriosa de material de estudo. Esta zona deverá abranger amostras representativas dos principais ecossistemas e que se encontrem em melhores condições de conservação, assegurando a manutenção da diversidade genética, específica e de habitats. Nesta proposta, esta zona possui 92% da área total e engloba as UPs de maior fragilidade.

*II - Zona de Pesquisas Intensivas* - Propõe-se uma porção correspondente a 7,8% da RCPG, onde poderão ser desenvolvidas pesquisas científicas de caráter intensivo, incluindo coletas de material biológico ou pedológico, contudo, sem descaracterizar os ecossistemas ou por em risco sua integridade e harmonia. Esta zona também poderá ser utilizada para visitação com fins educacionais. Apresenta um baixo nível de fragilidade, fica relativamente isolada do restante da reserva e possui fácil acesso. Contém amostras das fitofisionomias predominantes na reserva., possibilitando maiores alternativas para estudos científicos.

*III - Zona Administrativa e de Apoio Logístico* - Ocupando cerca de 0,2% da reserva, esta zona será destinada à construção das edificações necessárias ao apoio à pesquisa,

visitação e administração. Prevê-se aqui a construção de alojamento com um pequeno laboratório acoplado e casa para vigia (com um recuo de 50 a 100m da estrada, para evitar barulho excessivo causado pelo tráfego na rodovia), um escritório administrativo e o "Museu do Cerrado Paulista", que será um centro cultural sobre o cerrado. A localização próxima ao trevo da estrada principal permite fácil acesso às pistas em ambos os sentidos de tráfego. Além disso, esta área possui topografia plana e maior facilidade para captação de energia elétrica. A confirmação da localização desta zona dependerá, porém, da disponibilidade de água, pois a captação deverá ser subterrânea e "a presença de rochas basálticas na região poderá dificultar uma eventual perfuração de poço visando a captação de água subterrânea" (21). Uma alternativa poderia ser a captação de água diretamente do córrego Paulicéia e seu bombeamento até o alojamento.

*IV - Zona em Recuperação* - Esta zona é temporária, de localização variável e se sobrepõe às anteriores, conforme a necessidade de recuperação de áreas alteradas ou degradadas. Uma vez recuperada a área, ela perde esta categoria, passando para a zona sobre a qual se sobrepunha. No momento, há premente necessidade de se recuperar a unidade de paisagem IIa (Fig. 5), em virtude da invasão por plantas exóticas. Incluem-se ainda aqui locais com grande quantidade de trilhas e alguns pontos nas bordas, onde se depositam lixo e resíduos de produtos agrícolas.

O desenvolvimento de qualquer atividade na RCPG, só deverá ser permitido após a submissão de planos e programas de trabalho à apreciação de corpo técnico responsável e competente.

Com relação ao entorno, o fato da RCPG possuir cerca de três quartos de seu entorno ocupado por silvicultura de eucaliptos (Fig. 1) pode representar uma vantagem, se comparado a culturas de ciclo curto. Apesar de constituírem monoculturas, diminuindo a diversidade biológica direta e indiretamente (neste caso, por oferecer menor variedade de habitats e alimentos à fauna), as plantações de eucalipto podem ser adequadas à função de zona tampão. Estudos recentes (28) vêm confirmando informações de literatura (18) acerca da boa capacidade de suporte para a fauna, principalmente aves e mamíferos, desses reflorestamentos. Outra vantagem está no controle de queimadas exercido pelas empresas reflorestadoras.

Alguns problemas, porém, devem ser mencionados com relação à cultura de eucaliptos, principalmente no tocante ao uso de agroquímicos, que devem ser qualitativa e quantitativamente controlados. As empresas responsáveis devem ser conscientizadas sobre o correto armazenamento de insumos e deposição de lixo, bem como ao respeito aos limites da reserva, não a adentrando com máquinas ou veículos.

Por outro lado, a porção vizinha restante à RCPG é cultivada intensivamente, com produtos que exigem grandes quantidades de insumos, como a cana-de-açúcar. Estas atividades contrariam o Decreto Federal nº 99.274, de 06/6/90, que institui um cinturão protetor de dez quilômetros ao redor de unidades de conservação, devendo, portanto, ser substituídas por culturas perenes e de menor potencial poluidor.

## CONCLUSÃO

Dos elementos aqui analisados, aqueles que mais determinam a heterogeneidade interna na RCPG se devem às formas do relevo local, com atuação direta ou indireta na fragilidade dos ecossistemas, por exemplo, determinando maior erodibilidade do solo nas escarpas, ou propiciando a entrada de propágulos de invasoras nas planícies aluviais.

Acredita-se que o solo tenha também um papel preponderante nessa heterogeneidade interna, sendo em grande parte responsável pela existência do mosaico de fisionomias de cerrado (Fig. 4), embora isso não tenha sido possível verificar com as informações na escala disponível.

A diversidade de habitats proporcionada pela heterogeneidade da área certamente responde pela grande diversidade faunística lá encontrada, com a presença surpreendente de diversos animais de médio porte, além de espécies raras ou ameaçadas de extinção, bem como florística, com 494 espécies de plantas superiores já identificadas (2).

Tais atributos enfatizam o grande valor ecológico da região e a necessidade de se estabelecerem medidas efetivas de proteção ao conjunto de fragmentos relictuais lá existentes. A implementação de uma zona tampão, ao menos como estabelece a atual legislação (Decreto Federal nº 99.274), propiciaria um controle das ações humanas danosas aos ecossistemas naturais, e facilitaria o fluxo da fauna entre fragmentos. Cabe lembrar a importância especial dos fragmentos de cerrado no Estado de São Paulo, por serem áreas marginais disjuntas, no limite sul da distribuição de várias espécies de sua área nuclear, contendo peculiaridades florísticas devido à influência dos campos meridionais (19).

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP pelo auxílio financeiro concedido (Proc. nº 95/0350-1), ao geólogo Dr. Antonio Gonçalves Pires Neto, pela interpretação geomorfológica da área de estudo, ao técnico Marcelo H. Matsumoto, pela edição final dos mapas temáticos e ao técnico Paulo César Fernandes, pelo auxílio nos trabalhos de campo.

---

## ABSTRACT

**Ecological Zoning Proposal for Cerrado Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP).** This study expresses a proposal for the ecological zoning of Cerrado Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, S.P.), based on its physiographical, biological, legal and institutional attributes. The adopted approach follows the Landscape Ecology principles and the method was based on matching spatialized information through computing cartography. A digital thematic database for the study area was prepared using a geographical information system (IDRISI), considering: topography, hypsometry, slope classes, slope orientation, geological attributes, geomorphological units and vegetation physiognomies. Climate and soil were characterized at the regional level. The cartographic information was matched and landscape units were established in the study area. A subsequent analysis conferred an environmental fragility rank to each landscape unit. According to legislation, the study area was classified in four zones, according to the following purposes: preservation, scientific research, administration/logistic support, and restoration, this last being variable as required.

**Keywords:** cerrado, Brazil, ecological zoning, GIS.

---



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almeida, F.F.M.; Hasui, Y.; Ponçano, W.L.; Dantas, A.S.L.; Carneiro, C.D.R.; Melo, M.S.; Bistrichi, C.A. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. I.P.T.- Divisão de Minas e Geologia Aplicada (Série Monografias, 6), São Paulo, 1981, vol. 1.
2. Batalha, M.A.L. Análise da vegetação da ARIE Cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro, SP). São Paulo, 1997, 185p. (Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo).
3. Bertoni, J.E.A.; Negreiros, O.C.; Cesar, S.F.; Noffs, M.S.; Pfeifer, R.M.; Sério, F.C.; Domingues, E.N.; Silva, C.E.F.; Durigan, G.; Moraes, J.L.; Andrade, W.J.; Silva, D.A.; Barbosa, A.F.; Ceneviva, W.; Mattos, I.F.A. Parque Estadual de Vassununga - Plano conceitual de manejo. Bol. Técn. I.F., 40-A:33-47 (Edição Especial), 1997.
4. Bitencourt, M.D.; Mesquita JR., H.N.; Mantovani, W.; Batalha, M.A.L.; Pivello, V.R. Identificação de fitofisionomias de cerrado com imagem índice de vegetação. In: Leite, L.L.; Saito, H. (orgs.) Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado - Trabalhos selecionados do 3º Congresso de Ecologia do Brasil. Brasília, UnB. 1997, p.316-20.
5. Branco, I.H.D.C.; Domingues, E.N.; Sério, F.C.; Del Cali, I.H.; Mattos, I.F.A.; Bertoni, J.E.A.; Rossi, M.; Eston, M.R.; Pfeifer, R.M.; Andrade, W.J. Plano Conceitual de Manejo - Parque Estadual das Furnas do Bom Jesus, Município de Pedregulho, SP. Rev. Inst. Flor. São Paulo, 3(2):137-155, 1991.
6. Castro, A.A.J.F. Florística e fitossociologia de um cerrado marginal brasileiro, Parque Estadual de Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro, SP. Campinas, 1987, 243p. (Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas).
7. Coutinho, L.M. O conceito de cerrado. Rev. Bras. Bot, 1: 17-23. 1978.
8. D.E.R. (Departamento de Estradas de Rodagem). Planta da rodovia SP-330, trecho Limeira-Ribeirão Preto (escala 1:20.000, redução de planta 1:2.000), plantas 7 e 8, s. d.
9. Domingues, E.N.; Silva, D.A.; Pfeifer, R.M. Reconhecimento da geomorfologia e solos do Parque Estadual de Vassununga, S.P. Bol. Técn. I.F., 41(2):271-290, 1987.
10. Forman, R.T.T. Some general principles of landscape and regional ecology. Landscape Ecology, 10(3): 133-142. 1995.
11. Freitas, R.o. Formações Geológicas de Superfície. Folha Geológica de Luiz Antonio. (Folha SF-23-VC-IV-2, escala 1:50.000). I.G., São Paulo, 1986.
12. Godoy, M.P. *Contribuição à História Natural e Geral de Pirassununga*. Prefeitura Municipal, Pirassununga, 1974, v.1.
13. IBAMA *Roteiro Técnico para a Elaboração de Planos de Manejo em Áreas Protegidas de Uso Indireto*. IBAMA/ GTZ., Brasília, 1992, 47p.
14. I.B.G.E.(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) Carta do Brasil (escala 1:50.000), Luiz Antonio. (Folha SF-23-V-C-IV-2). I.B.G.E., Rio de Janeiro, 1971.
15. I.G.C. (Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo) Plano Cartográfico do Estado de São Paulo (escala 1:10.000). (Folhas Córrego Água Santa, SF-23-V-C-IV-2-SO-B e Ribeirão Vassununga, SF-23-V-C-IV-2-NO-F). I.G.C., São Paulo, 1990.
16. I.P.T. (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo (Série Monografias, 5). I.P.T.- Divisão de Minas e Geologia Aplicada, São Paulo, 1981, vol. 1.
17. Jorge, M.C.L.; Pivello, V.R. Estudo da comunidade de mamíferos da Reserva Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. In: IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, Águas de Lindóia, SP. (RESUMOS), 1998.
18. Lima, W. P. *Impacto Ambiental do Eucalipto*. EDUSP, São Paulo, 1996, 301p.
19. Mantovani, W.; Martins, F. R. Florística do cerrado na reserva biológica de Moji

- Guaçu, SP. *Acta Bot. Bras.*, 7:33-59, 1993.
20. Martins, F.R. O método de quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual do interior do estado de São Paulo: Parque Estadual de Vassununga. São Paulo, 1979, 238p. (Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo).
  21. Massoli, M. Geologia do município de Santa Rita do Passa Quatro, S.P. *Rev. I.G.*, 2 (2):35-45, 1981.
  22. Mesquita-Jr., H.N. Análise temporal com sensor orbital de unidades fisionômicas de cerrado na Gleba Pé-de-Gigante (Parque Estadual de Vassununga, SP). São Paulo, 1988, 118p. (Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Departamento de Ecologia Geral).
  23. Nilsson, C.; Grelsson, G. The fragility of ecosystems: a review. *J. Appl. Ecol.*, 32:67†-692, 1996.
  24. Nimer, E. *Climatologia do Brasil*. I.B.G.E./ Secretaria de Planejamento e Coordenação da Presidência da República, Rio de Janeiro, 1989.
  25. Oliveira, J.B.; Prado, H.; Almeida, C.L.F. Levantamento Pedológico Semi-detalhado do Estado de São Paulo (escala 1:100.000), Quadrícula de Descalvado (Folha SF-23-V-C-IV). EMBRAPA/ SAA/ CPA/ IAC, Rio de Janeiro, 1982.
  26. Pfeifer, R.M.; Domingues, E.N.; Saraiva, I.R.; Andrade, G.G.; Max, J.C.M. Zoneamento Recreativo do Parque Estadual de Jacupiranga. *Bol. Técn. I.F.*, 40 (2):163-182, 1986.
  27. Pivello, V.R.; Barbieri, R.F.; Ruggiero, P.G.C.; Oliveira Filho, F. Análise da variação fisionômica na ARIE Cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro, S.P.) em relação a características locais. In: IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, Águas de Lindóia, SP. (ANAIS), 1998.
  28. Risser, P.G. Toward a holistic management perspective. *BioScience*, 35(7): 414-418, 1985.
  29. Rodrigues, A.; Kramarchuck, B.; Deus, J.R.M. *Proposição para Plano de Manejo do Parque Municipal da Serra do Itapety*. Secretaria Municipal de Agricultura, Abastecimento, Meio Ambiente, Indústria e Comércio, Mogi das Cruzes, 1987, 16p.
  30. São Paulo (Estado) Coordenadoria de Planejamento Ambiental *Áreas de Proteção Ambiental do Estado de São Paulo - APAs - Propostas de Zoneamento Ambiental*. Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento. São Paulo. (Série Documentos), 1992.
  31. São Paulo (Estado) Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Cerrado: Bases para Conservação e Uso Sustentável das Áreas de Cerrado do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 1997, 113p.
  32. S.E.M.A. (Secretaria Especial do Meio Ambiente). Caracterização e Diretrizes Gerais de Uso da Área de Proteção Ambiental do Rio São Bartolomeu (escala 1:100.000). SEC - Coordenadoria de Áreas de Proteção Ambiental, Brasília., 1985, 2 vol.
  33. Tomasulo, P.L.B. Análise da composição florística e estrutura da vegetação como subsídio ao plano de manejo para o Parque Municipal da Serra do Itapety, Mogi das Cruzes, SP. Belo Horizonte, 1995, 88p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Biológicas, UFMG).
  34. Van Zuidan, R.A. Considerations on systematic medium scale geomorphological mapping. *Zeitschrift fur Geomorphologie*, 26(4):473-480. 1982.
  35. Vieira, M.G.L.; Moraes, J.L.; Bertoni, J.E.A.; Martins, F.R.; Zandarin, M.A. Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação arbórea do Parque Estadual de Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro (S.P.) II- Gleba Capetinga Oeste. *Rev. Inst. Flor.*, 1(1):135-159, 1989.
  36. Walter, H. *Vegetação e Zonas Climáticas*. E.P.U., São Paulo, 1986, 325p.
  37. Zonneveld, I.S. *Land Evolution and Landscape Science*. VSPA, 1992, 22p.