

*Gustavo Ribas Curcio  
Annete Bonnet  
Alexander Silva de Resende*

## **Introdução**

No município fluminense de Itaboraí, situado na confluência das bacias hidrográficas Guapi-Macacu e Caceribu, região leste da baía de Guanabara, encontra-se em implantação o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj)<sup>1</sup>. Na parte mais baixa dessas bacias, que também abrangem os municípios de Guapimirim, Cachoeiras de Macacu, Rio Bonito, Tanguá e São Gonçalo, o empreendimento vem tomando forma em meio a morrotes de pequena envergadura, mesclando-se a planícies com diferentes abrangências geográficas, atualmente drenadas.

Em direção às cabeceiras dos rios Guapiaçu, Macacu e Caceribu, em cotas altimétricas mais elevadas da serra dos Órgãos, são identificadas formações florestais mais conservadas, inclusive com coberturas estépicas de rara beleza incrustadas nas cumeeiras dessa serra. Esse mosaico de paisagens e os grandes fragmentos remanescentes de Mata Atlântica ali existentes estão protegidos por diferentes categorias de Unidades de Conservação (Figura 1.1), as quais fazem parte do Mosaico Central Fluminense de Mata Atlântica.

<sup>1</sup> Nesta obra consideramos a área das bacias hidrográficas Guapi-Macacu (resultado da junção artificial dos rios Guapiaçu e Macacu) e Caceribu como a região em que se localiza o Comperj.

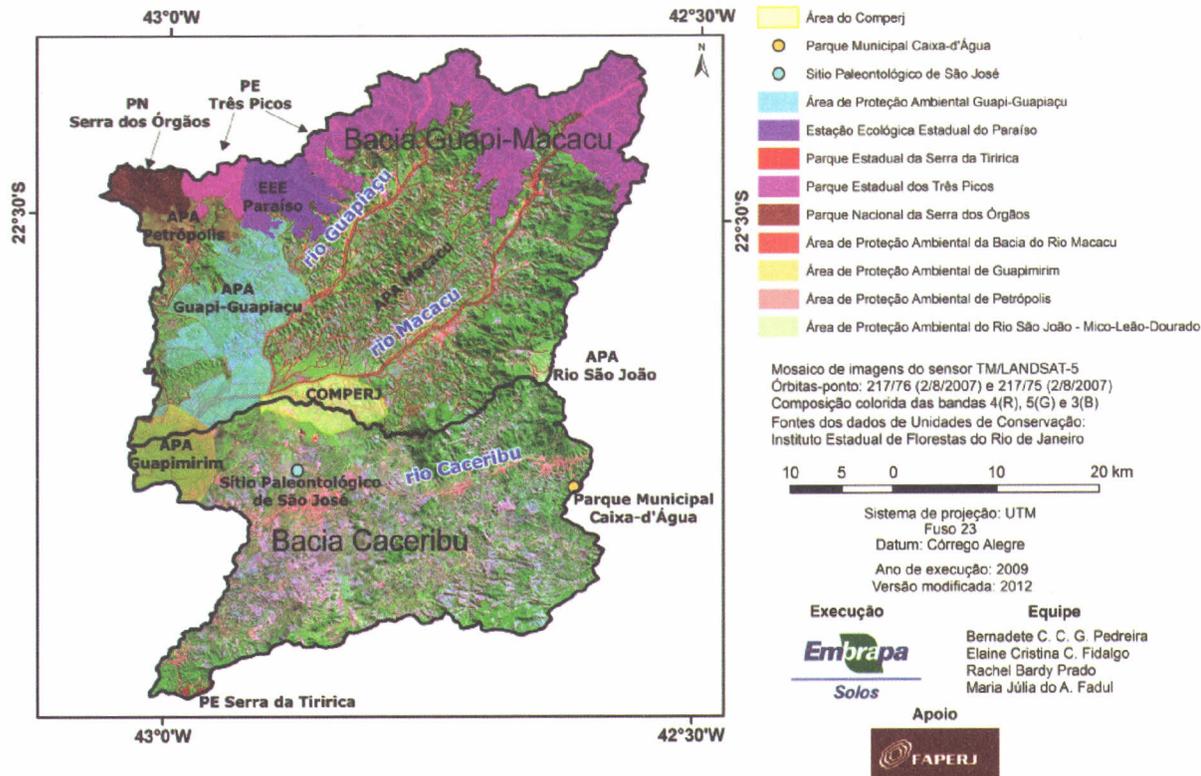


Figura 1.1. Imagem do satélite Landsat 5 (2007) com limites do Comperj, das bacias hidrográficas Guapi-Macacu e Caceribu e das Unidades de Conservação.

Fonte: adaptado de Pedreira et al., 2009.

A cobertura vegetal original das bacias Guapi-Macacu e Caceribu, assim como o restante da Baixada Fluminense, é essencialmente florestal, ou seja, apresenta elevado grau de diversidade, com expressiva relação entre seus organismos. As comunidades presentes nessas florestas estão distribuídas em ambientes muito distintos entre si, configurando uma grande diversidade de ecossistemas, reunidos na unidade fitoecológica Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 1992). Essa unidade se caracteriza por árvores e arbustos com folhas permanentes, típicos de ambientes com chuvas bem distribuídas e elevadas temperaturas durante todo o ano. Em coerência com parâmetros principalmente altitudinais, foi subdividida em Floresta de Terras Baixas, Floresta Submontana, Floresta Montana e Floresta Altomontana (IBGE, 1992).

Na área do Comperj prevalecem padrões altitudinais que variam de 5 a 50 m. Por essa razão, a cobertura vegetal dominante é de Florestas de Terras Baixas, categoria que, segundo Amador (1997), constitui flora típica de relevos com baixa cota altimétrica. No Comperj, essa cobertura está presente não apenas nas paisagens do Terciário e do Proterozoico, mas também nas do Holoceno.

Ao longo de praticamente 500 anos de uso, os mecanismos integrados do desenvolvimento social e econômico da região se ampliaram e se intensificaram cada vez mais, em detrimento da cobertura florestal original. Esta foi sendo gradualmente substituída por diferentes sistemas de produção, culminando com o quadro atual, em que se observa elevado grau de degradação ambiental, restando poucos fragmentos florestais isolados, nenhum dos quais, sem dúvida, apresenta todos os atributos característicos de florestas primárias.

Para que os trabalhos de reconstrução florestal propostos pela Embrapa, assim como as pesquisas relacionadas ao monitoramento, pudessem ser implantados e adequadamente conduzidos, a paisagem compreendida pelo Comperj foi compartimentada com base em características abióticas (geologia, geomorfologia e pedologia) e bióticas (fitofisionomias e estádios sucessionais dos fragmentos florestais) e suas relações, procurando-se estabelecer uma hierarquia dos fatores que mais interferem no desenvolvimento das espécies.

No processo de compartimentação, partiu-se da certeza de que a natureza possui uma diversidade de fatores de composição e processos extraordinários, tanto que, na maioria das vezes, é concebida como uma trama de interatividades muito complexas e de difícil elucidação. Assim, sob o ponto de vista abiótico, embora a natureza se apresente de forma totalmente assimétrica em sua composição, algumas características guardam certa similaridade em termos dos componentes relacionados com sua formação. Exemplos disso são as descrições morfológicas de perfis de solos, que sempre incluem características da formação geológica local associadas a algumas informações sobre a cobertura vegetal primitiva e sobre o tipo de uso a que o solo foi e está sendo submetido. Dessa maneira, relacionam-se alguns atributos e fases dos solos ao conjunto de informações que explicita a dinâmica de sua existência. Da mesma forma, no campo da geomorfologia há uma série de elementos na paisagem que traduz, probabilisticamente, não só os fatores de composição relacionados a sua origem e suas intercalações ao longo do tempo, mas que sobretudo permite inferir o comportamento das formas dos volumes frente aos agentes do modelamento pretérito e atual.

Complementarmente, do ponto de vista biótico, embora a ocorrência das coberturas vegetais se condicione predominantemente pelo clima (CRAWLEY, 1986), a distribuição de algumas fitofisionomias, assim como o grau de desenvolvimento de suas espécies constituintes, é regida principalmente por atributos dos solos, especialmente pelos regimes hídricos destes. Por exemplo, é reconhecida a grande seletividade imposta à vegetação pelo halomorfismo (presença de sais no solo) (BRADY; WEIL, 1999), ou mesmo pelos diferentes graus de hidromorfismo (presença de água no solo) (KOZLOWSKI, 1984). Do mesmo modo, em coerência com o tipo e as características das fitofisionomias existentes, há uma composição faunística que deve ser considerada ao se proceder à reconstrução da floresta original.

Assim, para a citada compartimentação da paisagem, procurou-se estabelecer alguns critérios que pudessem guardar máxima legitimidade em relação aos ambientes existentes e, sobretudo, proporcionar maior subsídio técnico para a reconstituição florestal no Comperj.

O objetivo deste estudo é estabelecer uma compartimentação de paisagem que identifique ambientes e substratos diferenciados para ações de plantio de árvores nativas, assim como fundamentar os princípios básicos para o monitoramento das funcionalidades ambientais e dos níveis de desenvolvimento das diferentes espécies nativas frente à diversidade de condições, especialmente dos regimes hídricos dos solos.

### **Descrição da compartimentação**

Para hierarquizar os fatores a serem levados em conta na compartimentação ambiental, foram contempladas características abióticas e bióticas, iniciando pelas primeiras.

No universo abiótico, foram considerados aspectos relacionados à geologia, geomorfologia e pedologia. Dessa maneira, em um primeiro nível abstracional, esta metodologia consistiu em subdividir as paisagens do Comperj em dois grandes compartimentos: de planície e de encosta (Figura 1.2).



Figura 1.2. Paisagem com ambientes de encosta e de planície.  
Foto: Gustavo Ribas Curcio.

A razão dessa subdivisão foi a de separar ambientes constituídos por solos hidromórficos e não-hidromórficos, permitindo evidenciar criteriosamente paisagens sujeitas à presença de água em abundância, devido à constante presença do nível freático.

Os ambientes de planície foram nominados tal como figuram comumente em mapas geológicos: ambientes de Quaternário (Holoceno)<sup>2</sup>. Os efeitos da constante variação do lençol freático sobre a vegetação justificam a separação entre os ambientes de planície e os demais (CASANOVA; BROCK, 2000; MEDRI et al., 2002). Em concordância com essa colocação, Lobo e Joly (2000) comentam que a diversidade florística do estrato arbóreo das florestas sujeitas a saturação hídrica do solo é inversamente proporcional à intensidade, à duração e à recorrência do estresse. Nesse contexto, as adaptações das espécies interferem na variabilidade da cobertura vegetal (RODRIGUES; SHEPERD, 2000).

Para explicitar as variações existentes dentro das planícies da área do Comperj, sobretudo as variações na saturação hídrica, cumpre levar em conta que três classes de solos minerais foram identificadas: Gleissolos, Espodossolos e Cambissolos Flúvicos, contendo as duas primeiras maior grau de hidromorfia. Ainda nas planícies, com ampla expressão geográfica, foi constatada a presença de Antropossolos.

Os Gleissolos são volumes que possuem horizonte glei em subsuperfície e que apresentam textura predominantemente média ou argilosa, desenvolvidos em meio à presença de água. Por efeito dos processos de redução (gleização), possuem cores pálidas, geralmente tendentes às acinzentadas. Por sua vez, os Espodossolos exibem textura predominantemente arenosa, com sequência de horizontes A (superficial) ou E (subsuperficial eluvial) sobre horizonte B espódico (subsuperficial iluvial), este formado pela translocação da matéria orgânica. Em razão dos níveis elevados de hidromorfia, relacionados diretamente com a funcionalidade de recarga de aquífero livre, essas classes são consideradas de extrema vulnerabilidade.

Os Cambissolos Flúvicos, de textura média a argilosa, são formados sob condições em que o lençol freático frequentemente se encontra mais rebaixado, propiciando a formação de horizonte B

<sup>2</sup> Quaternário: período que se estende até os tempos atuais e abrange 1,6 milhão de anos. O Holoceno engloba os últimos 10 000 anos desse período.

incipiente. No entanto, sua posição de planície o sujeita a frequentes inundações, o que o torna um solo de elevada fragilidade.

Além dos tipos de solos naturais citados, foram identificados volumes de origem essencialmente antrópica – os Antropossolos. Esse tipo é resultante de duas possíveis ações executadas pelo homem em tempos passados: retirada de horizontes superficiais arenosos dos Gleissolos e dos Espodossolos ou remobilização de sedimentos pela retificação do rio Macacu, com subsequente formação de seu atual dique marginal.

Em um segundo nível abstracional procedeu-se a nova subdivisão, desta vez subcompartmentando os ambientes de encosta conforme os tipos de rocha presentes na área. Com isso se evidenciaram dois ambientes de encosta: as paisagens modeladas sobre rochas sedimentares pertencentes à Formação Macacu (volumes do Terciário<sup>3</sup>) e as assentes sobre rochas metamórficas (gnaisse) da Formação São Fidélis (volumes do Proterozoico<sup>3</sup>) (Figura 1.3).

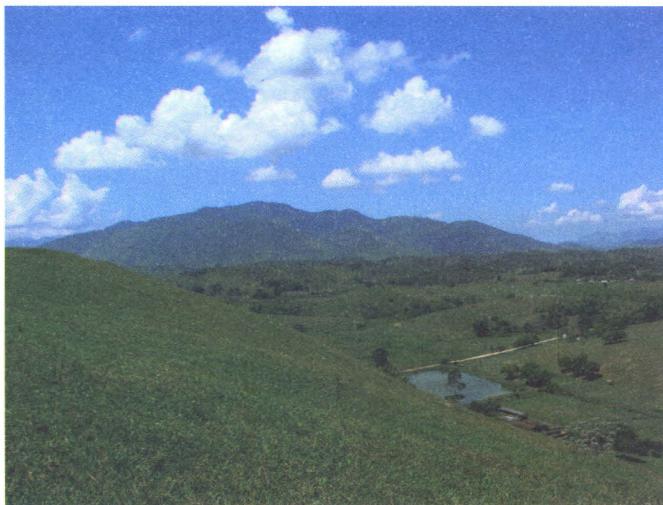


Figura 1.3. Ambientes de encosta em morrotes do Terciário (mais baixos) e do Proterozoico.

Foto: Gustavo Ribas Curcio.

<sup>3</sup>Terciário: período que se estende de 1,6 a 65 milhões de anos passados. O Proterozoico se estende de 540 milhões de anos a 2,5 bilhões de anos.

Sobre ambas as formações predominam solos muito profundos, destacando-se Latossolos e Argissolos. Os primeiros se caracterizam por um alto grau de evolução pedogenética, com sequência de horizontes minerais A, B<sub>w</sub> (B latossólico) e C. Em razão desse grau de evolução, apresentam grande similaridade entre os horizontes subsuperficiais, com pequenos acréscimos graduais da fração argila em profundidade, atingindo predominantemente textura argilosa.

Embora de elevado grau de evolução, os Argissolos da região do Comperj possuem sequência de horizontes com diferenças texturais expressivas, ou seja, acréscimos significativos da fração argila no horizonte B (B textural) em relação ao horizonte superficial. Esse incremento de argila impõe grande vulnerabilidade ambiental, pela maior suscetibilidade à erosão.

Embora essas duas classes de solos sejam identificadas em ambas as litotípias (rochas sedimentares e metamórficas), há diversas justificativas para compartimentar os ambientes de acordo com a proveniência litotípica. Algumas feições geomórficas inerentes àqueles tipos de rochas podem vir a ser protagonistas de diferenças na velocidade de reconstituição do ambiente florestal, sobretudo o comprimento e a declividade de rampa. Sem dúvida, estas variáveis interferem na capacidade de armazenamento de água pelo solo (SOUZA et al., 2002) e no potencial de erosão das paisagens. Na Formação São Fidélis (rochas metamórficas do Proterozoico), rampas com maiores comprimentos e declividades exibem maior potencial erosional do que rampas da Formação Macacu (rochas sedimentares do Terciário).

A justificativa principal para a compartimentação proposta reside, no entanto, no fato de que os solos desenvolvidos sobre volumes do Terciário, predominantemente Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos, possuem horizontes coesos (Figura 1.4), volumes estes que apresentam certo grau de cimentação (SANTOS et al., 2006), apresentando-se, portanto, mais densos (CINTRA, 2001) e com menor grau de permeabilidade (LIBARDI; MELO FILHO, 2001). Indubitavelmente, em paisagens assemelhadas, solos menos permeáveis são mais sujeitos à erosão.

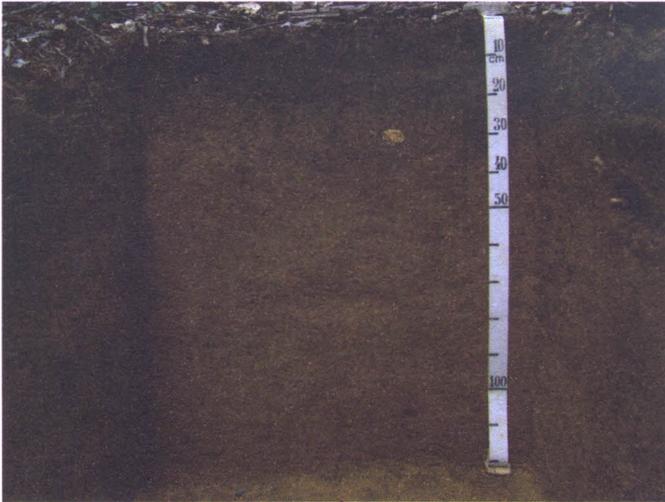


Figura 1.4. Latossolo Amarelo Districoeso típico.  
Foto: Gustavo Ribas Curcio.

Em razão desse atributo, considerou-se preponderante investigar se esse tipo de horizonte pode causar alguma diferença na reconstituição florestal, sobretudo com as intensidades de desenvolvimento das espécies arbóreas nativas, uma vez que já se detectaram, por exemplo, diferenças no estabelecimento das raízes de fruteiras cítricas (SOUZA et al., 2006). Ademais, possíveis diferenças nas características químicas, como a capacidade de troca catiônica (CTC<sup>4</sup>), a saturação por bases (V%) e a saturação por alumínio trocável (m%), todas possivelmente relacionadas com distintos graus de resiliência ambiental, podem ser prospectadas com maior rigor, abrindo uma nova perspectiva para as pesquisas a serem efetivadas.

Ainda no contexto abiótico, em um terceiro nível de abstração, estabeleceu-se uma nova subdivisão que secciona os ambientes de encosta do Terciário e do Proterozoico (Figura 1.5), subdividindo-os em três subcompartimentos em correspondência com o posicionamento na paisagem (terços superior, médio e inferior), com a finalidade de separar possíveis diferenças nos teores de umidade dos solos. Dessa maneira, é esperado que os solos que constituem as paisagens de terço inferior da encosta apresentem maior umidade ao longo do tempo do que os posicionados em terço superior, como

<sup>4</sup> Capacidade de troca catiônica (CTC) = Ca + Mg + K + Na + Al + H.

Saturação por bases = (Ca + Mg + K + Na) 100 / CTC.

Saturação por alumínio trocável = 100 Al / Al + S (Ca + Mg + K + Na).

verificado por Souza et al. (2006) em Sapeaçu, município do Recôncavo Baiano. Sem dúvida, distinções nesse nível também podem proporcionar diferenças no desenvolvimento de arbóreas nativas, assim como gerar potenciais resilientes distintos, ou seja, ensejar melhores condições de desenvolvimento tanto das espécies plantadas como daquelas que venham a ingressar naturalmente nesses ambientes.

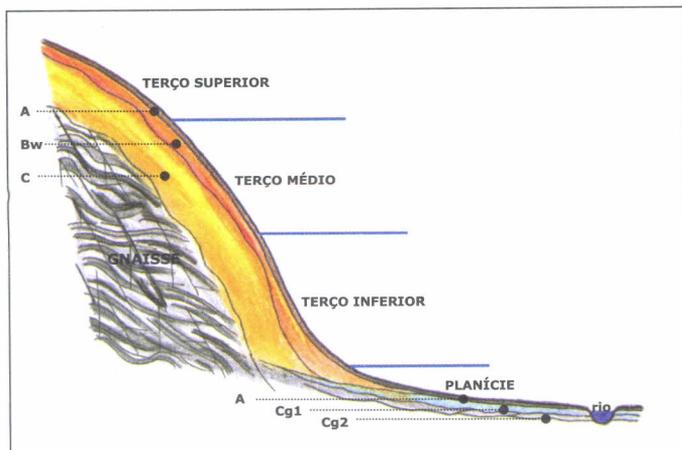


Figura 1.5. Segmentação ambiental de acordo com o posicionamento (ambientes de encosta e de planície).  
Ilustração: Gustavo Ribas Curcio.

Os anos de uso, sobretudo o mau manejo praticado nos sistemas produtivos, incorreram em forte degradação dos solos, a ponto de a influência de alguns atributos ficar dissimulada. Nesse sentido, não só as espessuras do horizonte superficial se descaracterizaram em relação a seu posicionamento na paisagem, mas o mesmo ocorreu com a saturação por bases e o teor de carbono, entre outros atributos. Ainda assim, foi considerada pertinente a compartimentação.

Complementarmente, nova compartimentação (quarto nível abstracional) foi empreendida, desta vez com enfoque essencialmente biótico, separando os ambientes de encosta com vegetação florestal daqueles que se encontram sob pastagens, portanto considerando aspectos fitofisionômicos (Figura 1.6).



Figura 1.6. Paisagem com floresta e pastagem, ambas em relevos do Proterozoico.  
Foto: Gustavo Ribas Curcio.

Cabe aqui uma ressalva, pois nos ambientes florestais, porquanto fosse constatado apenas um estágio sucessional, podem ser identificadas dinâmicas sucessionais florestais distintas, tanto em planícies como em encostas (Figura 1.7), como descreve o Capítulo 13.



Figura 1.7. Ambiente florestal em relevo do Proterozoico.  
Foto: Gustavo Ribas Curcio.

Finalmente, os ambientes de planície – de Quaternário (Holoceno) – foram subcategorizados com base na presença de duas coberturas vegetais: pastagem e formação arbustiva. No primeiro caso, a vegetação é essencialmente herbácea, enquanto no segundo há dominância da melastomatácea *Tibouchina moricandiana* Baill., caracterizando um estágio sucessional florestal inicial em planície.

A Tabela 1.1 e a Figura 1.8 sintetizam as compartimentações adotadas para as paisagens do Comperj, considerando fatores abióticos e bióticos.

Tabela 1.1. Compartimentação de paisagens, critérios e compartimentos gerados.

Compartimentação	Critérios	Compartimentos
1. <sup>a</sup>	tipo de paisagem	planície, encosta
2. <sup>a</sup>	derivação geológica de encosta	Proterozoico, Terciário
3. <sup>a</sup>	posicionamento na encosta	superior, médio, inferior
4. <sup>a</sup>	fitofisionomia	floresta, pastagem, arbustiva

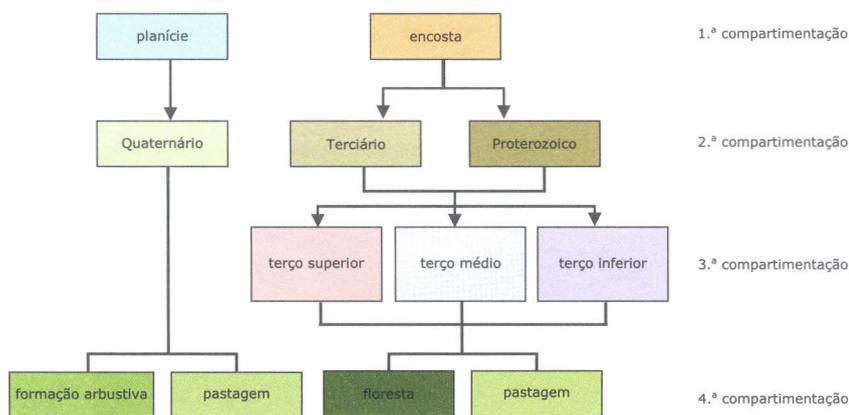


Figura 1.8. Esquema da compartimentação das paisagens.

## Considerações finais

A compartimentação proposta se reveste de vital importância, pois possibilita melhor entendimento das características abióticas das paisagens que constituem o Comperj, além de possibilitar maior compreensão da interação entre os componentes bióticos e abióticos da

paisagem. Também indica uma hegemonia de nomeações para o trabalho de pesquisadores que se dedicam à investigação e monitoramento da revegetação e restauração das funcionalidades de ambientes naturais.

## Referências

AMADOR, E. da S. **Baía de Guanabara e ecossistemas perfiféricos: homem e natureza**. Rio de Janeiro: E. S. Amador, 1997. 539 p.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soils**. 12. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999. 881 p.

CASANOVA, M. T.; BROCK, M. A. How do depth, duration and frequency of flooding influence the establishment of wetland plant communities? **Plant Ecology**, v. 147, p. 237-250, 2000.

CINTRA, F. L. D. Distribuição do sistema radicular na presença de horizontes coesos. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 2001, Aracaju, **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros, 2001. p. 229-239.

CRAWLEY, M. J. The structure of plant communities. In: CRAWLEY, M. J. **Plant Ecology**. Oxford: Blakwell Scientific Publications, 1986. p 3-50.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1992. 92 p.

KOZLOWSKI, T. T. Responses of woody plants to flooding. In: KOZLOWSKI, T. T. **Flooding and plant growth**. Orlando: Academic Press Inc., 1984. p129-163.

LIBARDI, P. L.; MELO FILHO, J. F. de. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 2001, Aracaju, **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros, 2001. p. 193-227.

LOBO, P. C.; JOLY, C. A. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do sudoeste do Brasil. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp, 2000. p. 143-158.

MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; COLLI, S.; MÜLLER, C. Estudos sobre tolerância ao alagamento em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J. A. **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: Copyright, 2002. p.133-172.

PEDREIRA, B. da C. C. G.; FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; FADUL, M. J. do A.; BASTOS, E. C.; SILVA, S. A. da; ZAINER, N. G.; PELUZO, J. **Dinâmica de uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas de Guapi-Macacu e Caceribu - RJ**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 65 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 136). Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html>>. Acesso em: 21 dez. 2009.

RODRIGUES, R. R.; SHEPHERD, G. J. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp, 2000. p. 101-107.

SOUZA, L. S.; PAIVA A. Q.; SOUZA L. D.; COGO N. P. Água no solo influenciada pela posição na paisagem, em uma topossequência de solos de tabuleiro do estado da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 843 – 855, 2002.

SOUZA, L. D.; RIBEIRO, L. da S.; SOUZA, L. da S.; LEDO, C. A. da S.; SOBRINHO, A. P. da C. Distribuição das raízes dos citros em função da profundidade da cova de plantio em Latossolo Amarelo dos tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 87 – 91, 2006.