

*Alexandre Uhlmann  
Annete Bonnet  
Gustavo Ribas Curcio  
Alessandro de Paula Silva  
Fernando Lima Aires Gonçalves  
Alexander Silva de Resende*

## Introdução

A área do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj) abrange os domínios da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas<sup>1</sup> e da Floresta Submontana (VELOSO et al., 1991), caracterizando-se por elevada diversidade estrutural e florística. Embora os fatores que influenciam a geração da diversidade biológica não sejam completamente conhecidos, é certo o envolvimento de aspectos históricos e regionais (SCHLUTER; RICKLEFS, 1993), entre os quais se incluem condicionantes geológicos, geomorfológicos e pedológicos, além de outros relacionados com processos biológicos, particulares da ecologia de cada espécie.

A ocupação e uso do solo na região, entretanto, eliminaram grande parte da cobertura original (Capítulo 3). Os poucos remanescentes encontram-se, na grande maioria, destituídos de sua diversidade original, comprometendo a viabilidade de vários processos ecossistêmicos.

Onde a fragilidade ambiental é acentuada, é desejável que a floresta seja reconstituída. Para a consecução dessa meta, o conhecimento da atual estrutura das florestas da região constitui um passo inicial imprescindível.

<sup>1</sup> Estas florestas, encontradas principalmente em regiões de clima ombrófilo (ou seja, com boa distribuição de chuvas ao longo do ano), caracterizam-se pela presença de árvores de pequeno a grande porte – daí o nome 'Floresta Ombrófila Densa'. A designação 'de Terras Baixas' é atribuído às florestas situadas em altitudes de 5 a 50 m, enquanto 'Submontana' é termo reservado a formações estabelecidas entre 50 e 500 m, quando localizadas entre as latitudes de 16 a 24 de latitude sul (VELOSO et al., 1991).

Tendo em vista esses aspectos, este capítulo descreve a estrutura de remanescentes vegetais localizados nos compartimentos Terciário, Proterozoico e Quaternário, na etapa inicial do monitoramento da área do Comperj, além de apresentar alguns dados sobre a regeneração natural em pastagens abandonadas ali localizadas. Também é discutida a influência de fatores que possivelmente determinaram a estrutura desses remanescentes, considerando-se que esses aspectos podem trazer subsídios necessários à reconstituição das florestas locais.

## Métodos

A vegetação existente no Comperj foi amostrada em áreas florestais e não-florestais (pastagens abandonadas e formações arbustivas). Este capítulo apresenta descrições quantitativas apenas das formações florestais, complementadas por características gerais das pastagens e das formações arbustivas.

Para a amostragem da vegetação florestal, foram delimitadas unidades amostrais em quatro locais distintos (ver Figura 2.2, no Capítulo 2). Como a vegetação florestal na área do Comperj se restringe às encostas, foram escolhidas duas áreas pertencentes ao compartimento Proterozoico – quais sejam, morro da Macumba (FP1) e morro do Cambará (FP2) – e duas ao compartimento Terciário – floresta do Empurrão (FT1) e floresta do Mestre (FT2). Nessas encostas foram delimitadas quatro zonas: borda, terço inferior, terço médio e terço superior. Na borda implantou-se perpendicularmente ao eixo de declividade da encosta uma faixa de 5 m x 20 m, a qual foi subdividida em quatro parcelas quadradas de 5 m x 5 m. Nas demais zonas, as faixas foram maiores (10 m x 20 m), mas o tamanho das parcelas foi mantido, aumentando-se portanto o número destas para oito (Figura 13.1).

Essa abordagem metodológica visou verificar possíveis variações da estrutura da vegetação no interior do fragmento como consequência de fatores ambientais que se relacionam principalmente com o regime de umidade dos solos, o qual, por sua vez, influencia a disponibilidade de íons para as plantas.

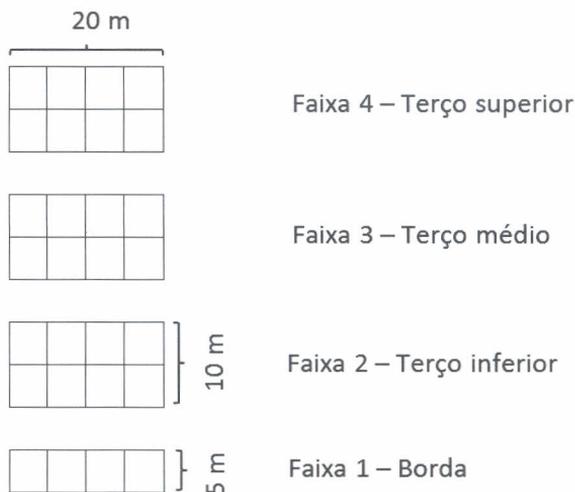


Figura 13.1. Distribuição das faixas e parcelas delimitadas ao longo das encostas para amostragem da vegetação.

No interior das parcelas, foram amostrados todos os indivíduos que apresentavam perímetro à altura do peito (PAP, medido a cerca de 1,30 m do solo) igual ou superior a 15 cm. Dos indivíduos amostrados, foram tomadas as medidas de PAP e de altura total. Cada indivíduo recebeu uma plaqueta metálica com identificação numérica. A determinação botânica foi feita em campo ou por meio de coleta de material estéril (somente galhos e folhas) ou fértil (com flores e/ou frutos) para posterior comparação com material de herbário e/ou auxílio de especialistas.

A metodologia empregada para caracterizar as áreas de pastagem foi bastante similar àquela adotada para as áreas de floresta. As pastagens que hoje cobrem grande parte da atual área do Comperj (Capítulo 3) resultam de ocupação e uso anteriores, por diferentes proprietários. Hoje abandonadas, formam um denso tapete de gramíneas em que predominam *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. e *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. Foram amostradas seis áreas de pastagem: duas pertencentes ao compartimento Proterozoico, duas ao Terciário e duas ao Quaternário. Sobre essas pastagens foram delimitadas faixas com dimensões e posições de encosta idênticas às implantadas nas áreas de floresta. Nas planícies

quaternárias, porém, devido aos relevos planos a suave-ondulados, as 28 parcelas foram dispostas contiguamente, de modo a formar um retângulo de 35 m x 20 m. No interior dessas parcelas foram coletados indivíduos regenerantes lenhosos, ervas e subarbustos para posterior determinação.

Já as formações arbustivas das planícies quaternárias, por apresentarem elevada densidade de arbustos de *Tibouchina moricandiana* Baill. (quaresmeira), exigiram modificação mais profunda no método de amostragem. Como esses escrubes<sup>2</sup> estão distribuídos de modo aproximadamente linear na planície, foram abertas picadas estreitas (transectos) perpendicularmente às linhas de distribuição (Figura 13.2). Para amostragem, os exemplares de *T. moricandiana* localizados ao longo do transecto, em uma faixa de 1 m de largura, foram registrados e suas medidas de altura anotadas.



Figura 13.2. Distribuição dos transectos implantados com a finalidade de amostrar escrubes de *Tibouchina moricandiana* no compartimento Quaternário.

Fonte: Google Earth.

Coletaram-se dados quantitativos somente nas formações florestais, de modo a se calcularem valores de densidade (absoluta, em número de indivíduos por hectare, e relativa, em percentuais do número total de indivíduos na amostragem) e de dominância (absoluta,

<sup>2</sup>Escrubes são formações vegetais constituídas essencialmente por arbustos.

em metros quadrados por hectare da área de seção transversa do(s) caule(s), e relativa, em percentuais da soma das áreas de seção transversa de todos os caules da amostra), além do valor de cobertura (VC = densidade relativa + dominância relativa). Como a distribuição espacial das faixas seguiu um ordenamento pedossequencial<sup>3</sup>, foi possível avaliar a variação da vegetação ao longo das encostas.

## Resultados e discussão

### *Caracterização geral dos quatro fragmentos florestais amostrados*

De modo geral, a área do Comperj apresenta cobertura vegetal antropizada. As antigas propriedades, hoje desocupadas, eram utilizadas com diferentes propósitos, mas a maior parte da superfície continha pastagens cultivadas que hoje se encontram abandonadas (Figura 13.3). Entremendo as gramíneas ali presentes, há elementos de regeneração natural oriundos das florestas circundantes, embora menos frequentes que ervas e subarbustos ruderais<sup>4</sup>.



Figura 13.3. Pastagem abandonada, com predomínio de *Brachiaria humidicola*.  
Foto: Alexandre Uhlmann.

<sup>3</sup> Sequências de classes de solos distribuídas em gradientes de encostas.

<sup>4</sup> Plantas ruderais são plantas oportunistas, geralmente de pequeno porte e curto ciclo de vida, que invadem espaços degradados.

A floresta amostrada no morro da Macumba (FP1, no compartimento Proterozoico) e a floresta do Mestre (FT2, no compartimento Terciário) foram os fragmentos com maior número de espécies amostradas. Os demais indicadores estruturais dessas duas áreas, como o número de indivíduos e a diversidade, mostraram-se relativamente mais elevados que nos outros dois fragmentos pesquisados (Tabela 13.1). Apesar das diferenças de tamanho amostral, outros estudos conduzidos na região apontaram número significativamente maior de espécies florestais. Carvalho et al. (2006) e Guedes-Bruni (2006), por exemplo, encontraram respectivamente 105 e 97 espécies em florestas de planície, enquanto Kurtz e Araújo (2000) detectaram 138 espécies em uma floresta de encosta no estado de Rio de Janeiro.

Tabela 13.1. Parâmetros gerais indicadores da estrutura das formações florestais.

Local	Número de espécies	Diversidade (nats/indivíduo <sup>-1</sup> )	Número de indivíduos amostrados
FP1	28	2,39	148
FP2	15	1,11	98
FT1	16	1,63	95
FT2	37	3,17	110

### *Caracterização das florestas do compartimento Proterozoico*

As duas florestas analisadas no compartimento Proterozoico (FP1 e FP2) apresentam-se muito distintas, devido principalmente aos diferentes graus de evolução sucessional e à influência de fatores ambientais e antrópicos. Apesar de seu incipiente grau de desenvolvimento estrutural, a floresta do morro da Macumba (FP1) apresenta estrutura mais complexa que a dos demais fragmentos amostrados (Figuras 13.4 e 13.5). Trata-se de uma floresta que, embora

<sup>5</sup> A diversidade é expressa pela unidade 'nats por indivíduo'. Nat é uma unidade que denota a quantidade de informação contida em um conjunto de dados. (Outra unidade de informação, mais conhecida, é o bit, de amplo uso em informática.) No caso das comunidades biológicas, considera-se que, quanto maior o número de espécies, maior é a quantidade de "informação" contida nessas comunidades. Nas comunidades vegetais, por experiência do primeiro autor, esse índice comumente varia de 2,5 a 3,5 nats/indivíduo<sup>-1</sup>. Índices mais baixos indicam comunidades muito pobres em espécies e extremamente simplificadas, com uma ou poucas espécies dominantes. Comunidades com índices de diversidade mais altos geralmente contêm muitas espécies, embora quase sempre dominadas por um reduzido número delas.

com claros sinais de alteração antrópica, apresenta estratificação vertical e menor número de lianas que aquele verificado, por exemplo, na floresta do Mestre (FT2). Isso permite considerar que a floresta do morro da Macumba se encontra em estágio médio de sucessão ecológica, diferenciando-se dos demais fragmentos analisados, que ainda vivenciam estágios de incipiente desenvolvimento florestal.

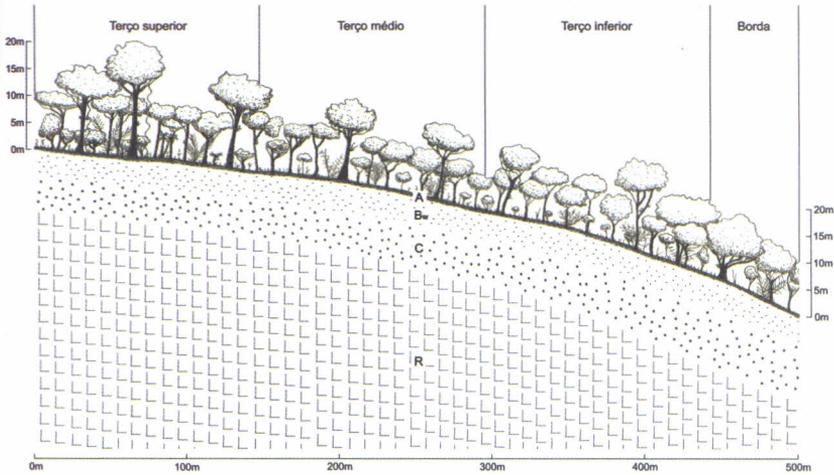


Figura 13.4. Estrutura da vegetação do morro da Macumba (FP1) e tipos de solo (A: horizonte A; Bw: horizonte B latossólico; C: regolito; R: rocha). Note-se a presença de estrato emergente com árvores de 15 a 18 m e de dossel que atinge cerca de 7 m de altura. Ilustração: Alexandre Uhlmann.



Figura 13.5. Perspectiva externa do remanescente florestal do morro da Macumba (FP1).  
Foto: Annete Bonnet.

A grande maioria (31%) dos indivíduos registrados na floresta do morro da Macumba (PF1) pertence a uma espécie de palmeira de caule inaparente à superfície do solo (*Attalea humilis*<sup>6</sup>) (Tabela 13.2). Outras duas espécies (*Astrocaryum aculeatissimum* e *Cupania* sp. 2) perfazem 31% dos indivíduos amostrados, o que significa que mais de 60% dos indivíduos pertencem a apenas três espécies. Esta é uma característica bastante comum em florestas alteradas, como é o caso dos remanescentes na área do Comperj. Todas as demais 25 espécies somam, portanto, um número bastante inexpressivo de indivíduos frente ao total amostrado e são espécies características de ambientes perturbados (tais como *Cybistax antisiphilitica* e *Citharexylum solanaceum*) ou então espécies de sub-bosque (como *Siparuna guianensis* e *Guarea guidonea*), além de algumas de maior porte, que comumente se encontram associadas a ambientes mais evoluídos na sucessão florestal (tais como *Apuleia leiocarpa* e *Nectandra oppositifolia*).

<sup>6</sup>O epíteto *humilis* (ou seja, 'humilde') refere-se a seu baixo porte.

Tabela 13.2. Características da estrutura florestal no morro da Macumba (FP1).

Nome científico	N	Densidade		Dominância	
		Ind. ha <sup>-1</sup>	%	m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	%
<i>Attalea humilis</i> Mart.	46,00	681,48	31,08	2,38*	72,48
<i>Cupania</i> sp. 2	31,00	459,26	20,95	0,30	9,14
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	15,00	222,22	10,14	0,53*	16,15
<i>Nectandra</i> sp. 1	12,00	177,78	8,11	0,05	1,37
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	4,00	59,26	2,70	0,00	0,00
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	4,00	59,26	2,70	0,00	0,00
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	4,00	59,26	2,70	0,00	0,00
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	3,00	44,44	2,03	0,00	0,00
<i>Citharexylum solanaceum</i> Cham.	3,00	44,44	2,03	0,00	0,00
<i>Cupania ludowigii</i> Somner & Ferrucci	3,00	44,44	2,03	0,00	0,00
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	2,00	29,63	1,35	0,00	0,00
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	2,00	29,63	1,35	0,00	0,00
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	2,00	29,63	1,35	0,00	0,00
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	2,00	29,63	1,35	0,00	0,00
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	2,00	29,63	1,35	0,00	0,00
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1,00	14,82	0,68	0,03	0,86
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	1,00	14,82	0,68	0,00	0,00
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	1,00	14,82	0,68	0,00	0,00
<i>Myrcia</i> sp. 1	1,00	14,82	0,68	0,00	0,00
<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	1,00	14,82	0,68	0,00	0,00
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	1,00	14,82	0,68	0,00	0,00
Indeterminada 1	1,00	14,82	0,68	0,00	0,00
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	1,00	14,82	0,68	0,00	0,00
<i>Myrcia</i> sp. 2	1,00	14,82	0,68	0,00	0,00
<i>Machaerium pedicellatum</i> Vogel	1,00	14,82	0,68	0,00	0,00
Indeterminada 4	1,00	14,82	0,68	0,00	0,00
Indeterminada 2	1,00	14,82	0,68	0,00	0,00
Indeterminada 5	1,00	14,82	0,68	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>148,00</b>	<b>2192,59</b>	<b>100,00</b>	<b>3,28</b>	<b>100,00</b>

\*Os valores para estas duas espécies referem-se à dominância estimada através da medida do perímetro basal dos indivíduos, e não à altura do peito, como para as demais espécies. Isso se deve ao fato de estas duas espécies não apresentarem, na maior parte dos casos, caules acima da superfície do solo. No entanto, a elevada densidade e a expansão lateral de suas folhas devem exercer grande influência competitiva sobre seus vizinhos, de tal forma que sua inclusão na amostragem, ainda que não atendessem ao critério de inclusão (PAP  $\geq$  15 cm), foi, na compreensão dos autores, uma decisão necessária.

Na floresta situada no morro do Cambará (FP2), detectou-se predomínio da espécie que dá nome ao local (*Gochnatia polymorpha*), o que a diferencia muito da outra floresta estudada no mesmo compartimento (FP1) e determina uma estrutura ainda mais simplificada, de baixa diversidade e pequeno número de espécies

(Tabela 13.3). Trata-se de uma floresta de baixo porte, constituída de basicamente um único estrato, quase que exclusivamente dominado por camarará. Apesar disso, o terço inferior da encosta apresenta maior cobertura e estratificação, incorporando maior número de espécies, resultando em dossel praticamente fechado. Essas características contrastam com as do terço superior, cujo dossel descontínuo permite o desenvolvimento de gramíneas ao longo de todo o piso florestal (Figuras 13.6 e 13.7). Tais características atestam que essa floresta se encontra em estágio inicial de sucessão, assim como os dois fragmentos estabelecidos sobre encostas do compartimento Terciário.

Tabela 13.3. Características da estrutura florestal no morro do Camará (FP2).

Nome científico	N	Densidade		Dominância	
		Ind. ha <sup>-1</sup>	%	m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	%
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	75,00	1071,43	76,53	1,26	75,58
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	1,00	14,29	1,02	0,33	19,82
<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	6,00	85,71	6,12	0,00	0,00
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	3,00	42,86	3,06	0,00	0,00
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	1,00	14,29	1,02	0,08	4,60
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	2,00	28,57	2,04	0,00	0,00
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	2,00	28,57	2,04	0,00	0,00
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	1,00	14,29	1,02	0,00	0,00
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	1,00	14,29	1,02	0,00	0,00
<i>Machaerium</i> sp. 1	1,00	14,29	1,02	0,00	0,00
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	1,00	14,29	1,02	0,00	0,00
Rubiaceae 1	1,00	14,29	1,02	0,00	0,00
<i>Cecropia glaziovii</i> Sneathl.	1,00	14,29	1,02	0,00	0,00
Myrtaceae 1	1,00	14,29	1,02	0,00	0,00
Morta	1,00	14,29	1,02	0,00	0,00
Total	98,00	1400,00	100,00	1,67	100,00

De todos os indivíduos amostrados em FP2, 76% eram *Gochnatia polymorpha* (Tabela 13.3), espécie muito frequente não só na área do Comperj, como também em toda a região de entorno, onde ocupa as encostas em elevada densidade de indivíduos, ou então entremeando pastos. Trata-se de uma espécie com características típicas de pioneira, ou seja, ampla dispersão de sementes e rápido desenvolvimento, o que lhe confere habilidade na ocupação de espaços vazios ou alterados.

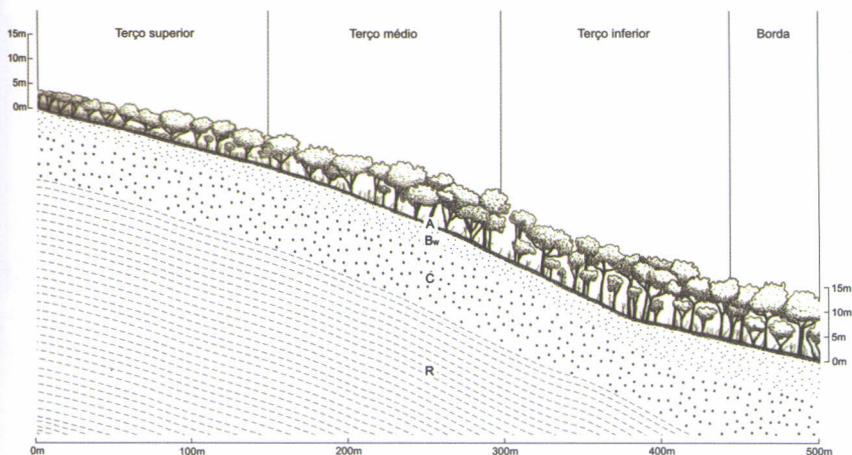


Figura 13.6. Estrutura da vegetação no morro do Cambará (FP2) e tipos de solo (A: horizonte A; Bw: horizonte B latossólico; C: regolito; R: rocha). Destacam-se a presença de *Gochnatia polymorpha* em todos os setores e uma maior diversificação no terço inferior e borda. (A altura das árvores foi exagerada em duas vezes em relação à escala de outras partes do desenho.)

Ilustração: Alexandre Uhlmann.



Figura 13.7. À esquerda: Aspecto externo do remanescente florestal do morro do Cambará (FP2), com predomínio de *Gochnatia polymorpha*. À direita: Interior do remanescente, em que se veem o estrato superior aberto e baixo e o piso coberto por gramíneas.

Fotos: Alexandre Uhlmann.

### Caracterização das florestas do compartimento Terciário

Os outros dois fragmentos amostrados se localizam em encostas mais suaves e com menor amplitude altimétrica e, talvez por isso, tenham sido mais afetados por ação antrópica. Ambos são fragmentos bastante empobrecidos, estrutural e floristicamente.

A Tabela 13.4 resume as características estruturais da floresta

do Empurrão (FT1), situada na porção sul da área do Comperj. Consta-se grande maioria de indivíduos de *Gochnatia polymorpha* e *Attalea humilis*. Não se constata o desenvolvimento de uma proeminente estratificação, de tal sorte que as espécies de sub-bosque observadas em FP1, por exemplo, ou não estão presentes ou ocorrem em menor densidade, como é o caso de *Guarea guidonea* e de *Cupania* sp. 2. Trata-se de uma floresta baixa e aberta, com predomínio de espécies pioneiras típicas (Figura 13.8), como o próprio cambará, além de *Piptadenia gonoacantha*, *Cybistax antisiphilitica* e *Cordia trichoclada*. No entanto, apesar da elevada expressão numérica de cambarás, tal como em FP2, esse fragmento do Terciário já possui um número pouco maior de espécies, o que provavelmente está relacionado com seu maior grau de evolução estrutural.

Tabela 13.4. Características da estrutura da floresta do Empurrão (FT1).

Nome científico	N	Densidade		Dominância	
		Ind. ha <sup>-1</sup>	%	m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	%
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	56,00	800,00	58,95	0,22	100,00
<i>Attalea humilis</i> Mart.	9,00	128,57	9,47	0,00	0,00
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	8,00	114,29	8,42	0,00	0,00
<i>Cupanea</i> sp. 2	4,00	57,14	4,21	0,00	0,00
<i>Inga subnuda</i> Salzm. ex Benth. subsp.					
<i>Iuschnathiana</i> (Benth.) T.H. Penn.	5,00	71,43	5,26	0,00	0,00
<i>Cupania</i> sp. 1	2,00	28,57	2,11	0,00	0,00
<i>Myrcia</i> sp. 1	2,00	28,57	2,11	0,00	0,00
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	1,00	14,29	1,05	0,00	0,00
Myrtaceae 1	1,00	14,29	1,05	0,00	0,00
<i>Machaerium cantarellianum</i> Hoehne	1,00	14,29	1,05	0,00	0,00
<i>Melanoxylon brauna</i> Schott	1,00	14,29	1,05	0,00	0,00
<i>Cordia trichoclada</i> DC.	1,00	14,29	1,05	0,00	0,00
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	1,00	14,29	1,05	0,00	0,00
Sapindaceae 1	1,00	14,29	1,05	0,00	0,00
<i>Senegalia grandistipula</i> (Benth.) Seigler & Elinger	1,00	14,29	1,05	0,00	0,00
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	1,00	14,29	1,05	0,00	0,00
Total	95,00	1357,14	100,00	0,22	100,00



Figura 13.8. À esquerda: Aspecto interno da floresta em FT1. À direita: Note-se a grande quantidade de lianas e as árvores de pequeno porte, formando dossel aberto.  
Fotos: Alexandre Uhlmann.

A floresta do Mestre (FT2), último fragmento analisado, localiza-se na porção norte da área do Comperj, também pertencente ao compartimento Terciário. Nessa floresta é notável o desenvolvimento de lianas fortemente entrelaçadas, que dificultam o desenvolvimento do dossel e do sub-bosque. É um fragmento de pequenas dimensões, mas com diversidade comparável à do morro da Macumba (FP1), embora o número total de indivíduos amostrados seja menor (Tabela 13.1).

Embora o fragmento também apresente sinais evidentes de forte intervenção antrópica e consequente degradação florestal, ao contrário do observado nos demais fragmentos aqui investigados, não se constatou concentração de indivíduos em uma ou poucas espécies (Tabela 13.5). A densidade de *Attalea humilis* é bastante reduzida, bem como a de *Gochnatia polymorpha*. Os valores de dominância relativa de *A. humilis* são altos, o que, para essa espécie, reflete a presença de indivíduos com ampla abertura das folhas e bom desenvolvimento, já que as medidas foram tomadas na base da planta. O número de espécies é relativamente elevado e muitas delas foram encontradas somente nesse fragmento, várias das quais caracterizam estágios iniciais de sucessão. O conjunto de características descrito para as florestas do Empurrão (FT1) e do Mestre (FT2) permite concluir que, embora o desenvolvimento estrutural da primeira seja maior que o da segunda, sua estrutura não se aproxima à da floresta do morro da Macumba (FP1), o que permite considerar que ambos os fragmentos se encontram em estágio inicial de sucessão florestal.

Tabela 13.5. Características da estrutura da floresta do Mestre (FT2).

Nome científico	N	Densidade		Dominância	
		Ind. ha <sup>-1</sup>	%	m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	%
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	3,00	42,86	2,73	0,84	48,85
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	4,00	57,14	3,64	0,80	46,68
<i>Attalea humilis</i> Mart.	18,00	257,14	16,36	0,00	0,00
Leguminosa 1	13,00	185,71	11,82	0,00	0,00
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	7,00	100,00	6,36	0,08	4,47
<i>Albizia pedicellaris</i> (DC.) L.Rico	7,00	100,00	6,36	0,00	0,00
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	6,00	85,71	5,45	0,00	0,00
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	5,00	71,43	4,55	0,00	0,00
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	4,00	57,14	3,64	0,00	0,00
Indeterminada 2	3,00	42,86	2,73	0,00	0,00
<i>Citharexylum solanaceum</i> Cham.	3,00	42,86	2,73	0,00	0,00
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	3,00	42,86	2,73	0,00	0,00
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC	2,00	28,57	1,82	0,00	0,00
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	2,00	28,57	1,82	0,00	0,00
<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	2,00	28,57	1,82	0,00	0,00
<i>Cupania</i> sp. 2	2,00	28,57	1,82	0,00	0,00
Myrtaceae 4	2,00	28,57	1,82	0,00	0,00
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	2,00	28,57	1,82	0,00	0,00
Morta	2,00	28,57	1,82	0,00	0,00
<i>Rollinea laurifolia</i> Schtdl.	3,00	42,86	2,73	0,00	0,00
<i>Cupania ludowigii</i> Somner & Ferrucci	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
<i>Cupania</i> sp. 1	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
<i>Annona</i> cf. <i>sericea</i> Dunal	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
<i>Eugenia</i> sp. 1	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
<i>Myrcia</i> sp. 1	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
<i>Senegalia grandistipula</i> (Benth.) Seigler & Elinger	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
<i>Ocotea</i> sp. 2	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
<i>Ocotea</i> sp. 1	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
Leguminosa 2	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
<i>Rollinea sericea</i> (R.R.Fr.) R.E.Fr.	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
cf. <i>Stryphnodendron</i>	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
<i>Nectandra</i> sp. 1	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
Indeterminada 3	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
Myrtaceae 3	1,00	14,29	0,91	0,00	0,00
Total	110,00	1571,43	100,00	1,72	100,00

*Que fatores devem ser considerados para analisar a variação da estrutura das florestas?*

A exposição dos resultados feita nas seções anteriores visou resumir as características gerais da estrutura da vegetação arbórea nos fragmentos investigados. No entanto, levar em conta as variações geomorfológicas da paisagem das parcelas permite uma análise mais detalhada do modo como as espécies se distribuem ao longo das encostas analisadas. Para focalizar esse aspecto, selecionaram-se as florestas situadas em encostas do compartimento Proterozoico. A Tabela 13.6 mostra a variação da densidade de espécies ao longo da encosta do fragmento FP1 (morro da Macumba). Apenas *Nectandra* sp. 1, *Cupania* sp. 2, *Cordia sellowiana*, *Astrocaryum aculeatissimum* e *Attalea humilis* distribuem-se por toda encosta. No entanto, nem mesmo para estas há uniformidade numérica ao longo do gradiente, o que revela a existência de zonas preferenciais na paisagem nas quais suas densidades se incrementam.

Tabela 13.6. Densidades absolutas (em indivíduos ha<sup>-1</sup>) das espécies amostradas ao longo da encosta na floresta do morro da Macumba (FP1).

Nome científico	Borda	Terço inferior	Terço médio	Terço superior	Total
<i>Cupania</i> sp. 2	1 300	450	400	50	442,86
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	100	0	0	0	14,29
<i>Nectandra</i> sp. 1	400	150	150	100	171,43
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	200	50	0	50	57,14
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	100	100	0	0	42,86
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	100	0	0	50	28,57
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC	200	0	0	0	28,57
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	100	0	0	0	14,29
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	0	100	100	0	57,14
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	0	50	50	0	28,57
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	0	100	0	100	57,14
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	0	50	0	0	14,29
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	100	150	50	500	214,29
<i>Myrcia</i> sp. 1	0	50	0	0	14,29
<i>Citharexylum solanaceum</i> Cham.	0	50	100	0	42,86
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	0	0	100	0	28,57
<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	0	0	50	0	14,29
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	0	0	50	0	14,29
Indeterminada 1	0	0	50	0	14,29
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	0	0	50	0	14,29
<i>Myrcia</i> sp. 2	0	0	50	0	14,29
<i>Machaerium pedicellatum</i> Vogel	0	0	50	0	14,29
Indeterminada 4	0	0	50	0	14,29
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	0	0	0	100	28,57
Indeterminada 2	0	0	0	50	14,29
Indeterminada 5	0	0	0	50	14,29
<i>Cupania ludowigii</i> Somner & Ferrucci	0	0	0	150	42,86
<i>Attalea humilis</i> Mart.	700	700	1100	150	657,14
Total	3300	2000	2400	1350	2114,29

As demais espécies parecem ocorrer preferencialmente em determinadas partes da encosta. Esses dados devem porém ser vistos com cautela, já que a área amostrada é muito pequena, o que possibilita a subestimativa de algumas populações.

Os fatores que determinam a distribuição descrita podem ser variados. O primeiro deles diz respeito à própria ecologia das espécies. Algumas delas tendem a apresentar distribuição agregada, relacionada

com aspectos de sua biologia reprodutiva. Outros fatores estão relacionados com aspectos ecológicos das comunidades, como a competição, o ambiente físico ou mesmo a interação entre estes. Nem todos, no entanto, podem ser focalizados, pois a metodologia de coleta dos dados dificulta uma ampla abordagem.

As encostas estabelecem gradientes de condições físicas que determinam variações na própria estrutura da vegetação. Os terços inferiores de encosta costumam receber todo o aporte de íons e água de montante. De acordo com o tamanho das rampas e das geoformas presentes, essa variação pode ser mais ou menos acentuada. Se admitida essa influência, é possível com ela explicar, ao menos em parte, a distribuição das espécies. Além disso, a maior declividade pode provocar maior entrada de luz para o sub-bosque, devido às aberturas do dossel desuniforme. Também cabe levar em conta a entrada de luz provocada pela abertura de clareiras formadas pela queda de árvores. Em alguns casos, essas clareiras são ampliadas por ação do emaranhado de lianas, que na queda de uma árvore arrasta várias outras vizinhas. Nas bordas das florestas, conforme a posição na encosta, a penetração de luz pode ser ainda maior.

A Tabela 13.7 apresenta as variações da densidade das populações amostradas no morro do Cambará (FP2), a outra floresta do compartimento Proterozoico investigada. São notáveis dois aspectos: o primeiro é que as densidades populacionais de cambará (*Gochnatia polymorpha*) tendem a incrementar-se encosta acima. O segundo é que as observações de campo revelam que o porte dos indivíduos também se reduz encosta acima, assim como a diversidade de espécies (Figura 13.6). Esse fato possivelmente tem relação com a melhoria das condições pedoambientais nas porções inferiores da encosta, o que acelera o desenvolvimento das árvores, provocando maior cobertura do solo e modificando as condições do ambiente, a ponto de favorecer a entrada de outras espécies, cujo ingresso, ao menos no presente momento, não se mostrou possível nas porções superiores da encosta.

Esta discussão, entretanto, ainda não abordou a interferência antrópica como fator importante na determinação das características da vegetação arbórea. As queimadas induzidas no passado pelos proprietários para renovação de pastos devem ser consideradas

elemento de forte influência nas atuais condições da vegetação. A dominância local de camarás pode ter relação com esse fator. A suberosidade desenvolvida na parte externa de seus caules confere-lhes maior resistência aos efeitos das queimadas, que em geral provocam elevada mortalidade nas florestas, por afetarem irreversivelmente os tecidos meristemáticos.

Tabela 13.7. Densidades absolutas (em indivíduos ha<sup>-1</sup>) das espécies amostradas ao longo da encosta na floresta do morro do Camará (FP2).

Nome científico	Borda	Terço inferior	Terço médio	Terço superior	Total
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	800	600	1 400	1 350	1071,43
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	0	0	100	50	42,86
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	0	0	0	50	14,29
<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	200	150	0	50	85,71
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	0	100	0	0	28,57
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	0	50	0	0	14,29
<i>Machaerium</i> sp. 1	0	50	0	0	14,29
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	0	50	0	0	14,29
Rubiaceae 1	0	50	0	0	14,29
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	100	0	0	0	14,29
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	100	0	0	0	14,29
<i>Cecropia glaziovii</i> Snelth.	100	0	0	0	14,29
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	200	0	0	0	28,57
Myrtaceae 1	100	0	0	0	14,29
Morta	0	50	0	0	14,29
Total	1600	1100	1500	1500	1400,00

Dada a pequena diversidade estrutural e a monodominância de camarás, a estrutura de FP2 permite classificar essa formação como em estágio inicial de sucessão, tal como FT1 e FT2. Na área do Comperj, entretanto, os fragmentos florestais em estágio inicial de sucessão exibem certa diversidade de formas, como mostram as descrições apresentadas neste capítulo, às quais se devem adicionar os escrubes de *Tibouchina moricandiana* (descritos mais adiante), dominantes nas planícies quaternárias sobre solos hidromórficos. Vários, portanto, são os tipos estruturais que podem ser encontrados em um mesmo estágio de sucessão, uma vez que essa variação não se deve somente à ação do

tempo, que conduz a uma maior complexidade da vegetação. Contribuem também para essa variação fatores como a hidromorfia dos solos (nos escrubes de *T. moricandiana*), a geomorfologia (no terço inferior de FP2) e as queimadas (possivelmente gerando a monodominância de *G. polymorpha* observada em FP2), além de interferências antrópicas diversas no passado.

Assim, embora seja tentador e razoavelmente lógico acreditar que as formações monodominantes de cambará presentes na área do Comperj sejam o resultado de um primeiro passo sucessional, que precede a incorporação de novas espécies e a estruturação vertical das florestas, cabe considerar que todos os fragmentos são produtos de históricos de ação antrópica muito diferenciados, que ainda influenciam os fatores responsáveis pelas configurações atuais.

#### *A cobertura herbácea das antigas pastagens*

A grande maioria das encostas, tanto aquelas sobre embasamento de rochas proterozoicas quanto terciárias, constituíram no passado pastagens que atualmente se encontram sem uso econômico. Todas foram plantadas com espécies de *Brachiaria* (*B. humidicola* e *B. plantaginea*), por vezes como formações monoespecíficas e outras como combinações das duas espécies.

As áreas amostradas, particularmente aquelas cobertas por *B. humidicola*, possuem atualmente espessos tapetes de biomassa aérea, o que certamente impede o estabelecimento e desenvolvimento de várias espécies vegetais, em particular aquelas cujos diásporos se dispersam a partir dos fragmentos florestais. Assim, além de *Machaerium hirtum*, *Gochnatia polymorpha* e *Handroanthus chrysotrichus*, não foram observadas espécies arbóreas regenerando-se em meio às pastagens. A maior parte das espécies vegetais amostradas constituiu-se de ervas e subarbustos eretos, de estratégia ruderal, que aproveitam os espaços vazios entre as touceiras de *Brachiaria* spp. Entre as espécies frequentemente observadas estão *Mimosa sellowiana*, *Lepidacloa cotoneaster*, *Sida glaziovii*, *Schizachyrium condensatum*, *Chamaechrista nictitans*, *Croton furfurescens* e *Solanum viarum*, além de algumas espécies indeterminadas de leguminosas.

É provável que essas espécies se desenvolvam de modo oportunista, ocupando os pequenos espaços dos densos emaranhados de *Brachiaria* spp., o que implica uma baixa probabilidade de que, na ausência de manejo, possam se estabelecer através de predomínio competitivo.

#### *As formações arbustivas nas planícies quaternárias*

Nas planícies do Quaternário, situadas nas zonas mais baixas do relevo do Comperj, o aporte hídrico oriundo das elevações, somado às características dos solos, permitiu o desenvolvimento de solos hidromórficos. Em pedoambientes desse tipo, a ocupação da flora se restringe a grupamentos de espécies que ajustam seu desenvolvimento à carência subsuperficial de oxigênio, imposta pelo excesso de água no solo. No caso específico do Comperj, as planícies foram quase que completamente destituídas de sua cobertura florestal original e utilizadas para pastagens. Existem porém núcleos, distribuídos principalmente nas zonas de maior concentração de água, em que a regeneração natural, atualmente em seus primeiros estágios, é caracterizada por densas formações de *Tibouchina moricandiana*.

Essas formações monodominantes são densas e constituídas por arbustos dessa espécie que, na maioria dos casos, não ultrapassam 5 m de altura. Suas densidades estimadas variam de 10 mil a 30 mil indivíduos por hectare. Aparentemente, são formações que se encontram em processo de expansão centrífuga, sendo registrados indivíduos juvenis nas bordas e mais antigos no centro desses núcleos, permitindo considerar que essa formação em estágio inicial de sucessão é um sistema de primeira ocupação. Poucas espécies conseguem se estabelecer sob o denso dossel formado pelos arbustos e arvoretas, cabendo destaque para *Blechnum* sp. (Blechnaceae). Nas laterais dessas zonas de solos hidromórficos, há pastagens entremeadas por indivíduos jovens dessa espécie associados com um pequeno número de espécies de ervas e subarbustos comuns nas pastagens de encosta.

## Considerações finais

A cobertura vegetal da área do Comperj inclui poucos fragmentos de vegetação arbórea, todos profundamente alterados por ação antrópica. A maior parte da área é composta de pastagens abandonadas, tanto em encostas quanto em planícies. Nas planícies sobre solos hidromórficos, observa-se um processo de rápida ocupação por *Tibouchina moricandiana*, constituindo formações simplificadas florística e estruturalmente, características típicas de estágios iniciais de sucessão. É esperado que as pastagens do compartimento Quaternário sejam ocupadas a curto prazo por essas formações arbustivas. Nas encostas, entretanto, as áreas de pastagem apresentam regeneração por elementos florestais, ainda que poucos. A maior parte das espécies ali presentes, além das gramíneas exóticas, é constituída por ervas e subarbustos ruderais esparsamente distribuídos. A competição com espécies de *Brachiaria* impede a regeneração e aponta não só a necessidade de procedimentos de plantio, mas também de aplicação de tratamentos silviculturais que permitam acelerar o revestimento arbóreo florestal na área do Comperj.

Os processos de recomposição natural detectados nos fragmentos florestais analisados permitem pressupor que as áreas de terço inferior de encosta e as espécies que se distribuem com maior frequência nessas porções do relevo apresentam características mais favoráveis ao início dessa sucessão. As florestas pesquisadas apresentam-se profundamente alteradas, com empobrecimento florístico e estrutural. Quer se verifique nesses fragmentos dominância de uma espécie (em FP2 e FT1) ou abundância de lianas (em FT2), em todos é flagrante a descaracterização, evidenciada pelo reduzido número de espécies e pela presença de grandes clareiras e árvores de pequeno porte.

## Referências

CARVALHO, F. A.; BRAGA, J. M. A.; GOMES, J. M. L.; SOUZA, J. S.; NASCIMENTO, M. T. Comunidade arbórea de uma floresta de baixada aluvial no município de Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Cerne**, Lavras, v. 12, n. 2, p. 157-166, 2006.

GUEDES-BRUNI, R. R.; SILVA-NETO, S. J.; MORIM, M. P.; MANTOVANI, W. Composição florística e estrutura de trecho de floresta ombrófila densa atlântica aluvial na reserva biológica de poço das antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 413-428, 2006.

KURTZ, B. C.; ARAÚJO, D. S. D. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v. 51, n. 78/115, p. 69-112, 2000.

SCHLUTER, D.; RICKLEFS, R. E. Species diversity: an introduction to the problem. In: RICKLEFS, R. E.; SCHLUTER, D. **Species diversity in ecological communities**: historical and geographical perspectives. Chicago: University of Chicago Press, 1993.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.