

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Centro de Energia Nuclear na Agricultura**

**Caracterização silvigênica de um trecho de Floresta Ombrófila
Densa do Parque Estadual Carlos Botelho, Sete Barras – SP**

Renata Rodrigues Fernandez Viecili

**Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestra em Ciências. Área de
concentração: Ecologia Aplicada**

**Piracicaba
2012**

**Renata Rodrigues Fernandez
Engenheira Florestal**

**Caracterização silvigênica de um trecho de Floresta Ombrófila Densa do
Parque Estadual Carlos Botelho, Sete Barras – SP**

**Orientador:
Prof. Dr. GERD SPAROVEK**

**Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestra em Ciências. Área de
concentração: Ecologia Aplicada**

**Piracicaba
2012**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Vieçili, Renata Rodrigues Fernandez

Caracterização silvigênica de um trecho de Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual Carlos Botelho, Sete Barras – SP / Renata Rodrigues Fernandez Vieçili. - - Piracicaba, 2012.

57 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 2012.

1. Ecounidades 2. Florestas tropicais 3. Silvigênese I. Título

CDD 634.90913
V656c

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra a meu querido marido Leandro, e aos frutos deste profundo amor, nossos pequenos Pietro e João.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela concessão da bolsa de estudo (05/54097-9) e apoio ao desenvolvimento da pesquisa no país.

A Deus, pela criação maravilhosa, objeto de nossos estudos, e conforto nos momentos de dúvida.

A meu pai e minha mãe que sempre me apoiaram, incentivaram e muitas vezes financiaram esta carreira, sem vocês nada disso existiria.

A meu amado Leandro, companhia nos levantamentos de campo, análises de dados e noites mal dormidas, com quem divido todos os méritos desta minha conquista.

A todos os funcionários, amigos e companheiros do “Parque Estadual de Carlos Botelho”, com os quais dividi muitos dias de trabalho sob a chuva e risadas no fim de tarde.

EPÍGRAFE

“A coisa mais bela que o homem pode experimentar é o mistério. É esta a emoção fundamental que está na raiz de toda ciência e arte. O homem que desconhece esse encanto, incapaz de sentir admiração e estupefação, esse já está, por assim dizer, morto e tem os olhos extintos.”

Albert Einstein

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 Silvigênese	17
2.2 Fatores Abióticos.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Área de Estudo.....	23
3.2 Caracterização Silvigênica	24
3.3 Caracterização Edáfica	29
3.4 Caracterização Topográfica (declividade e altitude).....	30
4 ANÁLISE DE DADOS	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5.1 Caracterização silvigênica.....	35
5.2 Cruzamento dos Mapas	39
5.3 Análise da Relação Mosaico Silvigênico X Solos.....	40
5.4 Análise da Relação Mosaico Silvigênico X Altitude	45
5.5 Análise da Relação Mosaico Silvigênico X Declividade	47
6 CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS.....	53

RESUMO

Caracterização silvigênica de um trecho de Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual Carlos Botelho, Sete Barras – SP

O presente trabalho teve por objetivo realizar a caracterização silvigênica de um trecho de Floresta Ombrófila Densa Sub Montana em conjunto com o estabelecimento de possíveis relações entre as alterações espaciais do mosaico silvático e os fatores abióticos (solo e topografia). O método utilizado foi o de interceptação de linhas de inventário, com identificação das ecounidades descrito por Torquebiau (1986). Foram dispostas linhas paralelas entre si e distantes 10 m uma da outra. Todos os indivíduos dominantes (mais altos naquele ponto), cujas projeções horizontais das copas interceptaram as linhas, foram amostrados na caracterização silvigênica. Foram tomadas medidas, de no mínimo quatro pontos, da projeção horizontal da copa destes indivíduos até as linhas de inventário, em um sistema de eixos ortogonais (coordenadas x e y). Cada árvore marcada no campo foi classificada, quanto à sua arquitetura, em: árvores do futuro, árvores do presente e árvores do passado (OLDEMAN,1987). As áreas de clareira que interceptaram as linhas também foram amostradas, medidas e mapeadas. O estabelecimento das diversas ecounidades em cada trecho amostrado é feito a partir da união das copas de árvores de mesma categoria. O desenho do mosaico e o cálculo das áreas das ecounidades foram feitos por meio do programa TNTmips, a partir das coordenadas das copas dentro das linhas de inventário. Este trabalho resultou na representação gráfica da cobertura vegetal da área estudada e a sua correlação com os fatores abióticos. Para avaliar o papel dos fatores abióticos na composição espacial do mosaico vegetacional, foram analisadas e combinadas as diversas informações em um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Para tal, cada “classe” de informação constitui um plano de informação ou um “*layer*” dentro do SIG. De acordo com os resultados pode-se concluir que a caracterização silvigênica indicou que a área estudada representa uma floresta em fase de pré-maturidade por apresentar sinais de perturbações recentes, traduzidas nas altas proporções de ecounidades 1A e em reorganização observadas. Conclui-se ainda quepode ser estabelecida uma relação entre a distribuição das ecounidades e os fatores abióticos estudados.

Palavras-chave: Floresta Ombrófila Densa; Ecounidades; Silvigênese

ABSTRACT

Silvigenic characterization of a Dense Rain Forest on Parque Estadual Carlos Botelho, Sete Barras – SP

This study aimed to realize the silvigenic characterization of a Dense Rain Forest in accordance with the establishment of possible relationships between spatial changes in silvatic standards and some abiotic factors, such as soil and topography. The method applied was the inventory line interception, identifying the ecounits described by Torquebiau (1986). There were set parallel lines in every 10 meters. All dominant trees (the highest in that point), whose horizontal canopy projections intercepted the inventory line, were sampled in the silvigenic characterization. To measure the canopy projection, there were used at least four points on the inventory line as an orthogonal axis system (X and Y coordinates). Each sampled tree was classified based on its architecture features as: trees of the future, trees of the present or trees of the past (OLDEMAN, 1987). The gap surface crossing inventory lines were also measured and mapped. The ecunit establishment is created by the connection of canopies from the same category (future, present or past). The ecounits design were mapped and its surface measured using the TNTmips software, based on all canopies coordinates over the inventory lines. The study resulted in the graphic representation of vegetation coverage and its correlation with abiotic factors. To evaluate the contribution of the abiotic factors on the vegetation mosaic's spatial composition, a Geographic Information System (GIS) was settled to combine and analyze all data. Different information classes were overlapped as layers on the GIS environment. According to the results it's possible to conclude that silvigenic characterization indicates that the studied area represents a pre mature forest, based on recent disturbances signs, confirmed on high rates of ecounits as 1A or reorganization types. It is concluded that the silvigenic mapping represented the architectural behavior of the species related to the soil classification.

Keywords: Dense Rain Forest; Ecounits; Silvigenesis

1 INTRODUÇÃO

As florestas tropicais encontram-se entre os ecossistemas mais ameaçados pela exploração desordenada, apesar de abrigarem aproximadamente metade do total de espécies animais e vegetais existentes no planeta (MYERS, 1997).

O Brasil possui quase um terço das florestas tropicais remanescentes do mundo e é reconhecidamente um dos países de maior diversidade biológica (PRANCE, 1987).

O Estado de São Paulo por sua vez, como a maioria dos estados brasileiros, possui hoje alguns poucos remanescentes florestais. De acordo com os dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2010) restam somente 15,78% da cobertura florestal original. Os fragmentos maiores são geralmente protegidos sob a forma de Unidades de Conservação e circundados por pequenos fragmentos, em regra muito degradados.

O processo de fragmentação de florestas, comumente associado às ações antrópicas, pode resultar em uma maior perda de espécies arbóreas e, conseqüentemente, na mudança da composição florística e da estrutura comunitária ao longo do tempo (NASCIMENTO et al., 1999). A universalidade da fragmentação florestal e a possibilidade de que os fragmentos possam compreender e representar uma única floresta sobrevivente em uma paisagem tropical faz da habilidade de predição das condições futuras desses ecossistemas um assunto de grande importância (KELMANN et al., 1996).

Nos últimos anos, a compreensão da dinâmica de crescimento e desenvolvimento das florestas tropicais e dos processos de sucessão tem merecido maior atenção por parte dos estudiosos, principalmente em razão da destruição das florestas e da necessidade de definir parâmetros para o estabelecimento e manejo conservacionista de reservas e fragmentos florestais (ENGEL, 1993).

A maior parte dos processos de sucessão observados na natureza refere-se à sucessão secundária, definida por Gomez-Pompa (1971) como o processo pelo qual as florestas tropicais se renovam por meio da cicatrização de locais perturbados que ocorrem a cada momento em diferentes pontos da mata.

A análise direta, temporal de processos de sucessão secundária é inviável, em função da longevidade das árvores, desta forma destacam-se estudos baseados na análise de mosaicos florestais, com diferentes idades de regeneração conhecidas (GÓMEZ-POMPA; WIECHERS, 1979). Kageyama (1987) cita que o conceito de

mosaico é altamente importante para o entendimento da diversidade e estrutura de florestas tropicais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Silvigênese

A silvigênese tem se mostrado como uma ferramenta alternativa de estudos dos ciclos de desenvolvimento e regeneração do mosaico sucessional (TORQUEBAU, 1986; ENGEL, 1992; OLIVEIRA, 1997; BOTREL, 2007; CARDOSO-LEITE; RODRIGUES, 2008; VANINI, 2009; LIMA, 2010). O termo silvigênese se refere ao conjunto de processos que definem a construção arquitetural de uma floresta (HALLE et al., 1978).

De acordo com o conceito da silvigênese cada mancha dentro da floresta, em diferente estágio sucessional, é definida como sendo uma ecounidade com diferente tamanho e composição de espécies (OLDEMAN, 1978). Neste sentido o mosaico silvático se diferencia do mosaico sucessional descrito por Whitmore (1975) por estar pautado no desenvolvimento da arquitetura dos indivíduos arbóreos em função da incidência de luz na floresta, ao invés de basear-se em parâmetros quantitativos das espécies e de composição florística.

Segundo a análise arquitetural a construção de uma árvore inicia-se a partir da germinação da semente e seguirá um padrão geneticamente determinado, que pode apresentar variações na organização espacial, temporal e na morfologia dependendo da entrada de energia no ecossistema (OLDEMAN, 1978).

Neste sentido a dinâmica do crescimento de cada espécie arbórea depende da ativação, por meio da luz solar, de vários meristemas, que determinarão sua ocupação espacial (MILLET et al., 1998; OLDEMAN, 1974). Através do crescimento a plântula vai atingindo camadas com maior energia incidente, ativando os meristemas laterais de reiteração, que farão com que o indivíduo duplique sua arquitetura elementar (HALLE et al., 1978).

De acordo com Botrel (2007), as reiteraões caracterizam a história da floresta, pois ocorreriam quando as árvores, antes em condições úmidas do subosque da floresta, passam a se desenvolver em condições secas e quentes do dossel. Na reiteração ocorre uma reversão no crescimento morfológico das árvores; abaixo da reiteração o tronco é uma grande unidade, acima disso as reiteraões são representadas por vários galhos progressivamente menores. Por esta razão a primeira grande forquilha (reiteração) desenvolvida pelos indivíduos arbóreos é chamada de “ponto de inversão morfológica” (OLDEMAN, 1978).

Oldeman (1978) definiu asilvigênese como o processo de formação da arquitetura da floresta tropical, resultado do conjunto de indivíduos arbóreos, com suas arquiteturas individuais, que variam conforme o habitat e a comunidade que o indivíduo ocupa na floresta.

Ainda, a partir das definições estabelecidas por Halle et al. (1978) e Oldeman (1978) e com fins de estudar o mosaico florestal do ponto de vista arquitetural, Torquebiau (1986) estabeleceu um método simples de mapeamento do mosaico silvigênico designado “Interceptação de linhas e inventário”. Este método prevê a instalação de linhas de inventário paralelas e equidistantes entre si, a partir das quais são amostradas as árvores dominantes (mais altas naquele ponto) cujas projeções das copas cruzam as linhas de inventário. De acordo com este autor, as árvores do dossel apresentam as respostas arquiteturais à exposição direta à luz solar, representando a maior fronteira entre as ecounidades e o macroclima externo e definindo assim as condições do microclima interno (abaixo do dossel).

Os indivíduos amostrados são classificados no campo em árvores do futuro, presente e passado, de acordo com suas características arquiteturais (presença ou ausência de reiteração, altura total, altura do fuste e sinais de senescência).

As árvores do presente são ainda subdivididas em categorias 1A, 1B, 2A e 2B, de acordo com sua altura total e do fuste, levando-se em consideração a superfície de inversão ecológica da floresta, que por sua vez é definida pela união virtual dos pontos de inversão ecológica dos indivíduos arbóreos ($P_i = H_f / H_t$, onde: P_i = Ponto de inversão ecológica; H_f = altura do fuste e H_t = altura total) e separa o primeiro do segundo níveis do dossel, e neste sentido indicaria as condições de luz sob as quais têm ocorrido as reiteraões (OLDEMAN, 1979; BOTREL, 2007).

Com isso tem-se que:

- Categoria 1A é formada por árvores mais baixas que a metade da altura da floresta (estabelecida a partir da média das alturas das árvores mais altas), e com fuste maior que a metade de sua própria altura.
- Categoria 1B é formada por árvores mais baixas que a metade da altura da floresta, e com o fuste menor que a metade de sua própria altura.
- Categoria 2A é formada por árvores mais altas que a metade da altura da floresta, e com o fuste maior que a metade de sua própria altura.
- Categoria 2B é formada por árvores mais altas que a metade da altura da floresta, e com o fuste menor que a metade de sua própria altura.

As árvores do passado são aquelas mortas, ou visivelmente degradadas, com a presença de parasitas ou patógenos e as árvores do futuro são representadas por indivíduos jovens com pouca ou nenhuma ramificação, com copa estreita e que ainda não atingiram seu potencial de crescimento máximo em altura (CARDOSO-LEITE; RODRIGUES, 2008; OLDEMAN, 1974a, 1978, 1983; TORQUEBIAU, 1986; VANINI, 2009).

A união da projeção das copas das árvores da mesma categoria (presente, passado e futuro) formam as ecounidades. Neste sentido as árvores do futuro corresponderão às ecounidades em desenvolvimento, as árvores do presente às ecounidades maduras ou em equilíbrio e as árvores do passado às ecounidades em degradação. Esta metodologia estabelece ainda que as clareiras formam as ecounidades em reorganização (OLDEMAN, 1983, 1992).

O “*chablis*” (palavra de origem francesa adotada por silvicultores na idade média), que designa a queda das árvores, a abertura gerada no dossel e o acúmulo de escombros no solo (HALLÉ, 1979), é o estágio inicial da silvigênese.

A composição das ecounidades de várias categorias (reorganização, em desenvolvimento, equilíbrio e degradação) forma por sua vez o mosaico silvigênico (OLDEMAN, 1983, 1992).

Desta forma, a seqüência de desenvolvimento de uma ecounidade, ou unidade de regeneração coetânea e ecologicamente uniforme, passa por uma fase de reorganização, uma fase de desenvolvimento, uma fase bioestática ou em equilíbrio dinâmico e uma fase de degradação (OLDEMAN, 1989, 1990). Assim, o desenvolvimento das ecounidades é tratado como um subprocesso do desenvolvimento do mosaico silvigênico (OLDEMAN, 1989, 1990).

O tamanho do distúrbio inicial (clareiras) de formação de uma ecounidade irá determinar seu comportamento subsequente, o tipo de processo dominante e as estratégias de ciclo de vida das espécies que a compõem. Desta forma, ecounidades originadas a partir de distúrbios em áreas extensas passam por um processo completo de sucessão secundária (TORQUEBIAU, 1986), desde a fase de clareira, passando pelas fases de construção e de maturidade (WHITMORE, 1978).

De acordo com Engel (1993), o método baseado nos conceitos da silvigênese possui a vantagem de se fundamentar na arquitetura arbórea, dependendo muito mais do conhecimento de modelos gerais de crescimento de árvores e de sua

morfologia do que de conhecimentos taxonômicos e auto-ecológicos, que são normalmente fatores limitantes no estudo de florestas tropicais.

Engel (1993) afirma ainda que, ao se considerar os efeitos da fragmentação sobre as unidades silváticas e estudar o problema por meio de uma análise arquitetural, pode-se diagnosticar a situação atual dos fragmentos e fazer previsões da situação futura sem necessidade de estudos a longo prazo, como requerem os estudos demográficos.

A análise arquitetural dos indivíduos permite, por exemplo, verificar se o número de ecounidades em formação é maior do que o número de ecounidades em degradação, ou se o número de ecounidades em degradação pode ser repostas pelas ecounidades em desenvolvimento e assim por diante (OLIVEIRA, 1997).

O método silvigênico proposto por Torquebiau (1986) foi pouco utilizado no Brasil, tendo sido aplicado em apenas 8 localidades, sendo a maioria dos estudos em Florestas Estacionais no interior de São Paulo (BOTREL, 2007; CARDOSO-LEITE; RODRIGUES, 2008; CASSOLA, 2008; OLIVEIRA, 1997), um realizado em Floresta de Restinga na Ilha do Cardoso (VANINI, 2009), um em Cerradão na região de Assis (BOTREL, 2007), um em Floresta Ombrófila Densa Montana em Santo André (LIMA, 2010) e o trabalho pioneiro no Brasil realizado por Engel (1992) em Floresta Ombrófila Densa (mata de tabuleiro) no Espírito Santo.

A avaliação da influência de fatores abióticos (solo e topografia) na formação dos mosaicos silvigênicos foi estudada nos trabalhos mais recentes (BOTREL, 2007; VANINI, 2009; LIMA, 2010).

2.2 Fatores Abióticos

No espaço geográfico do Estado de São Paulo restam hoje remanescentes florestais pertencentes à pelo menos quatro grandes unidades fitogeográficas (VELOSO, 1992): a Floresta de Restinga, a Floresta Atlântica, a Floresta Estacional e o Cerradão. Isso se deve às características fisiográficas do Estado, que possibilitaram o encontro de vários fluxos vegetacionais, com diferentes rotas migratórias, oriundos das mais diversas formações florestais ocorrentes no seu entorno (GIULIETTI, 1992; PRADO; GIBBS, 1993; IVANAUSKAS et al., 2000).

Estas unidades, apesar dos vários níveis de inter-relação e sobreposição, apresentam características vegetacionais e faunísticas próprias, e particularidades

no processo de degradação e fragmentação. Cada uma destas formações ocorre, aparentemente, num ambiente condicionado por fatores abióticos que determinam uma estrutura e composição florística particular (OLIVEIRA FILHO; FONTES, 2000).

Giulietti (1992) citou que a Floresta Atlântica tem seu posicionamento ligado ao relevo, à umidade e a pluviosidade. Ainda, vários autores apontam diferenças na composição das espécies e na estrutura florestal, de acordo com a altitude (TORRES et al., 1997; RODRIGUES et al., 1989; BOTREL et al., 2002). Estas diferenças são atribuídas a um gradiente climático, que envolvem fatores como temperatura, precipitação, umidade atmosférica, radiação solar e frequência de geadas (CAMARGO et al., 1972; LEITÃO-FILHO, 1982; SANCHEZ, 2000), ou variações no substrato relacionadas à profundidade e fertilidade do solo (MEIRA NETO et al., 1989; LEITÃO-FILHO et al., 1993).

Segundo Mantovani et al. (1990), as formações vegetais que ocorrem sobre a Serra do Mar ao longo da costa atlântica, no Estado de São Paulo, apresentam composições florísticas variadas e estruturas bastante complexas, dependentes de características geológicas, geomorfológicas, pedológicas, climáticas e hidrológicas, atuais e pretéritas.

Os fatores edáficos, topográficos, climáticos e biológicos são os principais responsáveis pelas quedas das árvores e conseqüente abertura de clareiras (BROKAW, 1985; HALLE et al., 1978; OLDEMAN, 1974a; Oliveira-Filho et al., 1994, 1998; ROBERT, 2003) e podem tornar-se mais relevantes em áreas de declividade acentuada. A topografia é considerada por alguns autores (ENOKI, 2003; LOSOS, 2004; OLIVEIRA-FILHO et al., 1994) como um dos fatores abióticos que mais influencia na estrutura de florestas tropicais em escala local, por estar fortemente correlacionada a outras variáveis ambientais, como a presença de água no solo e as características físico-químicas dos solos.

Destaca-se que a altitude é uma variável relevante uma vez que reflete as condições dos fatores à ela relacionados, como por exemplo a diversidade do microclima.

Alguns autores (TURNER et al., 1997; FISK et al., 1998; LORETI; OESTERHLD, 1996), apontam que os processos de ciclagem de nutrientes estão relacionados com variações espaciais de umidade entre as áreas elevadas, que tendem a ser mais secas, e as partes baixas, onde a umidade tende a ser maior. Para Dwyer e Merrian (1991), Vivian-Smith (1997) e Eldridge et al. (1991) as

variações microtopográficas são responsáveis pela captura de matéria orgânica e sementes, gerando microambientes que determinam a intensidade de ocorrência de microorganismos, germinação, estabelecimento e mortalidade de plântulas.

A despeito da importância deste estudo, informações geradas sobre a composição e a estrutura dos remanescentes florestais paulistas nas últimas décadas, com destaque para estudos da estrutura da vegetação pautados pelos critérios arquiteturais, não são suficientes para explicar a influência das características abióticas sobre o mosaico silvigênico (BOTREL, 2007; VANINI, 2009; LIMA, 2010).

O presente trabalho tem por objetivo realizar a caracterização silvigênica de um trecho de Floresta Ombrófila Densa a fim de subsidiar o estabelecimento de possíveis relações entre as alterações espaciais do mosaico silvático e alguns fatores abióticos (solo, altitude e declividade).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

Este estudo foi realizado no Parque Estadual de Carlos Botelho (PECB), localizado na região sul do Estado de São Paulo (24°00' a 24°15'S, 47°45' a 48°10'W), englobando parte dos Municípios de São Miguel Arcanjo, Capão Bonito, Tapiraí e Sete Barras.

Em 1941, uma área incrustada na Serra de Paranapiacaba foi dividida em quatro reservas florestais denominadas Carlos Botelho, Capão Bonito, Travessão e Sete Barras, estas foram unificadas por meio do Decreto Estadual nº 19.499, de 10 de setembro de 1982, dando origem ao Parque Estadual Carlos Botelho. Junto com outras Unidades de Conservação da região, o parque integra desde 1991 a Zona Núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e, em 30 de novembro de 1999, foi reconhecido pela UNESCO como Sítio do Patrimônio Mundial Natural (FUNDAÇÃO FLORESTAL, disponível em:

http://www.ambiente.sp.gov.br/destaque/pqe_carlosbotelho.htm).

Destaca-se que o estudo em questão é parte integrante do Projeto Temático "*Diversidade, dinâmica e conservação em florestas do Estado de São Paulo: 40 ha de parcelas permanentes*" financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (processo n. 99/09635-0), e neste sentido os dados dos fatores abióticos (clima, topografia, solos) aqui citados foram disponibilizados pelo Projeto Temático.

Os dados meteorológicos indicam que nesta região a temperatura oscila entre 16° e 27° C durante o período primavera-verão (entre 305 e 80 DJ) e entre 10° e 24° C durante o outono (a partir do DJ 81). A variação na disponibilidade de radiação solar é bastante acentuada, devido às constantes e intensas chuvas registradas na região, chegando a ocorrer mais de 160 mm em um único dia. As chuvas frequentes, além de promoverem redução acentuada da radiação solar, também afetam a UR média diária, que se mantém praticamente constante entre 80% e 100%, o que dá um indicativo das condições de altíssima umidade a que a vegetação fica exposta durante praticamente todo o ano.

A Parcela Permanente onde foi realizado o estudo foi localizada em um trecho no Núcleo Sete Barras (Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Atlântica de Encosta). O relevo da parcela é predominantemente montanhoso, com declives entre 2% e 90%. As cotas de altitudes variam de 340 m a 465 m na parcela. As áreas menos

declivosas predominam nas partes mais baixas da parcela entre cotas de altitude 340 m e 400 m, com o relevo se tornando mais declivoso entre as cotas 400 m e 465 m (LEPSCH et al., 1999).

As figuras a seguir ilustram a localização do PECB, bem como a parcela permanente objeto do estudo.

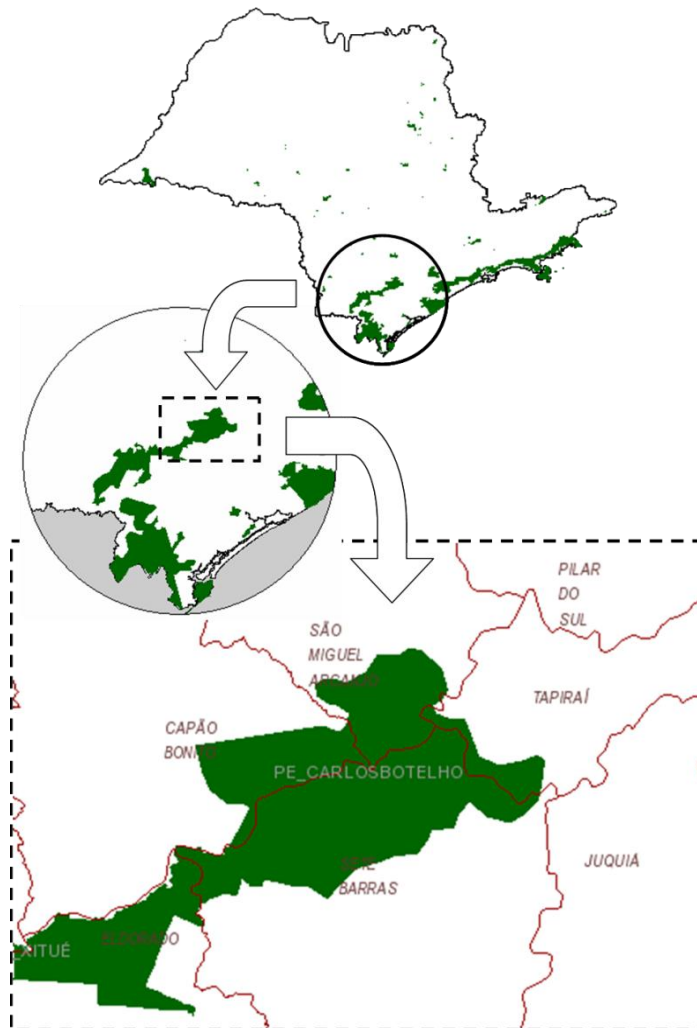


Figura 1 - Detalhe da localização do Parque Estadual Carlos Botelho no Estado de São Paulo

3.2 Caracterização Silvigênica

Optou-se por realizar o trabalho em toda a extensão da parcela, (com 10,24 ha de área), subdividida em 256 sub-parcelas contíguas de 20 m x 20 m (400 m²), levando-se em consideração que a parcela localizada na área do Parque Estadual Carlos Botelho engloba uma grande heterogeneidade do relevo local, o que interfere diretamente na entrada de energia desta fitofisionomia e, portanto, no arranjo arquitetural dos indivíduos da floresta.

O método utilizado foi o de Interceptação de linhas e inventário, com identificação das ecounidades descrito por Torquebiau (1986).

Foram dispostas linhas paralelas entre si e distantes 10 m uma da outra. Todos os indivíduos dominantes (mais altos naquele ponto), cujas projeções horizontais das copas interceptaram as linhas, foram amostrados na caracterização silvigenica.

Com uma trena foram tomadas medidas de quatro pontos da projeção horizontal da copa destes indivíduos até as linhas de inventário, em um sistema de eixos ortogonais (coordenadas x e y), tendo como referência o eixo das subparcelas de 20x20m (Figura 2).

Em função do grande número de indivíduos com altura superior a 15 m as medidas da altura total e da altura do fuste (até o ponto da primeira bifurcação ou ramo lateral grosso (Figura 3) foram estimadas em campo com base no método da superposição de ângulos iguais. Este método consiste em se colocar junto à árvore uma vara de altura conhecida, utilizou-se para este trabalho uma baliza de 2m de comprimento (graduada a cada 50 centímetros). A partir daí o observador se afastou, com um lápis na mão até que a altura do lápis coincidissem com a altura da baliza, feito isto se foi elevando o braço até que a extremidade inferior do lápis coincidissem com a extremidade superior da baliza, repetindo-se a operação até que o lápis chegasse ao topo da árvore. Por fim para obter a altura da árvore multiplicou-se a altura da baliza pelo número de vezes em que o lápis foi elevado.

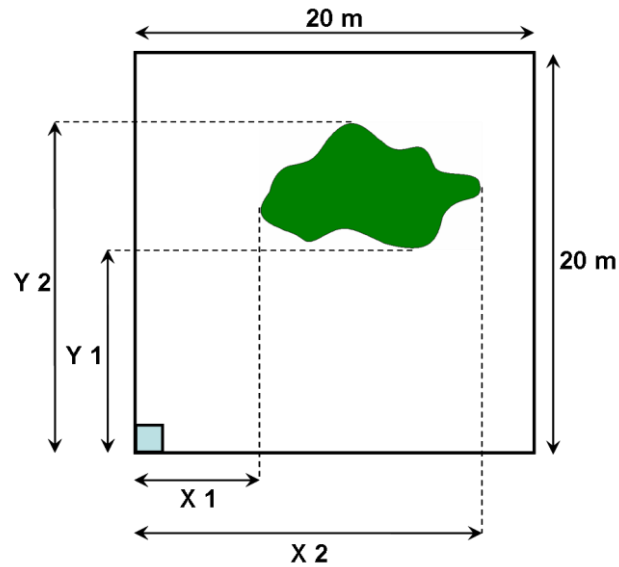


Figura 2 – Esquema mostra a base para a construção do sistema de coordenadas x e y para as árvores dominantes em sub-parcelas de 20x20m. X1: Início da copa na linha x; X2: Final da copa na linha x; Y1: Início da copa na linha y; Y2: Final da copa na linha y

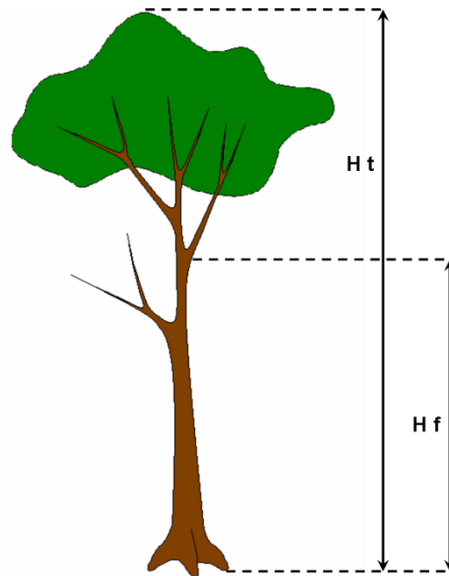


Figura 3 - Esquema mostra as definições de altura em uma árvore. Ht = altura total; Hf = altura do fuste (até o ponto da primeira bifurcação ou ramo lateral grosso)

Cada árvore marcada em campo foi classificada, quanto à sua arquitetura (presença ou ausência de reiteração, altura total, altura do fuste e sinais de senescência) em: árvores do futuro, árvores do presente e árvores do passado (OLDEMAN, 1987), utilizando-se para tal os critérios propostos por Torquebiau (1986), em:

a) Árvores do futuro: árvores potenciais que não atingiram desenvolvimento pleno, ainda em conformidade com o modelo arquitetural e pouco reiteradas.

b) Árvores do presente: árvores que atingiram seu pleno desenvolvimento; apresentam forte reiteração do modelo básico e copa bem desenvolvida formada por ramos muito grossos. Posteriormente, estas foram ainda subdivididas entre as categorias abaixo, de acordo com sua altura e ponto de inversão morfológica, $PI = (H_f/H_t)$

- Categoria 1A é formada por árvores mais baixas que a metade da altura da floresta (estabelecida a partir da média das alturas das árvores mais altas), e com fuste maior que a metade de sua própria altura.
- Categoria 1B é formada por árvores mais baixas que a metade da altura da floresta, e com o fuste menor que a metade de sua própria altura.
- Categoria 2A é formada por árvores mais altas que a metade da altura da floresta, e com o fuste maior que a metade de sua própria altura.
- Categoria 2B é formada por árvores mais altas que a metade da altura da floresta, e com o fuste menor que a metade de sua própria altura.

c) Árvores do passado: árvores senescentes, que perderam sua capacidade de reiteração e encontram-se danificadas ou mortas em pé.

A figura abaixo ilustra a reclassificação das árvores do presente proposta por Torquebiau (1986).

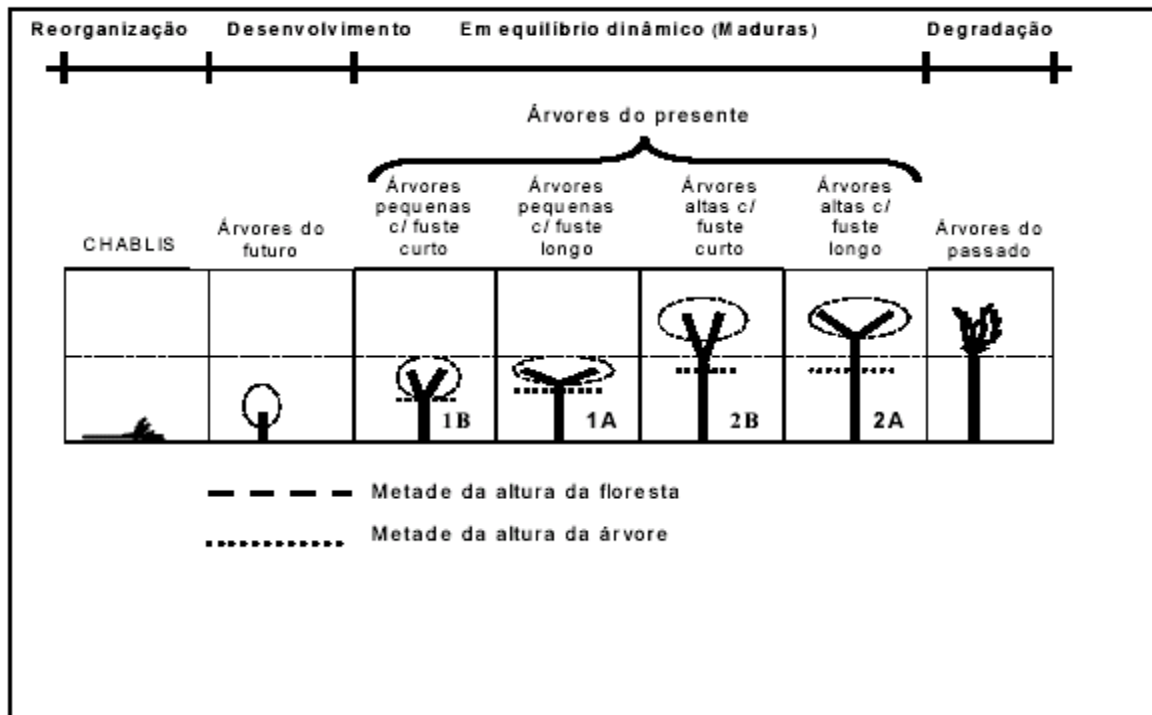


Figura 4 - Reclassificação das árvores do presente em subcategorias 1A, 1B, 2A e 2B, sendo 1 e 2 = primeiro e segundo níveis do dossel, A e B = ponto de inversão morfológica alto e baixo (ENGEL, 1993, baseado em TORQUEBIAU, 1986)

As áreas de clareira que interceptaram as linhas também foram amostradas, medidas e mapeadas. Para o presente trabalho está sendo utilizada a definição de clareiras utilizada por Engel (1993), Cardoso-Leite (1995) e Botrel (2007) em seus trabalhos, qual seja: aberturas no dossel, que proporcionam uma superfície sem cobertura vegetal no solo, de no mínimo 2 m de diâmetro.

Desta forma foram mapeadas as categorias de árvores do futuro, presente e passado, bem como as clareiras. O estabelecimento das diversas ecounidades em cada trecho amostrado foi feito a partir da união das copas de árvores de mesma categoria (futuro, presente 1A, presente 1B, presente 2A, presente 2B e passado).

As áreas de clareiras correspondem a ecounidades em reorganização; o conjunto de árvores do futuro, a ecounidades em desenvolvimento; o conjunto de árvores do presente, a ecounidades maduras (subdivididas também em 1A, 1B, 2A e 2B); e árvores do passado, a ecounidades em degradação (TORQUEBIAU, 1986)

Utilizando-se o programa "TNTmips versão 6.8" as ecounidades foram espacializadas e georreferenciadas individualmente, formando camadas (*layers*) que sobrepostas compuseram o mapa silvêgnico. Este trabalho resultou na

representação gráfica da cobertura vegetal da área estudada, classificada em ecounidades. Através do mesmo programa foi também gerada uma tabela que apresentou a área de cada ecounidade componente do mosaico.

3.3 Caracterização Edáfica

A área da Parcela Permanente está inserida em relevo de morros e montanhas, ocupando parte de um anfiteatro cujas encostas são constituídas por seguimentos erosivos e por segmentos desenvolvidos sobre depósitos de talus. A configuração das encostas condiciona a distribuição dos solos (LEPSCH et al., 2004). (Figura 5)

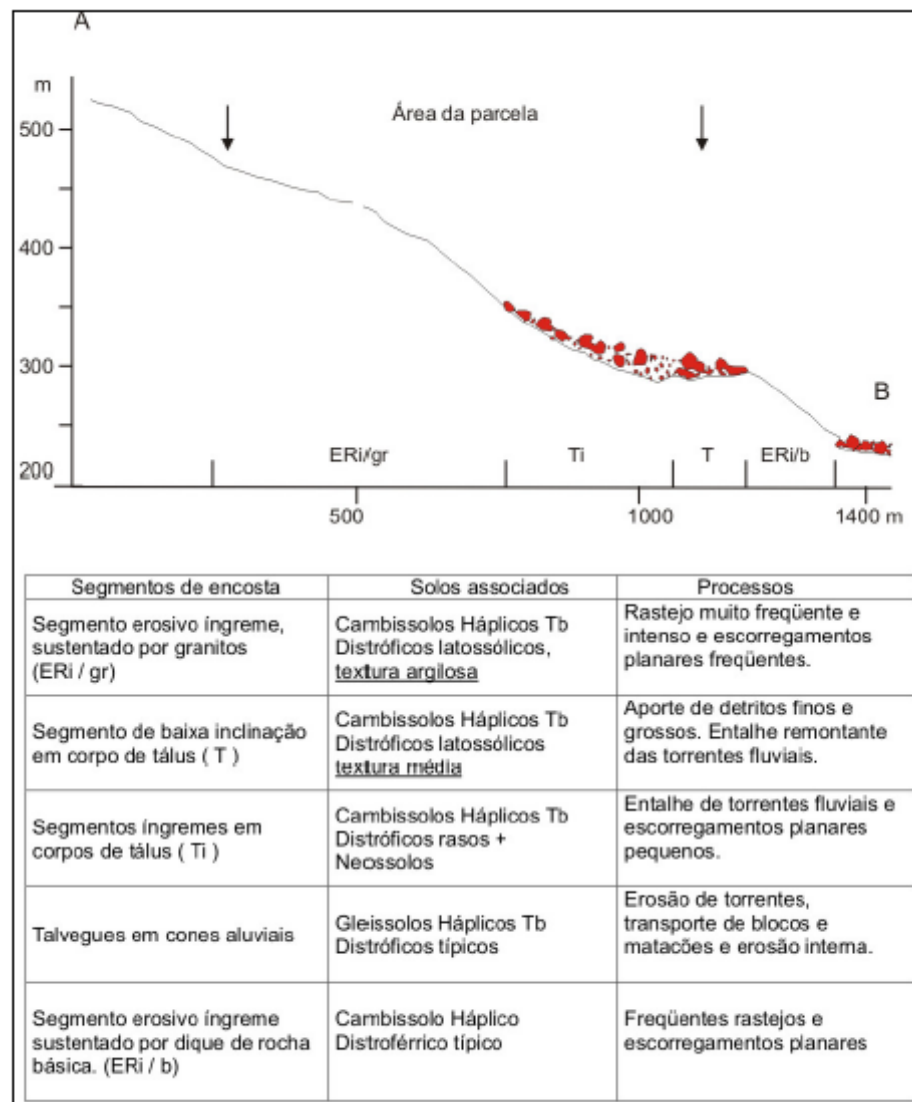


Figura 5 - Perfil morfoedológico da encosta da Serra do Mar, em que se encontra implantada a Parcela Permanente do Parque Estadual Carlos Botelho segundo Lepsch et al. (2004)

O mapa de classes de solo reproduzido na figura 08 foi fornecido pela equipe técnica do Projeto Parcela Permanentes, de forma que o método descrito neste projeto para obtenção do mapa será descrito a seguir. A caracterização edáfica foi realizada com apoio de técnicas de geoprocessamento (RODRIGUES, 2003). No mapa de solos as classes ou unidades de mapeamento foram definidas por características morfogênicas seguindo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). As unidades taxonômicas foram relacionadas a sistemas internacionais (FAO, 1998; SOIL SURVEY STAFF, 1999). A técnica de trabalho utilizada foi a definição de legenda preliminar seguida da delimitação entre as unidades taxonômicas e para cada uma foram apresentados valores médios de atributos químicos e granulométricos. O método de amostragem foi o da grade regular com malha variável de 20 a 100m, dependendo da variabilidade espacial de cada área, com três profundidades de amostragem por ponto de malha (0-5cm, 5-25cm, 40-60cm). Tal metodologia é empregada em levantamentos detalhados e ultradetalhados de solos (EMBRAPA, 1989) e foi utilizada para definição dos mapas temáticos com base na variabilidade espacial dos atributos do solo mais relevantes para o estudo das relações solo-vegetação. Todos os dados referentes ao solo dessas unidades foram georreferenciados com GPS (Sistema de Posicionamento Global) e geoprocessados em SIG (Sistema de Informações Geográficas), permitindo uma integração estreita entre o banco de dados e a informação cartográfica ou espacial dos solos (BOTREL, 2007).

3.4 Caracterização Topográfica (declividade e altitude)

As informações topográficas utilizadas neste estudo para confecção do mapa hipsométrico foram fornecidas pela equipe técnica do Projeto Parcelas Permanentes. O método descrito no Projeto para a obtenção dessas informações será descrito a seguir.

O levantamento planialtimétrico do trecho florestal deste levantamento foi realizado em escala de 1:1.500, locando os vértices de cada sub-parcela de 20x20 m. As informações foram levantadas com uso de estação total, com precisão angular nominal de 10 mm e linear nominal de 1mm, com respectivos acessórios como prismas, trenas e bastões telescópicos. As informações foram armazenadas em arquivo .txt e o cálculo topográfico foi feito usando o programa TOPOESALQ 3.0

desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP; e as plantas baixas foram editadas em Autocad, gerando arquivos .dwg e .dxf. A partir da carta topográfica, foi construído o Modelo Numérico do Terreno (MNT), resultante da interpolação das curvas de nível (interpolação pela distância ponderada média) que gerou uma superfície contínua dos valores de altitude. Este modelo foi a base para o mapa hipsométrico (Figura 6). A partir do desdobramento do mapa do modelo de elevação digital (Figura6) do terreno foram obtidos os dados correspondentes à declividade e a altitude.

Foram definidas cinco classes de altitude: classe 1 = 330 m a 365 m, classe 2 = 365 m a 390 m, classe 3 = 390 m a 415 m, classe 4 = 415 m a 440 m e classe 5 = 440 m a 465 m; e seis classes de declividade citadas por Garcia & Piedade (1987), quais sejam: declividade fraca (< 3%), moderada (3% a 6%), moderada a forte (6% a 12%), forte (12% a 20%), muito forte (20% a 40%) e extremamente forte (>40%). De acordo com esta classificação a área total da parcela distribui-se pelas classes de declividade da seguinte forma: (1) fraca – 0,19%, (2) moderada – 0,63%, (3) moderada a forte – 2,32%,(4) forte – 5,41%, (5) muito forte – 27,46% e (6) extremamente forte – 64,18%.

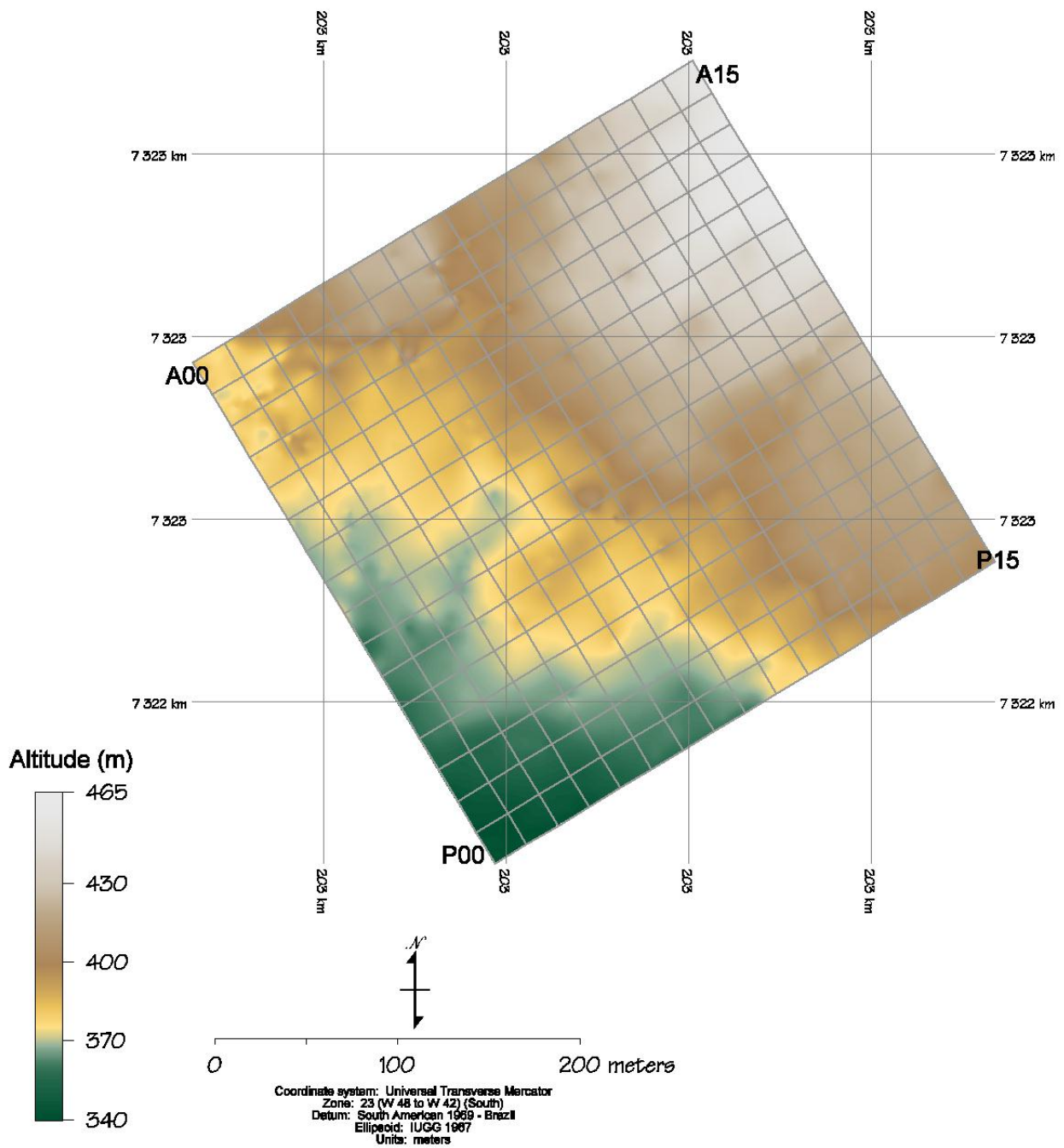


Figura 6 - Mapa do modelo de elevação digital do terreno da Parcela permanente do Parque Estadual Carlos Botelho (RODRIGUES, 2003)

4 ANÁLISE DE DADOS

O mapa de ecounidades foi cruzado com os mapas gerados pela análise dos fatores abióticos (solo, altitude e declividade), em um sistema de informações geográficas através do programa “TNTmips versão 6.8”.

Como resultado do cruzamento entre mapas chegou-se a uma tabela de contingência que apresentou a área (m²) de intersecção entre as classes dos mapas cruzados. Nesta tabela, cada mapa foi considerado como uma variável e, para analisar a associação entre as variáveis foram aplicados testes de Qui-quadrado (X²) (ZAR, 1999) pela fórmula

$$X^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Onde O é a freqüência observada para a intersecção da linha i com a coluna j e E é a freqüência esperada para esta mesma intersecção.

O objetivo deste teste foi verificar se a freqüência de ocorrência de uma variável (neste caso as ecounidades) é dependente da freqüência da segunda variável (solo, declividade e altitude). Ou seja, foi feito para verificar se as ecounidades ocorrem preferencialmente em função de alguma categoria das variáveis solo, declividade e altitude, ou aleatoriamente na área de estudo.

Neste sentido as hipóteses a serem testadas eram:

- Hipótese nula: As freqüências observadas não são diferentes das freqüências esperadas. Não existe diferença entre as freqüências (contagens) dos grupos. Portanto, não há associação entre os grupos
- Hipótese alternativa: As freqüências observadas são diferentes das freqüências esperadas, existe diferença entre as freqüências. Portanto, há associação entre os grupos.

Posteriormente quando o X² mostrou-se significativo, portanto com associação entre as variáveis, foram calculados os resíduos ajustados (RA), com a finalidade de verificar-se a contribuição relativa de cada célula da tabela no valor total da estatística X² de Pearson.

A análise de resíduos revela os padrões característicos de cada categoria de cada variável, segundo o excesso ou falta de ocorrência de sua combinação com cada categoria da outra variável. Tanto para verificar a associação entre as variáveis no teste de X², quanto para as categorias de variáveis na análise de resíduos, adotou-se o nível de significância de 1%. Para este nível de significância, o resíduo

deve ser superior a +2,58, correspondendo à excesso de ocorrência ou associação positiva, ou inferior a -2,58, correspondendo à falta de ocorrência ou associação negativa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização silvigênica

A figura a seguir representa o mosaico silvigênico do trecho estudado.

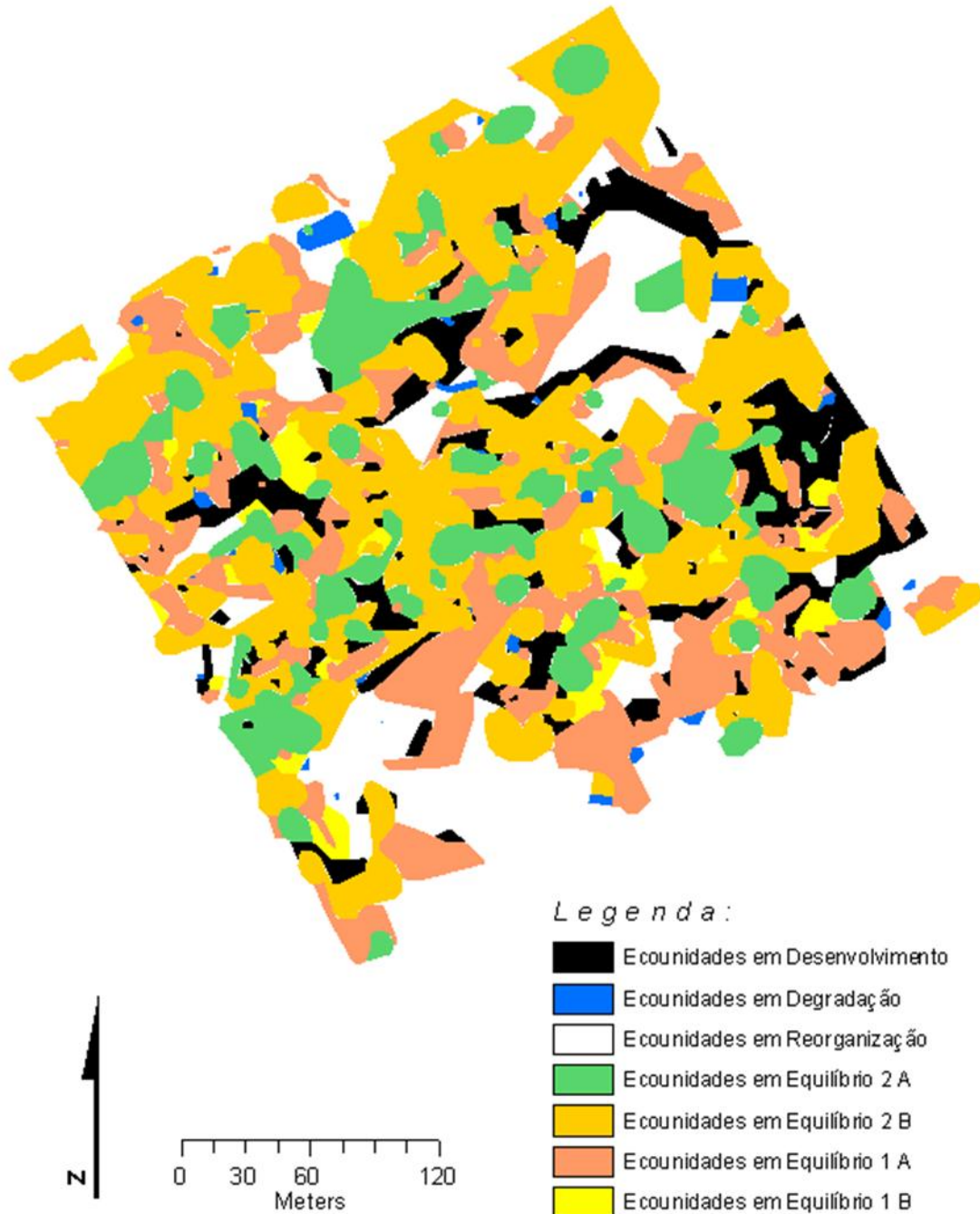


Figura 7 - Mapa das Ecounidades da Parcela Permanente do Parque Estadual Carlos Botelho (PECB)

No dossel superior da área estudada (10,24 ha), foram amostrados 1136 indivíduos, correspondendo a uma densidade de 110,94 ind/ha. Lima (2010) estudando dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa em Paranapiacaba encontrou densidades de 364 ind/ha e 360 ind/ha em cada uma das

áreas, enquanto que Engel e Prado (1992) encontraram 106 indivíduos (212 ind/ha) num trecho correspondente a 0,5 ha de uma Mata de Tabuleiros. Botrel (2007) citou que excetuando-se as diferenças no tamanho da área amostral, essa superioridade no número de indivíduos por hectare pode ser explicada pela diferença estrutural das formações estudadas. Lima (2010) destacou ainda, que as altas densidades encontradas podem refletir o maior número de indivíduos com copas menores encontrados nas áreas de borda incidentes em parte das parcelas estudadas.

As 1136 árvores amostradas foram classificadas em: 749 árvores do presente, 336 árvores do futuro e 51 árvores do passado. Foram também levantadas 28 clareiras (Tabela 1). Como esperado, de acordo com a interpretação atribuída por Halle et al. (1978), as árvores do presente ocorreram em maior número e dominaram arquiteturalmente a floresta.

A média das alturas máximas das árvores na área de estudo foi de 30m, logo, seguindo a metodologia proposta por Torquebiau (1986) a altura da superfície de inversão ecológica da floresta estudada foi estabelecida em 15m.

De acordo com sua posição acima ou abaixo da superfície de inversão ecológica (categorias 1 e 2), e de acordo com a altura do fuste (categorias A e B) as árvores do presente foram então subdivididas nas seguintes categorias: 1A (318 indivíduos), 1B (44 indivíduos), 2A (92 indivíduos) e 2B (295 indivíduos). Estes números correspondem às seguintes porcentagens das árvores do presente: 1A (42,45%), 1B (5,87%), 2A (12,28%) e 2B (39,39%).

Os indivíduos das categorias 1A e 2A devem ter crescido em aberturas estreitas do dossel e por isso reiteraram acima da metade de sua altura total, enquanto que os indivíduos das categorias 1B e 2B provavelmente cresceram em ambiente mais aberto e reiteraram antes que seu fuste superasse a metade do que viria a ser a sua altura (BOTREL, 2007).

As árvores da categoria 1 (indivíduos mais baixos da floresta) somam 48,33% dos indivíduos do presente, enquanto que as árvores da categoria 2 (indivíduos mais altos da floresta) somam 51,66%. A distribuição semelhante destes indivíduos nas duas categorias indica que, as perturbações que ocorrem no dossel se distribuem no tempo na mesma proporção, ou seja, não ocorreram em maior ou menor grau no passado ou no presente.

A categoria do passado (51 indivíduos) representou 4,48% dos indivíduos amostrados, enquanto que a categoria do futuro (336 indivíduos) representou

29,57% dos indivíduos amostrados. Estes dados indicam que as árvores do futuro seriam suficientes para repor as árvores senescentes. Entretanto destaca-se que, Lescure (1978) observou que se as árvores do futuro vierem a sofrer danos severos, certamente não realizarão seu potencial para chegarem a árvores do presente, e assim passariam direto para a categoria de árvores do passado e comporiam ecounidades em degradação sem nunca terem pertencido a uma ecounidade em equilíbrio.

O mosaico silvigênico caracterizou-se por ser em sua maior parte constituído por ecounidades em equilíbrio (maduras) (70,77%), que formam uma matriz onde se inserem as ecounidades em reorganização (18,46%), desenvolvimento (9,64%) e degradação (1,12%). Situação semelhante à encontrada por Engel e Prado (1992), que citam que este aspecto é característico de florestas maduras, bem estruturadas, onde é possível detectar vários estratos (WHITMORE, 1978; OLDEMAN, 1983). Esta observação vai ao encontro da interpretação sugerida por Lescure (1978), uma vez que as árvores do presente se encontram distribuídas em vários conjuntos estruturais, ou seja, em grupos de árvores que se diferenciam quanto às suas alturas e pontos de inversão morfológica. As áreas totais compostas por ecounidades em equilíbrio corresponderam à: 1A (18,88%), 1B (2,57%), 2A (14,08%) e 2B (35,24%).

Dentre as ecounidades em equilíbrio observou-se uma alta proporção relativa de ecounidades 2B (árvores altas, com fuste curto), resultado compatível com o encontrado por Engel e Prado (1992), com 42,4% da área do mosaico coberta por esta ecounidade, e por Lima (2010) em duas áreas de Floresta Ombrófila Densa no Estado de São Paulo, sendo a categoria 2B a mais representativa em ambas as parcelas avaliadas (23,58% e 20,06%). De acordo com Engel e Prado (1992), este padrão é indicativo de que os processos silvigênicos atuando nesses indivíduos se desenvolveram em uma matriz florestal baixa, ou sem um dossel de proteção. Ou seja, esta mata pode ter sido explorada seletivamente há muitos anos, e as grandes clareiras abertas originaram ecounidades com uma superfície de inversão ecológica mais baixa. Isto porque árvores que são características do dossel superior, quando se desenvolvem em condições abertas, crescem pouco tempo em conformidade com o modelo e iniciam logo a reiteração, a despeito de serem capazes de atingirem grandes alturas.

De acordo com Lima (2010), em outros tipos de florestas a área ocupada por ecounidades 2B tem outro significado, como o caso de uma área de Cerradão

avaliada por Botrel (2007) que apresentou 43,46% do mosaico constituído por esta ecounidade. Neste caso observou-se que a incidência de luz nos níveis mais baixos do dossel é maior do que a que ocorre em outras formações florestais (florestas ombrófilas ou estacionais), favorecendo a reiteração abaixo do ponto de inversão morfológica, não significando, portanto, que tenham ocorrido grandes perturbações no passado desta floresta.

A segunda categoria mais representativa dentre as árvores do presente foi a 1A, com 18,88%, neste caso, de acordo com Torquebiau (1986), esta ecounidade representa provavelmente áreas de distúrbios mais recentes no dossel, que expuseram árvores do estrato médio desenvolvidas inicialmente à sombra, ou estão em uma fase de transição para ecounidades 2A.

A porcentagem de área coberta pela categoria 1B (2,57%) é compatível com todos os trabalhos de silvigênese já realizados no Brasil, com exceção do observado por Lima (2010). Em seu estudo esta ecounidade representou 20,44% do mosaico silvigênico, entretanto este autor citou que as altas porcentagens de ecounidades 1A e 1B observadas nesta parcela são consequência do efeito de borda, uma vez que neste local ocorrem várias espécies pioneiras com forte reiteração.

Ainda, Botrel (2007) sugeriu que a extensão e o tipo de perturbação exercem maior influência na proporção de ecounidades 1A e 1B, do que o tipo florestal em que elas ocorrem.

Segundo Oldeman (1983) a alta proporção de ecounidades em reorganização indica perturbação recente na floresta, com a abertura de clareiras. Neste estudo a área ocupada por esta ecounidade foi de 18,46%, ocorrendo em maior proporção na borda sudoeste da parcela.

De acordo com Engel e Prado (1992) uma menor proporção de ecounidades 2A, associada a uma alta proporção de ecounidades em reorganização, desenvolvimento e degradação, podem indicar que suas taxas de renovação são maiores, o que provavelmente deve estar acontecendo na área em questão.

Tabela 1 - Número de indivíduos amostrados nos 10,24ha da Parcela Permanente de Floresta Ombrófila Densa Sub Montana do Parque Estadual Carlos Botelho, distribuído nas categorias do presente, passado e futuro

Categorias	Presente					Futuro	Passado	Total
	Subcategorias	1A	2A	1B	2B			
nº indivíduos	318	92	44	295	749	336	51	1136
% indivíduos	27,99%	8,10%	3,87%	25,97%	65,93%	29,58%	4,49%	100,00%

Tabela 2 - Área ocupada pelas ecounidades nos 10,24ha da Parcela Permanente da Floresta Ombrófila Densa Sub Montana do Parque Estadual Carlos Botelho

Ecounidade	Área mínima (m ²)	Área máxima (m ²)	Área média (m ²)	Área total (m ²)	Área total (%)
Equilíbrio 1A	0,03	3.214,65	130,40	19.430,20	18,88
Equilíbrio 1B	0,01	292,21	55,18	2.648,43	2,57
Equilíbrio 2A	0,08	1.136,59	146,40	14.493,91	14,08
Equilíbrio 2B	0,03	2.731,33	228,11	36.268,92	35,24
Reorganização	0,06	3.903,35	412,97	18.996,43	18,46
Desenvolvimento	0,02	1.611,51	84,07	9.920,42	9,64
Degradação	0,02	257,94	32,07	1.154,55	1,12

5.2 Cruzamento dos Mapas

Os três cruzamentos de mapas (Mosaico silvigênico x Solo; Mosaico silvigênico x Altitude; e Mosaico silvigênico x Declividade) mostraram-se associados e, portanto, correlacionados para valores de qui-quadrado no nível significância de 1% (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores de Qui-quadrado (X²), graus de liberdade (GL), X² crítico (p<0,01)

Cruzamento de Mapas	X ²	GL	X ² crítico
Mosaico silvigênico x Solos	16676	30	29,336
Mosaico silvigênico x Altitude	10866	24	23,337
Mosaico silvigênico x Declividade	1818	30	29,336

5.3 Análise da Relação Mosaico Silvigênico X Solos

Na Parcela Permanente do Parque Estadual Carlos Botelho foram identificadas seis unidades taxonômicas, quais sejam: (1) CambissoloHáplico Distrófico típico, (2) CambissoloHáplicoTb Distrófico latossólico textura argilosa, (3) CambissoloHáplicoTb Distrófico latossólico textura média – CambissoloHáplicoTb Distrófico típico – CambissoloHáplicoTb Distrófico léptico, (4) GleissoloMelênico Distrófico Típico, (5) Neossolo Flúvico Distrófico típico – Neossolo Lítico Distrófico típico – mutações e calhaus, (6) NeossoloFlúvico Distrófico típico – Neossolo Lítico Distrófico típico – mutações e calhaus – Gleissolo Háplico Distrófico Típico, conforme ilustra a Figura 8.

As unidades de mapeamento 3, 5 e 6 são do tipo combinada, pois são compostas de mais de uma unidade taxonômica, sendo chamadas de complexas. Uma unidade de mapeamento do tipo complexa consiste em combinações de duas ou mais classes de solos distintos, com limites pouco nítidos entre si, mas não mapeáveis como unidades individuais, sendo utilizados em levantamentos detalhados (EMBRAPA, 1989).

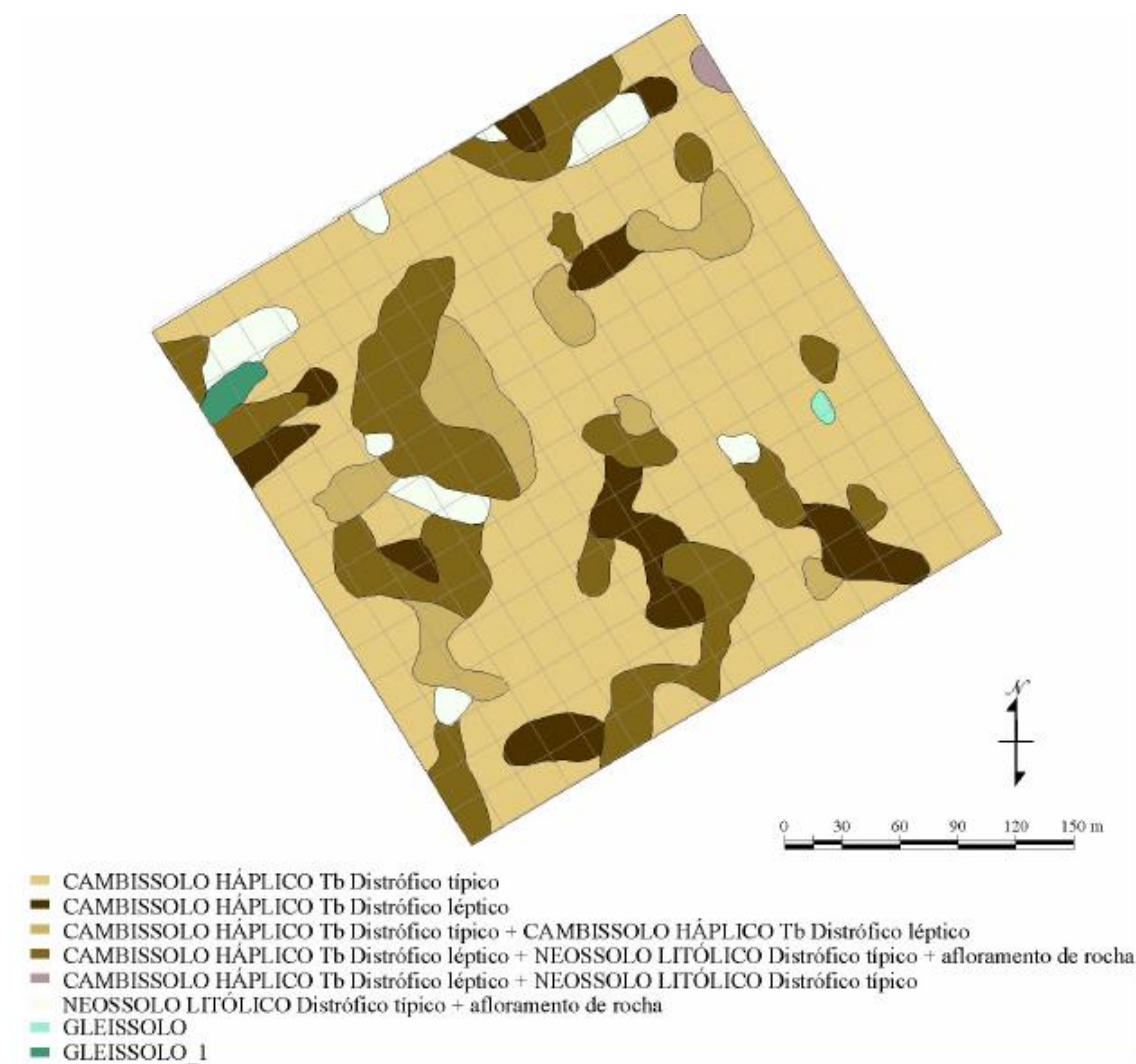


Figura 8 - Mapa da distribuição das classes de solos da Parcela Permanente do Parque Estadual Carlos Botelho (RODRIGUES, 2003)

Para fins deste estudo as unidades taxonômicas foram agrupadas em três classes de solos (Cambissolos, Neossolos Litólicos e Gleissolos) com as características abaixo descritas:

Os Cambissolos compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente (Bi), subjacente a qualquer horizonte (EMBRAPA, 1999). O horizonte Bi é um horizonte superficial que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém suficiente para o desenvolvimento de cor, produção de argila ou de estrutura, com espessura mínima de 10cm para ser diagnosticado.

Os Neossolos Litólicos são solos minerais não hidromórficos com horizonte A assentado diretamente sobre a rocha coerente e dura ou cascalheira espessa, ou horizonte C com 90% ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha e

que apresentam contato lítico dentro dos 50 cm da superfície do solo (EMBRAPA, 1999). São solos pouco evoluídos, seja pela ausência de processos pedogenéticos, pela dificuldade de intemperismo do material de origem, ou mesmo pela presença de relevo acidentado, não permitindo a evolução maior de processos pedogenéticos. A presença do contato lítico implica em séria limitação ao livre crescimento do sistema radicular, a qual fica limitado as fendas que porventura ocorram, reduzindo a profundidade efetiva do solo e conseqüentemente o volume de ancoragem das plantas e a quantidade de água e nutrientes disponíveis (OLIVEIRA, 2001).

Os Gleissolos são solos minerais hidromórficos, que apresentam horizonte glei com espessura de 15 cm ou mais dentro dos primeiros 50cm da superfície do solo (EMBRAPA, 1999). É formado em ambiente hidromórfico. Nessa condição o solo se mantém em condições de umidade excessiva por período de tempo suficientemente prolongado e sem renovação de água, de modo que a atividade microbiana reduz significativamente a taxa de oxigênio livre nela dissolvido. Os nitratos e os compostos de manganês são os primeiros a serem reduzidos, porém como eles geralmente não são abundantes, rapidamente esgotam seu papel de receptores de elétrons. O ferro constitui a maior reserva de receptores de elétrons nas reações de oxi-redução. Nessas condições o Fe^{3+} passa rapidamente a Fe^{2+} , adquirindo grande mobilidade, sendo removido, causando despigmentação do solo que adquire cores acinzentadas, oliváceas ou azuladas (OLIVEIRA, 2001). A principal limitação apresentada pelo horizonte glei não é o excesso de água, mas a aeração inadequada, aumentando a resistência da difusão dos gases do solo para a atmosfera e vice-versa, o oxigênio necessário na respiração metabólica é rapidamente consumido pelos microorganismos e pelas plantas, inibindo o crescimento do sistema radicular (OLIVEIRA, 2001).

Tabela 4 - Fo (Frequência observada), Fe (Frequência esperada) e RA (Resíduo ajustado) obtidos através da análise da tabela de contingência entre as variáveis categorias das ecounidades e ordens de solo

Ecounidade		Cambissolo	Neossolo Litólico	Gleissolo
Equilíbrio 1 A	Fo	16600,44	2760,19	69,57
	Fe	16178,14	3167,34	84,73
	RA	9,01	-8,78	-1,83
Equilíbrio 1 B	Fo	1841,58	806,85	0,00
	Fe	2205,16	431,72	11,55
	RA	-19,17	19,99	-3,45
Equilíbrio 2 A	Fo	10646,99	3536,14	310,78
	Fe	12068,04	2362,67	63,20
	RA	-34,11	28,47	33,67
Equilíbrio 2 B	Fo	29497,17	6723,48	48,27
	Fe	30198,54	5912,23	158,15
	RA	-12,26	14,33	-10,88
Reorganização	Fo	17442,94	1553,49	0,00
	Fe	15816,97	3096,63	82,83
	RA	35,00	-33,57	-10,10
Desenvolvimento	Fo	8682,67	1217,62	20,1,3
	Fe	8260,02	1617,14	43,26
	RA	11,96	-11,42	-3,71
Degradação	Fo	976,39	178,16	0,00
	Fe	961,31	188,20	5,03
	RA	1,20	-0,80	-2,26

O valor calculado de Qui-quadrado (X^2) foi maior que o valor de X^2 tabelado para o nível de significância de 1%. Isto implica dizer que, para este caso, aceitou-se a hipótese de que há associação entre os grupos (Ecounidades x Solos).

Os altos valores de resíduo ajustado (RA) encontrados ocorrem em função das diferenças entre frequências esperada e observada. Portanto, esses valores indicam um nível muito mais alto de associação que aqueles próximos a 2,58. Estas associações foram negativas ou positivas, indicando se uma eco-unidade ocorreu ou não preferencialmente em determinada ordem de solo, como segue:

- Cambissolo, que ocupou a maior parte da área da parcela, apresentou correlação significativa com todas as ecounidades, exceto com a ecounidade em

desenvolvimento. Dentre as correlações significativas, destaca-se: associação positiva com as ecounidades em equilíbrio 1A, em reorganização, e em desenvolvimento; e associação negativa com as ecounidades em equilíbrio 1B, 2A e 2B.

- Neossolo Litólico apresentou correlação significativa com todas as ecounidades, exceto com a ecounidade em desenvolvimento. Dentre as correlações significativas, destaca-se: associação positiva com as ecounidades em desenvolvimento 1B, 2A, e 2B; e associação negativa com as ecounidades 1A, em reorganização e em desenvolvimento.
- Gleissolo, que ocupou a menor parte da área da parcela, mostrou-se sem correlação significativa com as ecounidades em equilíbrio 1A e em reorganização, e significativa com as demais, dentre as quais destaca-se: associação positiva apenas com a ecounidade em desenvolvimento 2A; e associação negativa com as ecounidades em desenvolvimento 1B, 2B, em reorganização, e em desenvolvimento.

Estes resultados corroboram com os encontrados por (CARVALHO et al., 2005), que, estudando a distribuição de árvores de 5 a 22 metros de altura em função de características edáficas, encontrou em síntese que os Cambissolos apresentaram maior densidade de indivíduos de porte intermediário (10m-15m), enquanto que os Neossolos mostraram maior densidade de árvores mais altas (15m-22m).

Entretanto no presente estudo a categoria dos Neossolos apresentou, além de excesso de ocorrência de árvores das categorias de ecounidades 2A e 2B, excesso de ocorrência de ecounidades compostas por indivíduos 1B (árvores baixas de fuste curto), isto pode ser justificado pelo fato de que Neossolos frequentemente apresentam grande heterogeneidade nas propriedades químicas e texturais normalmente ocasionada por diferenças no tempo de residência da água das inundações e na direção e velocidade da vazão (OLIVEIRA FILHO et al., 1994; JACOMINE, 2000).

Os Neossolos Litólicos possuem perfil raso, com baixa reserva de nutrientes e condições muito desfavoráveis para o estabelecimento do sistema radicular, geralmente dispostos em locais de relevo acidentado. O fato de ter havido correlação positiva com ecounidades correspondentes à árvores de grande porte (2A e 2B) pode não guardar relações diretas com a classe de solo, uma vez que o sistema radicular do componente arbóreo dominante, em áreas de declives

acentuados, pode estar localizado longe da projeção horizontal de suas copas, inclusive, ancorado em outra classe de solo.

Merece destaque o fato de os Gleissolos, a despeito de sua menor cobertura (0,67% da parcela), terem apresentado correlação positiva apenas com a ecounidade 2A. Sugere-se que isto ocorra em função de suas características físicas (solos profundos e mal drenados, freqüentemente com o horizonte A enterrado por depósitos coluviais) que poderiam condicionar o desenvolvimento de plantas com sistema radicular profundo tolerantes a longos períodos de encharcamento e com condições de desenvolvimento de árvores de grande porte.

5.4 Análise da Relação Mosaico Silvigênico X Altitude

A altitude foi dividida em 5 classes com variação a cada 25 metros, de forma que a área da parcela distribuiu-se entre as classes da seguinte forma: (1) 330 m a 365 m – 10,08%, (2) 365 m a 390 m – 34,09%, (3) 390 m a 415 m – 28,47%, (4) 415 m a 440 m – 19,09%, (5) 440 m a 465 m – 8,24%.

A análise dos resíduos ajustados apresentados na tabela 5 mostra as associações entre as ecounidades e cada uma das cinco classes de altitude. Em síntese temos:

- Classe 1: associação negativa com as ecounidades 1A, 2A, 2B, Degradação e Desenvolvimento, e associação positiva com as ecounidades Reorganização e 1B;
- Classe 2: associação negativa com as ecounidades 2A, 2B, Degradação, Desenvolvimento e Reorganização, e associação positiva com as ecounidades 1A e 1B;
- Classe 3: associação negativa com as ecounidades 1A, 1B, 2A, Degradação e Desenvolvimento, e associação positiva com as ecounidades 2B e Reorganização;
- Classe 4: associação negativa com as ecounidades 1A, 1B, 2A e Degradação e associação positiva com as ecounidades 2B, Reorganização e Desenvolvimento;
- Classe 5: associação negativa com as ecounidades 1A, 1B e 2A, e associação positiva com as ecounidades 2B, Reorganização, Degradação e Desenvolvimento.

Tabela 5 - Fo (Frequência observada), Fe (Frequência esperada) e RA (Resíduo ajustado) obtidos através da análise da tabela de contingência entre as variáveis categorias das ecounidades e classes de altitude

Ecounidade		Classes de altitude				
		1 (330-365m)	2 (365-390m)	3 (390-415m)	4 (415-440m)	5 (440-465m)
Equilíbrio 1 A	Fo	1856,80	8465,30	5559,90	2501,40	1054,30
	Fe	1960,30	6628,20	5535,40	3711,80	1601,90
	RA	-2,74	30,86	0,43	-24,52	-15,86
Equilíbrio 1 B	Fo	412,14	1267,50	889,17	63,93	16,16
	Fe	267,14	903,26	754,34	505,83	218,30
	RA	9,48	15,12	5,88	-22,13	-14,47
Equilíbrio 2 A	Fo	1381,80	4741,90	5897,70	1817,40	664,92
	Fe	1462,70	4945,70	4130,40	2769,70	1195,30
	RA	-2,41	-3,85	35,08	-21,70	-17,28
Equilíbrio 2 B	Fo	1650,70	12265,00	10030,00	8776,10	3570,80
	Fe	3660,20	12376,00	10335,00	6930,50	2990,90
	RA	-43,53	-1,53	-4,41	30,63	13,76
Reorganização	Fo	4649,80	5243,30	3616,20	3680,40	1807,80
	Fe	1915,90	6478,10	5410,10	3627,80	1565,60
	RA	72,94	-20,93	-31,93	1,08	7,08
Desenvolvimento	Fo	371,91	2815,70	2887,50	2653,20	1199,40
	Fe	1001,20	3385,30	2827,20	1895,80	818,15
	RA	-22,06	-12,69	1,41	20,34	14,64
Degradação	Fo	60,82	311,57	440,78	169,46	171,89
	Fe	116,44	393,69	328,78	220,47	95,15
	RA	-5,47	-5,13	7,34	-3,84	8,26

Observou-se que as árvores mais altas e com fuste abaixo da superfície de inversão ecológica da floresta (2B) distribuem-se preferencialmente nos terrenos mais elevados evitando áreas de altitude intermediária e áreas mais baixas. Enquanto que as árvores altas, porém com fuste acima da metade de sua própria altura (2A) demonstraram preferência pelas regiões intermediárias (classe 3), tendo apresentado correlação negativa (falta de ocorrência) com os extremos de altitude.

O fenômeno inverso pode ser observado, de uma maneira geral, quanto às árvores baixas (1A, 1B), uma vez que estas estão correlacionadas positivamente com altitudes intermediárias e negativamente com as classes 4 e 5 (mais elevadas).

As ecounidades sem Desenvolvimento e Reorganização acompanham o observado nas ecounidades 2B, ocorrendo com maior frequência nos locais mais altos da parcela. Enquanto que as ecounidades Degradação distribuem-se de forma aleatória pela parcela. Observou-se ainda uma correlação positiva da ecounidade

Reorganização com a classe de altitude 1, que pode ser explicada pela ocorrência de grandes clareiras dominadas por bambus nesta região.

Os resultados encontrados opõem-se ao observado por Botrel (2007) em uma área de Cerrado. Neste caso as ecounidades 2A e 2B ocorreram preferencialmente em áreas de baixa altitude e as ecounidades 1A e 1B ocorreram preferencialmente em classes de altitudes mais altas. Esta autora sugere que os resultados encontrados podem ter alguma vinculação com o lençol freático e ainda que a distribuição de indivíduos arbóreos dentro de uma faixa de variação de altitude na comunidade florestal possa estar condicionada a fatores inerentes ao próprio indivíduo analisado.

5.5 Análise da Relação Mosaico Silvigênico X Declividade

Para fins deste estudo, a parcela permanente foi dividida em classes de declividade de acordo com as citadas por Garcia & Piedade (1987), quais sejam: declividade fraca (< 3%), moderada (3% a 6%), moderada a forte (6% a 12%), forte (12% a 20%), muito forte (20% a 40%) e extremamente forte (>40%). De acordo com esta classificação a área total da parcela distribuiu-se pelas classes de declividade da seguinte forma: (1) fraca – 0,19%, (2) moderada – 0,63%, (3) moderada a forte – 2,32%, (4) forte – 5,41%, (5) muito forte – 27,46% e (6) extremamente forte – 64,18%.

As classes de declividade muito forte e extremamente forte apresentaram altas correlações negativas ou positivas com todas as ecounidades. As categorias 1A e 2B possuem correlação positiva com a classe de declividade 5 (muito forte) e correlação negativa com a classe de declividade 6 (extremamente forte). O oposto foi observado nas categorias 1B, Desenvolvimento e Reorganização. Nota-se ainda que a ecounidade 2A está altamente correlacionada positivamente a classe de declividade 4 (forte) e a categoria de ecounidade em degradação negativamente correlacionada a classe de declividade moderada a forte.

Tabela 6 - Fo (Frequência observada), Fe (Frequência esperada) e RA (Resíduo ajustado) obtidos através da análise da tabela de contingência entre as variáveis categorias das ecounidades e classes de declividade

Ecounidade	Classes de declividade						
	1 3%)	(< 3% a 6%)	2 3% a 6%)	3 6% a 12%)	4 12% a 20%)	5 20% a 40%)	6 >40%)
Equilíbrio 1 A	Fo	27,42	108,73	341,46	906,38	4750,90	13295,00
	Fe	37,30	123,10	449,67	1048,40	5326,30	12446,00
	RA	-1,80	-1,44	-5,73	-5,01	-10,27	14,11
Equilíbrio 1 B	Fo	3,20	30,34	88,30	175,13	1132,80	1216,80
	Fe	5,08	16,77	61,25	142,80	725,49	1695,20
	RA	-0,85	3,37	3,54	2,82	17,98	-19,63
Equilíbrio 2 A	Fo	14,85	53,73	363,23	985,14	4208,70	8872,50
	Fe	27,83	91,86	335,53	782,25	3974,30	9286,50
	RA	-2,66	-4,31	1,65	8,05	4,71	-7,73
Equilíbrio 2 B	Fo	51,29	208,66	640,28	1739,80	8473,30	25149,00
	Fe	69,61	229,74	839,20	1956,50	9940,20	23227,00
	RA	-2,73	-1,73	-8,63	-6,26	-21,46	26,14
Reorganização	Fo	74,64	177,91	625,77	1116,30	5953,60	10999,00
	Fe	36,37	120,04	438,48	1022,30	5193,70	12136,00
	RA	7,03	5,87	10,02	3,35	13,70	-19,06
Desenvolvimento	Fo	26,01	69,70	306,53	573,57	3384,30	5545,30
	Fe	19,01	62,76	229,24	534,45	2715,30	6344,70
	RA	1,69	0,92	5,43	1,83	15,85	-17,61
Degradação	Fo	0,00	2,51	14,52	52,63	288,16	796,73
	Fe	2,22	7,31	26,72	62,29	316,49	739,52
	RA	-1,50	-1,79	-2,40	-1,27	-1,88	3,53

Todas as ecounidades apresentaram excesso de ocorrência entre as classes de declividade forte a extremamente forte, porém destaca-se o fato de que as ecounidades 1A aquelas formadas por árvores pequenas e de fuste curto ou as que representam áreas de distúrbios mais recentes no dossel, apresentarem excesso de ocorrência apenas nas classes de declividade 6 (extremamente forte), isto pode ocorrer pelo fato de que em uma floresta de encosta, a distribuição das árvores ao longo da mesma, faz com que a incidência de radiação solar se dê de maneira quase que uniforme, reduzindo a competitividade entre as plantas para absorção de luz. Isso diminui a necessidade de crescimento vertical, ainda mais quando associado ao fato de que sob declividade acentuada, a espessura dos solos tende a ser menor do que nos fundos de vale, fazendo com que as árvores não tenham muito embasamento para desenvolver suas raízes de forma a sustentar um indivíduo de porte muito grande.

Segundo Gandolfi (2000) a declividade da superfície do solo produz, em conjunto com outros fatores, uma variedade de situações ambientais, tais como:

gradientes de umidade no solo entre o topo e a base da vertente, favorecimento do transporte de partículas de solo ao longo do perfil e interferência na organização vertical do dossel, ocasionando variações nos ângulos de penetração e distribuição de luz no interior de florestas, promoção da aparente elevação da copa de indivíduos menores e mais jovens de áreas superiores, de modo que alcancem mais rápido o dossel em áreas de declividade acentuada, variação no tempo de incidência de radiação durante o ano (mais nas áreas elevadas que nas inferiores) e geração de aspecto de degraus no estrato arbóreo.

Ainda devido à declividade e instabilidade das encostas, que produzem deslizamentos constantes, a área do presente estudo mostra-se como um mosaico de diferentes estágios sucessionais, com grande número de clareiras em regeneração.

6 CONCLUSÕES

A metodologia dos estudos silvigênicos destacou-se pela simplicidade de sua aplicação, neste sentido pode tornar-se uma ferramenta importante para os estudos em florestas brasileiras.

De acordo com os resultados podemos concluir que a caracterização silvigênica indicou que, a área estudada representa uma floresta em fase de pré-maturidade por apresentar sinais de perturbações recentes, traduzidas nas altas proporções de ecounidades 1A e em reorganização observadas, e antigas (provavelmente decorrente da exploração seletiva).

O estudo de mosaicos florestais através da metodologia da silvigênese pode ser adotado para complementar trabalhos fitossociológicos e/ou florísticos, pois nestes casos, em função da sua complexidade são amostrados pequenos trechos de mata, o que muitas vezes leva-se a uma interpretação restrita da realidade destas florestas.

Ainda, a aplicação desta metodologia sugere que pode ser estabelecida uma correlação entre a distribuição das ecounidades ao longo da parcela e os fatores abióticos estudados no presente trabalho, quais sejam: altitude, declividade e solos.

REFERÊNCIAS

- BOTREL, R.T. **Análise silvigênica em floresta estacional semidecídua e em cerrado no Estado de São Paulo**. 2007. 211 p. (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- BOTREL, R.T.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; RODRIGUES, L.A.; CURTI, N. Influência do solo e topografia sobre variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, p. 195-213, 2002.
- BURSLEM, D.F.R.P.; GRUBB, P.J.; TURNER, I.M. Responses to nutrient addition among shade-tolerant tree seedlings of lowland tropical rain forest in Singapore. **The Journal of Ecology**, Danvers, v. 83, n. 1, p. 113-122, Feb. 1995.
- CAMARGO, M.N.; KLAMT, E.; KAUFMAN, J.H. Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 12, p. 11-33, 1972.
- CARDOSO-LEITE, E. **Ecologia de um fragmento florestal em São Roque, SP: florística, fitossociologia e silvigênese**. 1995. 234 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.
- CARDOSO-LEITE, E.; RODRIGUES, R.R. Análise do Mosaico Silvático em um fragmento de floresta tropical estacional no Sudeste do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 443-452, 2008.
- CARVALHO, D.A.C.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M.A.L.; VILELA, E.A.; MARQUES, J.J.G.S.M.; CARVALHO, W.A.C. Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombrófila alto-montana às margens do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, Feira de Santana, v. 19, p. 91-109, 2005.
- CASSOLA, H. **Aspectos da estrutura fitossociológica e silvigênica em fragmentos de floresta estacional semidecídua com diferentes históricos de perturbação em Botucatu, SP**. 2008. 85 p. (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- DWYER, L.M.; MERRIAM, G. Influence of topographic heterogeneity on deciduous litter decomposition. **Oikos**, Rio de Janeiro, v. 37, p. 228-237, 1981.
- ELDRIDGE, D.J.; WESTOBY, M.; HOLBROOK, K.G. Soil-surface characteristics, microtopography and proximity to mature shrubs: effects on survival of several cohorts of *Atriplex vesicaria* seedlings. **Journal of Ecology**, London, v. 78, p. 357-367, 1991.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos. **Relatório técnico anual: 1982-1986**. Sobral, 1989. 284 p

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 352 p.

ENGEL, V.L. **Sivigênese, dinâmica de fragmentos e a conservação de florestas tropicais**. Botucatu: UNESP, 1993. 43 p. (Série Técnica Florestal, 1).

ENGEL, V.L.; PRADO, P.I.K.L. Aspectos da silvigênese de uma Mata Pluvial Atlântica em Linhares, ES. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, Linhares. **Anais...** São Paulo: Revista do Instituto Florestal, 1992. p. 163-168.

ENOKI, T. Microtopography and distribution of canopy trees in a subtropical evergreen broad-leaved Forest in the northern part of Okinawa Island, Japan. **Ecological Research**, New York, v. 18, p. 103-113, 2003.

FISK, M.C.; SCHMIDT, S.K.; SEASTEDT, T.R. Topographic patterns of above- and belowground production and nitrogen cycling in alpine tundra. **Ecology**, Whashington, v. 79, p. 2253-2266, 1998.

GANDOLFI, S. **História natural de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil)**. 2000. 143 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

GIULIETTI, A.M. Biodiversidade da região sudeste. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS: CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2., 1992, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal, 1992. p. 64-72.

GÓMEZ-POMPA, A. Possible papel de la vegetación secundária em la evolucion de la flora tropical. **Biotropica**, Malden, v. 3, p. 125-135, 1971.

GÓMEZ-POMPA, A.; WIECHERS, B.L. Regeneración de los ecosistemas tropicales y subtropicales. In: GOMEZ-POMPA, A.; AMO, R.S. (Ed.). **Investigaciones sobre la regeneración de las selvas altas em Vera Cruz, México**. México: Companhia Editorial Continental, 1979. p. 65-78.

HALLÉ, F.; OLDEMAN, R.A.A.; TOMLINSON, P.B. **Tropical trees and forests: an architectural analysis**. Berlin: Springer-Verlag, 1978. 441 p.

IVANAUSKAS, N.M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R.R. Similaridade florística entre áreas de Floresta Atlântica no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Ecology**, Rio Claro, v. 1/2, p. 71-81, 2000.

JACOMINE, P.K.T. Solos sob matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP; FAPESP. 2000. p. 27-31

KAGEYAMA, P.Y. Conservação in situ de recursos genéticos de plantas. **IPEF**, Piracicaba, v. 35, p. 7-37, 1987.

LAURANCE, W.F.; RANKIN-DE-MERONA, J.M.; ANDRADE, A.; LAURANCE, S.G.; D'ANGELO, S.; LOVEJOY, T.E.; VASCONCELOS, H.L. Rainforest fragmentation and the phenology of Amazonian tree communities. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 19, p. 443-449, 2003.

LEITAO-FILHO, H.F. **Ecologia da mata atlântica em Cubatão**. Campinas: UNICAMP, 1993. 184 p.

LEPSCH, I.F.; PIRES NETO, A.G.; SOARES JUNIOR, A.A. Caracterização morfoedológica de uma parcela permanente no Parque Estadual Carlos Botelho. In: SIMPÓSIO INTERNO DO PROJETO PARCELAS PERMANENTES, 2., 2004, Ilha do Cardoso. **Anais...** Campinas: Editora da UNICAMP, 2004. p. 2-4.

LEPSCH, I.F.; PRADO, H. do; MENK, J.R.F.; SAKAI, E.; RIZZO, L.T.B. **Levantamento de reconhecimento com detalhes dos solos da região do Rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1999. Escala 1:250.000.

LESCURE, J.P. An architectural study of the vegetation's regeneration in French Guiana. **Vegetatio**, Cayenne, v. 37, n. 1, p. 53-60, 1978.

LIMA, M.E.L. **Avaliação da estrutura do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa Montana no Parque Natural Municipal Nascentes de Paranapiacaba, Santo André, São Paulo, Brasil**. 2010. 131 p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal) - Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente, São Paulo, 2010.

LORETI, J.; OESTERHELD, M. Intraspecific variation in the resistance to flooding and drought in populations of *Paspalum dilatatum* from different topographic positions. **Oecologia**, New York, v. 108, p. 279-284, 1996.

LOSOS, E.C. The structure of tropical forests. In: LOSOS, E.C.; LEIGH, E.G. (Ed.). **Tropical forest diversity and dynamism: findings from a large-scale plot network**. Chicago; London: The University of Chicago Press, 2004. p. 69-78.

MANTOVANI, W.; RODRIGUES, R.R.; ROSSI, L.; ROMANIUC-NETO, S.; CATHARINO, E.L.M.; CORDEIRO, I. A vegetação na Serra do Mar em Salesópolis. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO, 2., 1990, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ACIESP, 1990. v. 2, p. 348-384.

MILLET, J.; BOUCHARD, A.; ÉDELIN, C. Plant succession and tree architecture. **Acta Biotheoretica**, New York, v. 46, p. 1-22, 1998.

MYERS, N. Florestas tropicais e suas espécies, sumindo, sumindo. . . ? In: WILSON, E.O. (Coord.). **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p. 36-45.

NASCIMENTO, H.E.M.; VIANA, V.M. Estrutura e dinâmica de eco-unidades em um fragmento de floresta estacional semidecidual na região de Piracicaba, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 55, p. 29-47, 1999.

OLDEMAN, R.A.A. Ecotopes des arbres et gradients écologiques verticaux en Forêt Guyanaise. **Terre et la Vie, Revue d'Ecologie Appliquée**, Paris, v. 218, p. 487-520, 1974.

_____. Architecture and energy exchange of dicotyledonous trees in the forest. In: TOMLINSON, P.B.; ZIMMERMANN, M.H. (Ed.). **Tropical trees as living systems**. Cambridge: University Press Cambridge, 1978. p. 535-560.

_____. **Field guide for the research group "Scale-drawing and architectural analysis of vegetations"**. Bandung: Lembaga Ekologi & Wageningen. Landbouwhogeschool.Dept. Silviculture, 1979. 42 p.

_____. Tropical rainforest, architecture, sylvigenesis and diversity. In: SUTTON, S.L.; WHITMORE, T.C.; CHADWICK, A.C. (Ed.). **Tropical rainforest: ecology and management**. Oxford: Blackwell Scientific, 1983. p. 139-150.

_____. **Forest ecology for silvicultural design**. 3rd ed. Wageningen: Agricultural University Press, 1987. 115 p.

_____. Dynamics in tropical rain forests. In: HOLM-NIELSEN, L.B.; NIELSEN, I.C.; BALSLEV, H. (Ed.). **Tropical forests: botanical dynamics, speciation and diversity**. London: Academic Press, 1989. p. 4-21.

_____. **Forests: elements of silvology**. Berlin: Springer-Verlag, 1990. 565 p.

_____. Architectural models, fractals and agroforestry design. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 41, p. 179-188, 1992.

OLIVEIRA, R.E. **Aspectos da dinâmica de um fragmento em Piracicaba - SP: silvigenese e ciclagem de nutrientes**. 1997. 79 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FONTES, M.A.L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in south-eastern Brazil, and the influence of climate. **Biotropica**, Malden, v. 31, p. 783-810, 2000.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; CURI, N.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A.. Effects of canopy gaps, topography, and soils on the distribution of woody species in a Central Brazilian deciduous dry forest. **Biotropica**, Malden, v. 30, n. 3, p. 362-375, 1998.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A.; GAVILA, M.L. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in South-Eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 10, p. 483-508, 1994.

ROBERT, A. Simulation of the effect of topography and tree falls on stand dynamics and stand structure of tropical forests. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 167, p. 287-303.

RODRIGUES, R.R. **Diversidade, dinâmica e conservação em Florestas do Estado de São Paulo**: 40 ha de parcelas permanentes. Piracicaba: LERF, ESALQ, USP, 2003. 2º Relatório Científico do processo FAPESP 1999/09635-0. Disponível em: < <http://lerf.esalq.usp.br/parcelas/relatorio2.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

RODRIGUES, R.R.; MORELLATO, L.P.C.; JOLY, C.A.; LEITÃO FILHO, H.F. Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 12, p. 71-84, 1989.

SANCHEZ, L.E. **Application of geoindicators to measure environmental performance**. Rio de Janeiro: CPRM, 2000. 45 p.

TORQUEBIAU, E.F. Mosaic patterns in dipterocarps forest in Indonésia, and the implications for practical forestry. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 2, p. 301-325, 1986.

TORRES, R.B.; MARTINS, F.R.; KINOSHITA, L.S. Climate, soil and tree flora relationships in forests in the state of São Paulo, Southeastern Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 20, p. 40-49, 1997.

TURNER, C.L.; BLAIR, J.M.; SHARTZ, R.J.; NEEL, J.C. Soil N and plant responses to fire, topography, and supplemental N in Tallgrass Prairie. **Ecology**, Whashington, v. 78, p. 1832-1843, 1997.

VANINI, A. **Análise silvigênica para caracterização de um trecho de floresta alta de restinga e sua relação com o solo**. 2009. 147 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

VIVIAN-SMITH, G. Microtopographic heterogeneity and floristic diversity in experimental wetland communities. **Journal of Ecology**, London, v. 85, p. 71-82, 1997.

WHITMORE, T.C. **Tropical rain forests of the Far East**. Oxford: Clarendon Press, 1975. 282 p.

_____. Gaps in the forest canopy. In: TOMLINSON, P.B.; ZIMMERMAN, M.H. (Ed.). **Tropical trees as living systems**. Cambridge: Cambridge University Press, 1978. p. 639-655.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 4th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999. 662 p.