

ANNETE BONNET

**CARACTERIZAÇÃO FITOSSOCIOLÓGICA DAS BROMELIÁCEAS EPIFÍTICAS E
SUAS RELAÇÕES COM OS FATORES GEOMORFOLÓGICOS E PEDOLÓGICOS
DA PLANÍCIE DO RIO IGUAÇU, PARANÁ, BRASIL**

**Tese apresentada como requisito à
obtenção do título de Doutor em Ciências
Florestais, área de concentração
Conservação da Natureza, pelo Curso de
Pós-Graduação em Engenharia Florestal,
Setor de Ciências Agrárias, Universidade
Federal do Paraná.**

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Vellozo
Roderjan**

**CURITIBA
2006**

*Dedico este estudo e agradeço
profundamente
o amor pelo tema a minha mãe
in memoriam*

AGRADECIMENTOS

À minha família, de coração, pelo apoio e amor.

Ao meu marido Gustavo Ribas Curcio, a quem serei sempre grata por todo o amor, carinho e ensinamentos, orientação, companheirismo e profissionalismo.

Ao orientador e amigo Carlos Vellozo Roderjan, aos amigos Franklin Galvão e Yoshiko Kuniyoshi, a ajuda, disponibilidade e bom humor constantes.

A Osmir José Lavoranti, co-orientador, pela enorme paciência e amizade.

Ao amigão e companheiro de tese, Murilo Lacerda Barddal; valeu muitíssimo nossa convivência, e ainda mais, a amizade com a família, Silvia e João Vítor.

Às amigas Débora Pestana e Lígia Souza, em especial, como também a todas as amizades feitas na “floresta”.

Em particular, a todas as pessoas das cidades que fizeram parte do roteiro, como também àqueles que compartilharam nossos trabalhos de campo, tornando nossas viagens tão especiais e prazerosas!

À Embrapa Florestas, sem a qual este trabalho não teria sido realizado, e a Swedish Match do Brasil, por conservar suas florestas fluviais e facilitar nosso acesso para estudo.

A CAPES e ao CNPq pelas bolsas de financiamento ao longo de todo o período.

SUMÁRIO

| | |
|---|----------|
| LISTA DE TABELAS..... | viii |
| LISTA DE FIGURAS..... | xii |
| RESUMO..... | xvii |
| ABSTRACT..... | xviii |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | |
| 2.1 GEOLOGIA..... | 3 |
| 2.2 GEOMORFOLOGIA..... | 7 |
| 2.3 SOLOS..... | 12 |
| 2.4 CLIMA..... | 18 |
| 2.5 VEGETAÇÃO..... | 20 |
| 2.6 FLORESTAS FLUVIAIS..... | 23 |
| 2.7 EPIFITISMO EM BROMELIACEAE..... | 27 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS | |
| 3.1 ÁREA DE ESTUDOS..... | 36 |
| 3.1.1 Interpretação do Material Cartográfico e Seleção das Áreas de Estudo..... | 36 |
| 3.1.2 Caracterização do Rio Iguaçu..... | 38 |
| 3.1.3 Localização..... | 39 |
| 3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO..... | 40 |
| 3.2.1 Levantamento Florístico e Fitossociológico..... | 40 |
| 3.2.2 Caracterização de Bromeliaceae..... | 41 |
| 3.2.3 Identificação Taxonômica..... | 44 |
| 3.2.4 Análise dos Dados – Forófitos..... | 45 |
| 3.2.5 Análise dos Dados – Bromeliaceae..... | 46 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES | |
| 4.1 FAMÍLIA BROMELIACEAE NAS FLORESTAS DA PLANÍCIE DO RIO IGUAÇU | 51 |
| 4.2 COMPARTIMENTO GNÁISSICO MIGMATÍTICO COSTEIRO | |
| 4.2.1 Superfície de Agradação | |
| 4.2.1.1 Descrição do ambiente..... | 66 |
| 4.2.1.2 Caracterização do componente arbóreo..... | 67 |
| 4.2.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias..... | 70 |
| 4.2.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 71 |
| 4.2.2 Superfície de Degradação | |
| 4.2.2.1 Descrição do ambiente..... | 78 |
| 4.2.2.2 Caracterização do componente arbóreo..... | 79 |
| 4.2.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias..... | 81 |
| 4.2.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 82 |
| 4.3 COMPARTIMENTO CAMPO DO TENENTE | |
| 4.3.1 Superfície de Agradação | |
| 4.3.1.1 Descrição do ambiente..... | 88 |
| 4.3.1.2 Caracterização do componente arbóreo..... | 89 |
| 4.3.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias..... | 91 |
| 4.3.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 93 |
| 4.3.2 Superfície de Degradação | |
| 4.3.2.1 Descrição do ambiente..... | 100 |
| 4.3.2.2 Caracterização do componente arbóreo..... | 101 |
| 4.3.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias..... | 102 |
| 4.3.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae | 105 |
| 4.4 COMPARTIMENTO FURNAS | |
| 4.4.1 Superfície de Agradação | |
| 4.4.1.1 Descrição do ambiente..... | 112 |
| 4.4.1.2 Caracterização do componente arbóreo..... | 113 |

| | |
|--|-----|
| 4.4.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias..... | 115 |
| 4.4.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 116 |
| 4.4.2 Superfície de Degradação | |
| 4.4.2.1 Descrição do ambiente..... | 124 |
| 4.4.2.2 Caracterização do componente arbóreo..... | 125 |
| 4.4.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias..... | 126 |
| 4.4.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 128 |
| 4.5 COMPARTIMENTO MAFRA/RIO DO SUL | |
| 4.5.1 Superfície de Agradação | |
| 4.5.1.1 Descrição do ambiente..... | 136 |
| 4.5.1.2 Caracterização do componente arbóreo..... | 137 |
| 4.5.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias..... | 139 |
| 4.5.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 140 |
| 4.5.2 Superfície de Degradação | |
| 4.5.2.1 Descrição do ambiente..... | 146 |
| 4.5.2.2 Caracterização do componente arbóreo..... | 147 |
| 4.5.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias..... | 148 |
| 4.5.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 150 |
| 4.6 COMPARTIMENTO RIO BONITO | |
| 4.6.1 Superfície de Agradação | |
| 4.6.1.1 Descrição do ambiente..... | 159 |
| 4.6.1.2 Caracterização do componente arbóreo..... | 160 |
| 4.6.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias..... | 162 |
| 4.6.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 164 |
| 4.6.2 Superfície de Degradação | |
| 4.6.2.1 Descrição do ambiente..... | 172 |
| 4.6.2.2 Caracterização do componente arbóreo..... | 173 |
| 4.6.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias..... | 174 |
| 4.6.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 176 |
| 4.7 COMPARTIMENTO PALERMO | |
| 4.7.1 Superfície de Agradação | |
| 4.7.1.1 Descrição do ambiente..... | 185 |
| 4.7.1.2 Caracterização do componente arbóreo..... | 186 |
| 4.7.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias..... | 187 |
| 4.7.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 189 |
| 4.7.2 Superfície de Degradação | |
| 4.7.2.1 Descrição do ambiente..... | 195 |
| 4.7.2.2 Caracterização do componente arbóreo..... | 196 |
| 4.7.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias..... | 197 |
| 4.7.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 199 |
| 4.8 COMPARTIMENTO IRATI | |
| 4.8.1 Superfície de Agradação | |
| 4.8.1.1 Descrição do ambiente..... | 206 |
| 4.8.1.2 Caracterização do componente arbóreo..... | 207 |
| 4.8.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias..... | 208 |
| 4.8.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 210 |
| 4.8.2 Superfície de Degradação | |
| 4.8.2.1 Descrição do ambiente..... | 217 |
| 4.8.2.2 Caracterização do componente arbóreo..... | 218 |
| 4.8.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias..... | 220 |
| 4.8.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 221 |
| 4.9 COMPARTIMENTO SERRA ALTA | |
| 4.9.1 Superfície de Agradação | |

| | | |
|----------|--|-----|
| 4.9.1.1 | Descrição do ambiente..... | 229 |
| 4.9.1.2 | Caracterização do componente arbóreo..... | 230 |
| 4.9.1.3 | Colonização das árvores pelas bromélias..... | 231 |
| 4.9.1.4 | Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 233 |
| 4.9.2 | Superfície de Degradação | |
| 4.9.2.1 | Descrição do ambiente..... | 239 |
| 4.9.2.2 | Caracterização do componente arbóreo..... | 239 |
| 4.9.2.3 | Colonização das árvores pelas bromélias..... | 241 |
| 4.9.2.4 | Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 242 |
| 4.10 | COMPARTIMENTO TERESINA | |
| 4.10.1 | Superfície de Agradação | |
| 4.10.1.1 | Descrição do ambiente..... | 250 |
| 4.10.1.2 | Caracterização do componente arbóreo..... | 251 |
| 4.10.1.3 | Colonização das árvores pelas bromélias..... | 252 |
| 4.10.1.4 | Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 253 |
| 4.10.2 | Superfície de Degradação | |
| 4.10.2.1 | Descrição do ambiente..... | 258 |
| 4.10.2.2 | Caracterização do componente arbóreo..... | 258 |
| 4.10.2.3 | Colonização das árvores pelas bromélias..... | 260 |
| 4.10.2.4 | Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 261 |
| 4.11 | COMPARTIMENTO RIO DO RASTO | |
| 4.11.1 | Superfície de Agradação | |
| 4.11.1.1 | Descrição do ambiente..... | 266 |
| 4.11.1.2 | Caracterização do componente arbóreo..... | 267 |
| 4.11.1.3 | Colonização das árvores pelas bromélias..... | 268 |
| 4.11.1.4 | Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 270 |
| 4.11.2 | Superfície de Degradação | |
| 4.11.2.1 | Descrição do ambiente..... | 276 |
| 4.11.2.2 | Caracterização do componente arbóreo..... | 277 |
| 4.11.2.3 | Colonização das árvores pelas bromélias..... | 279 |
| 4.11.2.4 | Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 280 |
| 4.12 | COMPARTIMENTO SERRA GERAL I – CAPANEMA | |
| 4.12.1 | Superfície de Agradação | |
| 4.12.1.1 | Descrição do ambiente..... | 286 |
| 4.12.1.2 | Caracterização do componente arbóreo..... | 287 |
| 4.12.1.3 | Colonização das árvores pelas bromélias..... | 288 |
| 4.12.1.4 | Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 289 |
| 4.12.2 | Superfície de Degradação | |
| 4.12.2.1 | Descrição do ambiente..... | 293 |
| 4.12.2.2 | Caracterização do componente arbóreo..... | 294 |
| 4.12.2.3 | Colonização das árvores pelas bromélias..... | 295 |
| 4.12.2.4 | Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 296 |
| 4.13 | COMPARTIMENTO SERRA GERAL II - FOZ DO IGUAÇU | |
| 4.13.1 | Superfície de Agradação | |
| 4.13.1.1 | Descrição do ambiente..... | 302 |
| 4.13.1.2 | Caracterização do componente arbóreo..... | 303 |
| 4.13.1.3 | Colonização das árvores pelas bromélias..... | 304 |
| 4.13.1.4 | Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 305 |
| 4.13.2 | Superfície de Degradação | |
| 4.13.2.1 | Descrição do ambiente..... | 308 |
| 4.13.2.2 | Caracterização do componente arbóreo..... | 309 |
| 4.13.2.3 | Colonização das árvores pelas bromélias..... | 310 |
| 4.13.2.4 | Fitossociologia de Bromeliaceae..... | 311 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 315 |
| REFERÊNCIAS | 321 |
| ANEXOS | 334 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 – Localização e altitude das superfícies pertencentes aos 12 compartimentos estudados na planície do rio Iguçu..... | 39 |
| Tabela 2 – Número de espécies (s) registradas nas parcelas, índice de Shannon (h') e índice de Pielou (e) nas superfícies de agradação e de degradação dos compartimentos estudados..... | 58 |
| Tabela 3 – Tipos de diásporos, estratégia de obtenção de nutrientes e números de registro no EFC..... | 59 |
| Tabela 4 – Estudos realizados em planícies fluviais no Brasil, precipitação média anual, unidade fitogeográfica, hábito e riqueza das bromélias..... | 60 |
| Tabela 5 – Similaridade florística entre as áreas estudadas (índice de Jaccard)..... | 65 |
| Tabela 6 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento GM Costeiro..... | 70 |
| Tabela 7 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento GM Costeiro..... | 72 |
| Tabela 8 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento GM Costeiro..... | 73 |
| Tabela 9 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento GM Costeiro..... | 81 |
| Tabela 10 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento GM Costeiro..... | 84 |
| Tabela 11 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento GM Costeiro..... | 84 |
| Tabela 12 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Campo do Tenente..... | 91 |
| Tabela 13 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Campo do Tenente | 94 |
| Tabela 14 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Campo do Tenente..... | 94 |
| Tabela 15 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Campo do Tenente..... | 102 |
| Tabela 16 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Campo do Tenente..... | 106 |
| Tabela 17 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Campo do Tenente..... | 107 |
| Tabela 18 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Furnas..... | 115 |
| Tabela 19 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Furnas..... | 118 |
| Tabela 20 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Furnas..... | 118 |
| Tabela 21 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Furnas..... | 126 |
| Tabela 22 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Furnas..... | 129 |
| Tabela 23 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Furnas..... | 129 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 24 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Maфра/Rio do Sul. | 138 |
| Tabela 25 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Maфра/Rio do Sul..... | 142 |
| Tabela 26 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Maфра/Rio do Sul..... | 142 |
| Tabela 27 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Maфра/Rio do Sul..... | 148 |
| Tabela 28 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Maфра/Rio do Sul..... | 151 |
| Tabela 29 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Maфра/Rio do Sul..... | 151 |
| Tabela 30 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Rio Bonito. | 161 |
| Tabela 31 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Rio Bonito..... | 166 |
| Tabela 32 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Rio Bonito..... | 166 |
| Tabela 33 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Rio Bonito..... | 174 |
| Tabela 34 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Rio Bonito..... | 177 |
| Tabela 35 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Rio Bonito..... | 178 |
| Tabela 36 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Palermo. | 187 |
| Tabela 37 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Palermo. | 190 |
| Tabela 38 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Palermo..... | 191 |
| Tabela 39 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Palermo. | 197 |
| Tabela 40 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Palermo..... | 201 |
| Tabela 41 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Palermo..... | 201 |
| Tabela 42 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Irati. | 208 |
| Tabela 43 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Irati. | 212 |
| Tabela 44 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Irati..... | 212 |
| Tabela 45 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por | |

| | |
|---|-----|
| forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Irati..... | 219 |
| Tabela 46 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Irati..... | 223 |
| Tabela 47 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Irati..... | 223 |
| Tabela 48 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Alta..... | 231 |
| Tabela 49 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Serra Alta..... | 235 |
| Tabela 50 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Alta..... | 235 |
| Tabela 51 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Alta..... | 241 |
| Tabela 52 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Serra Alta..... | 244 |
| Tabela 53 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Alta..... | 244 |
| Tabela 54 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Teresina..... | 252 |
| Tabela 55 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Teresina..... | 254 |
| Tabela 56 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Teresina..... | 254 |
| Tabela 57 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Teresina..... | 259 |
| Tabela 58 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Teresina..... | 262 |
| Tabela 59 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Teresina..... | 262 |
| Tabela 60 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto..... | 268 |
| Tabela 61 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto..... | 272 |
| Tabela 62 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto..... | 272 |
| Tabela 63 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto..... | 279 |
| Tabela 64 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto..... | 282 |
| Tabela 65 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto..... | 282 |
| Tabela 66 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I..... | 288 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 67 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Serra Geral I..... | 290 |
| Tabela 68 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Serra Geral I..... | 290 |
| Tabela 69 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I. | 295 |
| Tabela 70 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I..... | 296 |
| Tabela 71 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I..... | 297 |
| Tabela 72 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Serra Geral II. | 304 |
| Tabela 73 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Serra Geral II. | 306 |
| Tabela 74 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Serra Geral II..... | 306 |
| Tabela 75 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II..... | 310 |
| Tabela 76 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II..... | 312 |
| Tabela 77 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II..... | 312 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1 – Principais unidades fitogeográficas existentes no estado do Paraná..... | 36 |
| Figura 2 – Superfícies de agradação e degradação do rio Iguaçu..... | 37 |
| Figura 3 – Localização dos compartimentos estabelecidos na planície do rio Iguaçu, estado do Paraná..... | 40 |
| Figura 4 – Representação das três faixas de parcelas na superfície de agradação e degradação em um compartimento com controle escultural..... | 41 |
| Figura 5 – Bromeliaceae registradas no levantamento florístico em 12 compartimentos estabelecidos na planície do rio Iguaçu e grupos de ocorrência..... | 52 |
| Figura 6 – Bromélias epifíticas registradas na vegetação da planície do rio Iguaçu..... | 53 |
| Figura 7 – Bromélias epifíticas registradas na vegetação da planície do rio Iguaçu..... | 54 |
| Figura 8 – Bromélias epifíticas registradas na vegetação da planície do rio Iguaçu..... | 55 |
| Figura 9 – Bromélias epifíticas registradas na vegetação da planície do rio Iguaçu..... | 56 |
| Figura 10 – Bromélias epifíticas registradas na vegetação da planície do rio Iguaçu..... | 57 |
| Figura 11 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento GM Costeiro, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 66 |
| Figura 12 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento GM Costeiro..... | 71 |
| Figura 13 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento GM Costeiro..... | 74 |
| Figura 14 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento GM Costeiro..... | 75 |
| Figura 15 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento GM Costeiro..... | 77 |
| Figura 16 – Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento GM Costeiro, com localização das faixas de parcelas e tipos de solo..... | 78 |
| Figura 17 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento GM Costeiro..... | 82 |
| Figura 18 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento GM Costeiro..... | 85 |
| Figura 19 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento GM Costeiro..... | 86 |
| Figura 20 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento GM Costeiro..... | 87 |
| Figura 21 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Campo do Tenente, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 89 |
| Figura 22 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Campo do Tenente..... | 93 |
| Figura 23 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Campo do Tenente..... | 95 |
| Figura 24 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Campo do Tenente..... | 97 |
| Figura 25 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Campo do Tenente..... | 99 |
| Figura 26 – Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Campo do Tenente, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 100 |
| Figura 27 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Campo do Tenente..... | 104 |
| Figura 28 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Campo do Tenente..... | 108 |
| Figura 29 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Campo do Tenente..... | 109 |
| Figura 30 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Campo do Tenente..... | 111 |
| Figura 31 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Furnas, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 113 |
| Figura 32 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Furnas..... | 116 |

| | |
|---|-----|
| Figura 33 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Furnas..... | 120 |
| Figura 34 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Furnas..... | 121 |
| Figura 35 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Furnas..... | 123 |
| Figura 36 – Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Furnas, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 125 |
| Figura 37 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Furnas..... | 127 |
| Figura 38 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Furnas..... | 131 |
| Figura 39 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Furnas..... | 132 |
| Figura 40 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Furnas..... | 133 |
| Figura 41 - Fatores de degradação e aspectos característicos da floresta da planície do rio Iguaçu..... | 135 |
| Figura 42 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Mafra/Rio do Sul, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 137 |
| Figura 43 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Mafra/Rio do Sul..... | 140 |
| Figura 44 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Mafra/Rio do Sul..... | 143 |
| Figura 45 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Mafra/Rio do Sul..... | 144 |
| Figura 46 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Mafra/Rio do Sul..... | 145 |
| Figura 47 – Feições geomórficas da superfície de degradação, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos da superfície de degradação do compartimento Mafra/Rio do Sul..... | 146 |
| Figura 48 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Mafra/Rio do Sul..... | 149 |
| Figura 49 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Mafra/Rio do Sul..... | 153 |
| Figura 50 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Mafra/Rio do Sul..... | 154 |
| Figura 51 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Mafra/Rio do Sul..... | 157 |
| Figura 52 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Rio Bonito, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 160 |
| Figura 53 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Rio Bonito..... | 164 |
| Figura 54 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Rio Bonito..... | 168 |
| Figura 55 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Rio Bonito..... | 169 |
| Figura 56 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Rio Bonito..... | 171 |
| Figura 57 – Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Rio Bonito, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 172 |
| Figura 58 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Rio Bonito..... | 176 |
| Figura 59 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Rio Bonito..... | 179 |
| Figura 60 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Rio Bonito..... | 181 |
| Figura 61 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Rio Bonito..... | 182 |

| | |
|--|-----|
| Figura 62 - Aspectos das superfícies de agradação da planície do rio Iguaçu..... | 184 |
| Figura 63 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Palermo, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 186 |
| Figura 64 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Palermo..... | 189 |
| Figura 65 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Palermo..... | 191 |
| Figura 66 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Palermo..... | 193 |
| Figura 67 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Palermo..... | 194 |
| Figura 68 – Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Palermo, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 195 |
| Figura 69 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Palermo..... | 199 |
| Figura 70 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Palermo..... | 202 |
| Figura 71 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Palermo..... | 203 |
| Figura 72 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Palermo..... | 205 |
| Figura 73 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Irati, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 206 |
| Figura 74 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Irati..... | 210 |
| Figura 75 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Irati..... | 214 |
| Figura 76 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Irati..... | 215 |
| Figura 77 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Irati..... | 216 |
| Figura 78 – Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Irati, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 218 |
| Figura 79 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Irati..... | 221 |
| Figura 80 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Irati..... | 224 |
| Figura 81 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Irati..... | 225 |
| Figura 92 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Irati..... | 226 |
| Figura 83 - Grandes árvores e acúmulo de água nas superfícies da planície do rio Iguaçu..... | 228 |
| Figura 84 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Serra Alta, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 229 |
| Figura 85 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Serra Alta..... | 232 |
| Figura 86 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Serra Alta..... | 236 |
| Figura 87 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Serra Alta..... | 237 |
| Figura 88 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Serra Alta..... | 238 |
| Figura 89 – Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Serra Alta, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 239 |
| Figura 90 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Alta..... | 242 |
| Figura 91 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Serra Alta..... | 245 |

| | |
|--|-----|
| Figura 92 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Serra Alta..... | 246 |
| Figura 93 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Serra Alta..... | 248 |
| Figura 94 – Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Teresina, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 251 |
| Figura 95 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Teresina..... | 253 |
| Figura 96 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Teresina..... | 255 |
| Figura 97 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Teresina..... | 256 |
| Figura 98 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Teresina..... | 257 |
| Figura 99 – Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Teresina, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 258 |
| Figura 100 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Teresina..... | 261 |
| Figura 101 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Teresina..... | 263 |
| Figura 102 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Teresina..... | 264 |
| Figura 103 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Teresina..... | 264 |
| Figura 104 – Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 266 |
| Figura 105 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto..... | 270 |
| Figura 106 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto..... | 272 |
| Figura 107 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto..... | 274 |
| Figura 108 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto..... | 275 |
| Figura 109 – Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 276 |
| Figura 110 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto..... | 280 |
| Figura 111 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto..... | 282 |
| Figura 112 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto..... | 283 |
| Figura 113 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto..... | 285 |
| Figura 114 – Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 286 |
| Figura 115 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I..... | 289 |
| Figura 116 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I..... | 291 |
| Figura 117 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I..... | 292 |
| Figura 118 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I..... | 293 |
| Figura 119 – Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 294 |
| Figura 120 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I..... | 296 |

| | |
|---|-----|
| Figura 121 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I..... | 297 |
| Figura 122 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I..... | 298 |
| Figura 123 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I..... | 299 |
| Figura 124 - Aspectos da floresta estacional semidecidual do Parque Nacional de Foz do Iguaçu... | 301 |
| Figura 125 – Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 302 |
| Figura 126 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II..... | 305 |
| Figura 127 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II..... | 307 |
| Figura 128 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II..... | 307 |
| Figura 129 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II..... | 308 |
| Figura 130 – Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos..... | 308 |
| Figura 131 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II..... | 311 |
| Figura 132 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II..... | 313 |
| Figura 133 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II..... | 314 |
| Figura 134 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II..... | 314 |

RESUMO

As florestas da planície do rio Iguaçu, que fazem parte de duas unidades fitogeográficas distintas, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual, estão atualmente bastante alteradas, tanto em decorrência de fatores históricos como de ação antrópica contemporânea. Bromeliáceas epifíticas, devido à sua dependência de substrato específico e à adoção de estratégias de obtenção de nutrientes através de escamas foliares, são consideradas indicadoras de alterações das condições ambientais. Considerando a escassez de pesquisas com esta abordagem e a inexistência de trabalhos sistemáticos e contínuos com bromélias ao longo de rios brasileiros, foi estudada a florística e a estrutura das florestas e das comunidades de bromélias presentes em superfícies de agradação e degradação dos compartimentos estabelecidos desde o primeiro até o terceiro planalto paranaense. Em cada área, dados qualitativos e quantitativos de bromélias foram relacionados com os fatores físicos do meio, como padrão de leito, altura de margem, feições geomórficas predominantes e saturação hídrica dos solos. Foi registrado um total de 14 espécies de bromélias pertencentes a seis gêneros, com diferenças significativas em diversidade e abundância entre os compartimentos. O macroclima foi o fator de regência mais importante na definição das diferenças detectadas entre as duas unidades fitogeográficas, além do estado de conservação da floresta, característica muito variável entre as superfícies. Localmente, as bromélias responderam às altas taxas de umidade na atmosfera, proporcionadas pela proximidade do rio e pela existência de feições geomórficas concavadas e solos pouco permeáveis que possibilitam o acúmulo de água. Responderam também à estratificação da floresta e à presença de árvores de grande porte que representam mais superfície e maior tempo de exposição do substrato para colonização. Nos forófitos, as bromélias ocorreram em intervalos de altura muito variados, indicando que a pequena altura da floresta e a existência de clareiras proporcionadas pela presença do rio e de solos com elevada saturação hídrica influenciaram no padrão de estratificação vertical. Plântulas puderam ser relacionadas com a quantidade e diversidade de adultas existentes na área, como também com a umidade disponível no ambiente. O início da copa foi local de estabelecimento de bromélias tanque e de bromélias zoocóricas, o que pôde ser relacionado ao maior peso dos indivíduos e ao provável local de pouso das aves dispersoras. *Aechmea recurvata*, *Wittrockia cyathiformis* e *Billbergia nutans*, além de *Vriesea reitzii*, foram eleitas indicadoras de vegetação em estado de regeneração mais avançado, enquanto *Aechmea distichantha*, *Tillandsia tenuifolia*, *Tillandsia usneoides* e *Vriesea friburgensis* foram consideradas pioneiras na ocupação de árvores que crescem nos sedimentos mais recentes das superfícies de agradação. *T. usneoides* mostrou-se elemento importante no mapeamento de ambientes úmidos na planície, mas apenas em locais bem expostos, onde a evaporação e a remoção da umidade são constantes.

Palavras-chave: bromélias epifíticas, planície do rio Iguaçu, umidade, forófitos.

ABSTRACT

The forests of the Iguazu river floodplain, which are part of two distinct phytogeographic units, Mixed Ombrophilous Forest and Semideciduous Seasonal Forest, are currently very modified. This alteration occurred due to historical factors and contemporaneous anthropic action. Epiphytic bromeliads, due to its specific substrate dependence and its strategy to obtain nutrients through their trichomes, are considered indicators of environmental condition alterations. Taking into account the reduced amount of research using this approach and the inexistence of systematic and continuous works with bromeliads along Brazilian's rivers, it was studied the floristic and the structure of the forests, and the communities of bromeliads present on aggradation and degradation surfaces of the compartments established from the first until the third highland of Paraná. In each area, the qualitative and quantitative data of bromeliads were related to the physical factors of the environment, like streambed type, height of the border, predominant geomorphic sites and soil water saturation. It was registered a total of 14 species of bromeliads belonging to six genera, which presented significant differences in diversity and abundance among the compartments. Macroclimate was the most important factor to define the differences between the two phytogeographic units, besides the conservation state of the forest which was a very changeable characteristic among the surfaces. Locally, bromeliads reacted to the high taxes of atmosphere humidity, created by the proximity of the river, by the existence of geomorphic concaved sites and by soils with low permeability that make possible the accumulation of water. They reacted also to the stratification of the forest and the presence of high trees that represent more surface and longer time of exposition of the substrate for the colonization. On phorophytes, the bromeliads occurred in intervals of very varied heights, indicating that the small height of the forest and the existence of forest gaps created by the presence of the river and the presence of soils containing high content of water, influenced the vertical stratification standard. Seedlings could be related to the amount and diversity of existing adults in the area, as well as, to the available environmental humidity. The beginning of the crown was the local of establishment of tank bromeliads and zoochoric bromeliads. This could be related to the biggest weight of the individuals and to the place of landing of avian dispersers. *Aechmea recurvata*, *Wittrockia cyathiformis* and *Billbergia nutans*, beyond *Vriesea reitzii*, were chosen as indicators of vegetation in advanced state of regeneration. Beside that, *Aechmea distichantha*, *Tillandsia tenuifolia*, *Tillandsia usneoides* and *Vriesea friburgensis* were considered the pioneers in the occupation of trees that grow in the most recent sediments of the aggradation surfaces. *T. usneoides* showed to be the most important element for mapping the humid environment in the lowland, but only in open places, where the evaporation and the humidity removal are constant.

Key words: epiphytic bromeliads, lowland of the Iguazu river, humidity, phorophytes.

1 INTRODUÇÃO

Quatro das cinco grandes regiões de paisagens naturais do estado do Paraná são unidas pelo rio Iguaçu, que tem suas nascentes na Serra do Mar, atravessa o Primeiro Planalto, em seguida o Segundo Planalto e, depois do longo trecho no Terceiro Planalto, deságua no rio Paraná, na fronteira entre Brasil, Argentina e Paraguai.

A bacia hidrográfica do rio Iguaçu é considerada uma das mais importantes do Estado do Paraná, pelo seu papel histórico e extensão de áreas drenadas. De 1882 até 1953, o rio Iguaçu foi navegado por barcos a vapor, em um trecho de 239 km do Segundo Planalto paranaense, entre os municípios de Porto Amazonas e União da Vitória. Esse transporte fluvial aproximou regiões longínquas em pleno ciclo econômico da erva-mate e da madeira, exercendo um papel preponderante na colonização e ocupação no território (AMAZONAS, 1973; REISEMBERG, 1973; MAACK, 2002).

A vegetação associada ao rio Iguaçu faz parte de duas unidades fitogeográficas principais, a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual, influenciadas pelos gradientes altimétricos e pelo clima. Ela acompanha o rio quando este corre em planícies com dimensões variáveis, como também quando o seu curso é direcionado por falhas, dependendo da litotipia e dos processos tectônicos predominantes.

Devido à intervenção do homem, no entanto, o rio Iguaçu está intensamente degradado, principalmente das suas nascentes até o município de Araucária, ainda no Primeiro Planalto (DEL ROSAL *et al.*, 1994).

As florestas das suas planícies também estão alteradas, tanto na sua composição florística, como na sua estrutura. Atualmente, além da heterogeneidade característica e natural dos ambientes fluviais, estas florestas configuram-se na forma de extensos mosaicos criados por interferência antrópica.

Durante os 71 anos em que o rio foi utilizado como “estrada dos vapores”, as florestas de suas margens foram destruídas para produção da lenha que servia de combustível aos vapores. Os registros indicam que o branquilha (*Sebastiania comersoniana* (B.) L. B. Smith e Downs), devido à intensa exploração, rareou de tal forma que a bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) teve que ser utilizada como substituta para a espécie outrora abundante na planície (REISEMBERG, 1973;

FRANÇA, 1993). Trabalhos atuais desenvolvidos no rio Iguaçu e tributários, como DEL ROSAL *et al.* (1994) e BARDDAL (2003), atestam de maneira igualmente alarmante as profundas alterações na vegetação e o intenso estado de degradação dos cursos de água, decorrentes das atividades antrópicas e relacionados ao modelo de desenvolvimento econômico predominante.

As epífitas, como parcela importante das florestas tropicais (LUGO e SCATENA, 1992; NIEDER *et al.*, 1999), respondem diretamente à intervenção antrópica (ROCHA *et al.*, 1997; NIEDER e ZOTZ, 1998; ROCHA *et al.*, 2004). Plantas que utilizam outras plantas como suporte, como as epífitas que crescem sobre forófitos (BARKMAN, 1958 *apud* AKINSOJI, 1990), fazem parte das grandes unidades fitogeográficas dominantes e são influenciadas pelo clima e pela altitude, variando em sua composição florística conforme a área estudada (ARAGÃO, 1967; SUDGEN, 1981; REITZ, 1983; GENTRY e DODSON, 1987a; HIETZ e HIETZ-SEIFERT, 1995).

Dentre as epífitas, a família Bromeliaceae é excepcionalmente bem adaptada à vida epifítica, constituindo a maioria, juntamente com Orchidaceae e Araceae, dos ocupantes das árvores nos ambientes tropicais localizados entre o sul dos Estados Unidos e a região da Patagônia (KRESS, 1986; BENZING, 1990; 1995). Podem ser consideradas componentes essenciais em ecossistemas naturais, pois ampliam a diversidade biológica pela oferta de água, nutrientes, microhábitats, abrigo, alimentação e sítio de reprodução para inúmeras espécies animais e vegetais (BENZING, 1995; ROCHA *et al.*, 1997; ROCHA *et al.*, 2004).

Bromeliáceas epifíticas respondem inversamente ao estado de degradação da floresta, o que foi registrado em alguns trabalhos recentes, comprovando sua sensibilidade ao estado de conservação e às alterações nas condições ambientais (PINTO *et al.*, 1995; BENZING, 1998; ALMEIDA *et al.*, 1998; BONNET, 2001; COGLIATTI-CARVALHO *et al.*, 2001; HOELTGEBAUM, 2003). Bromélias epifíticas também são apontadas como indicadoras das mudanças climáticas globais (SUDGEN, 1981; LUGO e SCATENA, 1992). Por outro lado, a ocorrência das espécies de Bromeliaceae em planícies fluviais foi registrada apenas através de levantamentos florísticos, onde o grupo das epífitas é parte ou se constitui em foco central, como por exemplo, nos trabalhos de SILVA *et al.* (1997); DITTRICH *et al.* (1999); KERSTEN e SILVA (2002); ROGALSKI e ZANIN (2003). Além da escassez

de pesquisas com estas abordagens, pode-se afirmar que inexistem trabalhos sistemáticos e contínuos com bromélias em rios brasileiros. Essa continuidade entre áreas de estudo, principalmente ao longo de cursos d'água, permite o melhor entendimento da conectibilidade entre as florestas fluviais, fator fundamental no planejamento da utilização dessa vegetação como corredores de conservação.

O presente estudo poderá fundamentar, especificamente para as populações de arbóreas e as epífitas da família Bromeliaceae, o plano Paraná Biodiversidade, que tem projetado dois corredores na bacia do rio Iguaçu – corredor Araucária e corredor Iguaçu-Paraná, que apresentam, respectivamente, o próprio rio como eixo principal e o Parque Nacional do Iguaçu como área nuclear. Finalmente, a comprovação da relação entre as bromélias de florestas que crescem em diferentes unidades estratigráficas, associadas ao padrão de leito do rio e às superfícies geomórficas decorrentes, determina uma nova abordagem no estudo do componente epífítico nas planícies fluviais.

Deste modo, este trabalho teve por objetivo analisar e comparar a diversidade e a estrutura das florestas presentes na planície do rio Iguaçu, incluindo-se o componente arbóreo e as epífitas de Bromeliaceae, desde o Primeiro Planalto até próximo à sua foz, no Terceiro Planalto paranaense. Em cada área estudada, analisaram-se as populações de bromélias de modo qualitativo e quantitativo, relacionando-as aos fatores geomorfológicos e pedológicos, como padrão de leito, altura de margem, feições predominantes e regime hídrico dos solos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Considerando a estreita relação da família Bromeliaceae com as características das florestas e estas, por sua vez, em parte consequência da interação dos fatores físicos do meio, faz-se necessário a revisão de tópicos básicos em geologia, geomorfologia e solos das planícies fluviais, direcionando-os às regiões estudadas.

2.1 GEOLOGIA

As grandes paisagens naturais apresentadas por MAACK (2002) para o estado do Paraná, desde a Zona Litorânea até o Terceiro Planalto, incluindo a Serra

do Mar, Primeiro e Segundo Planaltos, possuem unidades estratigráficas bastante diversas. Os três planaltos, que perfazem a maior parte das terras paranaenses, inclinam-se suavemente para oeste, noroeste e sudoeste, sendo separados por escarpas ou *cuestas* (MAACK, 2002). A Zona Litorânea, a Serra do Mar e o Primeiro Planalto expõem o embasamento da plataforma Sul-Americana, aqui denominada Escudo Paranaense, que constituiu a base para a formação das unidades sedimentares e vulcânicas, inseridas na Bacia do Paraná; o Segundo Planalto é formado por depósitos sedimentares e o Terceiro Planalto, principalmente por rochas ígneas extrusivas (MINEROPAR, 1989; 2001).

A Zona Litorânea é constituída por um bloco de falha do Escudo Paranaense, coberto por sedimentos quaternários, por onde correm alguns pequenos rios paralelos à costa. Este percurso característico foi determinado pelo acúmulo de sedimentação orientada em sentido SW-NE, obrigando aos rios desembocarem sempre mais ao norte (MAACK, 2002).

A Serra do Mar limita o Primeiro Planalto a leste, sendo dividida em diversos maciços de blocos graníticos altos e baixos, que se elevam de 500 a 1.000 metros sobre o nível médio do planalto, declinando de NE para SW e em direção da orla litorânea como escarpa de falha (MAACK, 2002). Configura-se como um grande arco com concavidade voltada para leste subparalelo à linha de costa (BIGARELLA, 2003). A Serra do Mar constitui um divisor de águas, formando para leste os rios de pequenas bacias que cruzam a planície litorânea, e para oeste, os rios que correm para o interior do continente e fazem parte do maior complexo hidrográfico do Estado, onde se inclui o rio Iguaçu (MAACK, 2002).

O Primeiro Planalto, situado entre a Serra do Mar e a primeira *cuesta* do Estado tem, predominantemente, composição geológica complexa, com o bloco mais a leste coberto em parte por uma extensa rede de depósitos sedimentares do Quaternário - Formação Guabirota - preservada ao longo da bacia do alto rio Iguaçu e afluentes (MINEROPAR, 1989, 2001).

O Segundo Planalto é formado por rochas sedimentares que se distribuem por sobre o Escudo Paranaense, configurando um arco quase retangular, aberto para leste (MAACK, 2002). A sucessão de unidades estratigráficas pode ser visualizada em MINEROPAR (1989), de modo genérico, na forma de faixas paralelas e arqueadas, predominante na direção norte-sul do Estado. O limite entre

o primeiro e Segundo Planaltos tem a forma de um grande degrau, a escarpa ou *cuesta*, que é atravessada pelo rio Iguaçu e pelas outras drenagens através de profundos cortes, conhecidos por boqueirões ou vales de ruptura (JUSTUS, 1990; MAACK, 2002).

O Terceiro Planalto é recoberto por espessos derrames de rochas ígneas da era Mesozóica, onde predominam os basaltos (MINEROPAR, 2001). Separado do Segundo Planalto por outra *cuesta*, também é cortada por drenagens que formaram grandes boqueirões (MAACK, 2002). As rochas sedimentares do final do Cretáceo - Formação Caiuá - localizadas na sua porção noroeste, não são incididas pelo rio Iguaçu, que tem o seu curso seguindo pela região Sul do Estado.

Geologicamente mais antigo do que as escarpas e os três planaltos, o Iguaçu é classificado como antecedente, pois contrabalanceou os efeitos dos levantamentos tectônicos, entalhando seu curso de maneira suficientemente rápida (SUGUIO e BIGARELLA, 1979; MAACK, 2002).

O rio Iguaçu, como um grande “corpo vivo” que une várias regiões do Paraná, incide e modela grande parte das unidades estratigráficas existentes no Estado. Deste modo, ressalta-se que serão citadas aqui apenas as grandes unidades diretamente trabalhadas pelo rio, a partir da primeira área de estudo, no município de Araucária - Primeiro Planalto, até as Cataratas do Iguaçu, no Terceiro Planalto.

As unidades importantes recortadas pelo rio Iguaçu no Primeiro Planalto são o Complexo Migmatítico Costeiro, do Proterozóico Inferior, e a Formação Guabirotuba, na forma de depósitos sedimentares do Cenozóico (MINEROPAR, 1989; 2001). Segundo os mesmos estudos, o Complexo Migmatítico Costeiro é formado por migmatitos oftalmíticos e embrechíticos com paleossoma de biotita-gnaiss, biotita-hornblenda-gnaiss e hornblenda-gnaiss, com quartzitos locais; ocorrem também os migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda-gnaiss; mica-quartzo-xistos; ultrabásitos, metabásitos e anfíbolitos. A Formação Guabirotuba é constituída por argilitos, arcósios, margas, areias e cascalhos (MINEROPAR, 1989; 2001). No Primeiro Planalto o rio Iguaçu possui um padrão de leito meandrante (MAACK, 2002), formando amplas planícies edificadas por sedimentos inconsolidados depositados no Quaternário.

Depois de atravessar a *cuesta* que separa o Primeiro Planalto do segundo, o rio Iguaçu incide, por um curto trecho, rochas do Grupo Itararé. Este grupo é

composto pelas Formações Campo do Tenente, Mafra e Rio do Sul, do Permo-Carbonífero (MINEROPAR, 1989; 2001). Estas formações, no entanto, não tem seus limites fronteiros definidos na literatura consultada e por isso, serão descritas na ordem cronológica de formação. Segundo MINEROPAR (1989; 2001), a primeira formação é composta por arenitos grosseiros, siltitos, ritmitos e diamictitos; a segunda, por depósitos de planície litorânea e de plataforma periglacial, com arenitos finos a grosseiros, siltitos e ritmitos; a Formação Rio do Sul, de ambientes litorâneos de plataforma periglacial e deltaica, compõe-se de folhelhos e siltitos, arenitos finos a médios, diamictitos e raras camadas de carvão.

Na seqüência, o rio atravessa rochas mais antigas, ainda do Devoniano - Formação Furnas, do Grupo Paraná. Possui basicamente arenitos médios a grosseiros na sua composição (MINEROPAR, 1989; 2001). Quando o rio Iguaçu atravessa essa unidade, formam-se corredeiras quilométricas no trecho até Porto Amazonas, denotando linha de queda do rio, resultado de levantamentos epirogenéticos da escarpa devoniana (MAACK, 2002). Segundo o autor, logo depois de Porto Amazonas o curso do rio é novamente repleto de meandros que se mantém até a passagem para o Terceiro Planalto, proporcionando o acúmulo de sedimentos inconsolidados do Quaternário nas suas extensas planícies.

Seguindo as unidades estratigráficas, o rio Iguaçu volta a correr no Grupo Itararé por uma longa extensão geográfica. Para jusante, o rio recorta as Formações Rio Bonito e Palermo, do Grupo Guatá - Permiano Médio, em porções geográficas menores que a do Itararé. A Formação Rio Bonito é expressa por arenitos, siltitos, folhelhos, carvões e calcários, enquanto a Formação Palermo é edificada por siltitos, folhelhos e arenitos (MINEROPAR, 1989; 2001).

Na seqüência de depósitos sedimentares do Segundo Planalto, têm-se as Formações Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto, do Grupo Passa Dois - Permiano Superior. Na cidade de São Mateus do Sul ocorre a unidade com menores proporções, Irati, formada por argilitos e folhelhos; a Serra Alta compõe-se de lamitos e folhelhos, enquanto a Teresina por siltitos com intercalação de calcário micrítico e estromatolítico (MINEROPAR, 1989; 2001). Por fim, segundo as mesmas obras, Rio do Rasto, com grande extensão geográfica, é expressa por siltitos, argilitos e arenitos finos e muito finos. É na Formação Teresina que ocorre o encontro do rio Iguaçu com o rio Negro, seu principal afluente.

Após a Formação Rio do Rasto, onde se localiza o município de União da Vitória, o rio Iguaçu atravessa a segunda *cuesta* do Estado, chegando ao Terceiro Planalto. Segundo MAACK (2002), após o término do grande vale de ruptura, tem início o percurso do rio Iguaçu com inúmeras corredeiras e cachoeiras. Os extensos derrames de rochas ígneas do Mesozóico formam a Serra Geral, pertencente ao Grupo São Bento (MINEROPAR, 1989; 2001). Este vulcanismo foi determinado por fendas, geralmente com várias centenas de metros de extensão, através das quais ocorriam os derrames de lavas fluídas que se espalhavam por extensas superfícies (IBAMA, 1999). O rio Iguaçu, de acordo com esta mesma obra, é orientado pelos principais lineamentos estruturais, principalmente os de gênese tectônica, influenciado pelo mergulho dos derrames para oeste-sudoeste.

2.2 GEOMORFOLOGIA

As formas de relevo existentes em ambientes fluviais estão relacionadas aos processos sedimentares e erosivos, no tempo e no espaço (CHRISTOFOLETTI, 1981). O rio Iguaçu, pela grande extensão de seu curso em diferentes unidades estratigráficas, apresenta formas topográficas associadas muito diversas. Pode-se analisar, em um primeiro nível de abordagem, a forma dos vales.

Vales são formas de relevo entalhadas como corredores ou depressões longitudinais, ocupados pelos cursos de água que, junto com a tectônica e a litotipia, influenciam na sua formação e no seu desenvolvimento (THORNBURY, 1966; CHRISTOFOLETTI, 1981). Segundo os autores, ao longo do tempo, os vales sofrem aprofundamento, alargamento e alongamento, principalmente por ações ligadas à dinâmica fluvial, morfogenese atuante em vertentes, erosão regressiva, aumento das curvas meândricas e tectônica ascendente ou descendente. De acordo com CHRISTOFOLETTI (1981), o perfil transversal dos vales utilizado como critério de classificação, gera um número quase infinito de tipos. Dentre eles, face às formas encontradas no rio Iguaçu, pode-se citar segundo o autor: (i) vales em garganta, com largura estreita e entalhes profundos com vertentes quase verticais; (ii) vales em forma de V, indicando equilíbrio entre o entalhamento e o alargamento; (iii) vales em manjedoura, que se formam quando diminui o entalhamento, mantendo-se o alargamento através da expansão da planície de inundação; (iv) vales com terraços fluviais, formados pela sucessão de fases de acumulação e de entalhamento,

originando degraus nas bordas do vale e (v) vales assimétricos, cujos perfis das vertentes são muito diferentes, sendo uma escarpada e a outra suave.

O canal de drenagem é o segundo grande elemento a ser explorado nos ambientes fluviais, em face de sua grande influência na definição das características da planície (CHRISTOFOLETTI, 1981), e, conseqüentemente, definição de formas topográficas onde a água influencia em maior ou menor grau a vegetação.

O substrato que predomina no leito de um canal de drenagem permite a classificação em canais aluviais e canais de embasamento rochoso (SUMMERFIELD, 1991). Ao mesmo tempo, os padrões de canal, que nada mais são do que as formas que o canal assume ao longo do seu curso, dependem, segundo a literatura, da quantidade e tamanho do sedimento transportado, do declive do canal, além do clima, da litotipia e da tectônica associada (SUGUIO e BIGARELLA, 1979; CHRISTOFOLETTI, 1981; SUMMERFIELD; 1991).

O canal do rio Iguaçu está configurado nos seus próprios sedimentos como também sob embasamento rochoso, assumindo diversos padrões, desde o Primeiro Planalto até a proximidade da sua foz, no Terceiro Planalto sendo, por isso, apresentadas aqui algumas classificações já consagradas na literatura.

Os canais aluviais têm seu fundo e margens formados por sedimentos transportados pelo rio, podendo mudar radicalmente de forma, por exemplo, pela erosão, transporte e deposição em resposta à descarga de água (CHRISTOFOLETTI, 1981). Padrões básicos de canais são citados na literatura (SUGUIO e BIGARELLA, 1979; CHRISTOFOLETTI, 1981; PENTEADO, 1983, SUMMERFIELD, 1991; RICCOMINI *et al.* 2000; SUGUIO, 2003; BIGARELLA, 2003) podendo-se destacar entre eles, o retilíneo e o meandrante. Os canais aluviais de padrão retilíneo estão geralmente restritos a pequenos segmentos na paisagem (CHRISTOFOLETTI, 1981; RICCOMINI *et al.* 2000; SUGUIO, 2003), sendo seu talvegue (linha formada pela união dos pontos de maior profundidade do canal) geralmente sinuoso, devido ao desenvolvimento de barras laterais dispostas alternadamente em cada margem (SUGUIO e BIGARELLA, 1979).

Os canais aluviais de padrão meandrante formam-se devido à fricção da água e dos sedimentos com o leito e laterais do canal, causando turbulência no fluxo de água e instabilidades que promovem a formação de pontos de deposição (SUGUIO e BIGARELLA, 1979; RICCOMINI *et al.* 2000). Estabelece-se assim, de acordo com

os autores, o fluxo helicoidal que empurra a água da superfície de encontro à margem côncava da curva, retornando em profundidade para o lado oposto (convexo), a jusante. Deste modo, o lado de fora da curva é erodido devido ao fluxo de água, formando os bancos de solapamento, e o lado de dentro recebe o material, que é depositado, formando os *point bars* (SUMMERFIELD, 1991) ou barras de pontal (RICCOMINI *et al.* 2000), e também as barras de meandro (SUGUIO e BIGARELLA, 1979). A constante erosão das margens côncavas e a sedimentação nos leitos convexos determinam a migração lateral dos canais meandantes (SUGUIO e BIGARELLA, 1979; BIGARELLA, 2003). São canais sinuosos que, em secção transversal, são assimétricos, bastante abruptos na margem côncava, ascendendo suavemente na margem convexa (BIGARELLA, 2003). Doravante, neste trabalho, a margem côncava ou lado de fora da curva será denominado de superfície de degradação, enquanto a margem convexa ou lado interno será denominado superfície de agradação.

Os canais de embasamento rochoso contrastam fortemente com os aluviais, pois se ajustam muito lentamente às mudanças na descarga de água, à carga de sedimentos e gradientes, correndo em contato com a rocha (SUMMERFIELD, 1991). Nesses canais, o padrão retilíneo é muito comum quando corre em linhas de falha de embasamentos rochosos homogêneos, em diáclases ou fraturas (CHRISTOFOLETTI, 1981). Quando um canal com embasamento rochoso apresenta meandros, estes são denominados meandros encaixados, termo adotado neste estudo (CHRISTOFOLETTI, 1981), meandros incididos (SUMMERFIELD, 1991) ou meandros de vale (PENTEADO, 1983) e o canal corre em um vale meândrico. Em trechos de canais com embasamento rochoso afloram rochas, pois estas oferecem maior resistência à ação das águas em comparação aos trechos aluviais, onde a mobilidade dos sedimentos permite um ajuste em curto período de tempo através de modificações na forma do leito (CHRISTOFOLETTI, 1981).

O padrão que o rio Iguaçu assume no Primeiro Planalto é meandrante, correndo em amplas planícies de sedimentos inconsolidados. Esse padrão é determinado pela suave inclinação da superfície cristalina de Curitiba até Engenheiro Bley - Formação Itararé - proporcionando uma queda módica do rio na região (MAACK, 2002). A partir de Engenheiro Bley, Segundo Planalto, e ao longo do trecho na Formação Furnas, o rio possui corredeiras em decorrência da influência

de movimentos tectônicos. Depois de Porto Amazonas o padrão de leito é novamente meandrante, mantendo-se assim até a passagem para o Terceiro Planalto; entre as cidades de Porto Amazonas e União da Vitória, cidade localizada ao pé da segunda *cuesta*, o rio decresce no seu gradiente em apenas seis metros a cada 1.000 m de extensão (MAACK, 2002). Após a passagem pela *cuesta*, o curso do rio se desenvolve ocupando as áreas de fraqueza das rochas efusivas, constituídas pelo intenso fraturamento dessa litotipia e pela seqüência e disjunção dos derrames (JUSTUS, 1990). Esses fatores são evidenciados pelos segmentos retilíneos dos rios, pelos cotovelos e pela grande ocorrência de lajeados, corredeiras, saltos e quedas. No Terceiro Planalto, também existem meandros encaixados, provavelmente como formas adaptadas ao alinhamento estrutural, onde fraturas e disjunções se cruzam diagonalmente (JUSTUS, 1990).

E, finalmente, a planície fluvial é constituída por um conjunto de formas de relevo fortemente influenciadas pelos outros elementos do ambiente fluvial, como por exemplo, o canal de drenagem.

Essa planície é formada pela erosão e deposição lateral dos rios, resultando num terreno baixo que bordejia o canal fluvial, situado entre as paredes do vale, encontrando-se recoberto por um fino revestimento de sedimentos aluviais, que tem a tendência de sempre se expandir (THORNBURY, 1966; RUHE, 1975). A largura da planície depende do tamanho do rio, da ordem relativa de encaixamento e da resistência das rochas das paredes do vale (LEOPOLD, WOLMAN e MILLER, 1964 *apud* SUGUIO e BIGARELLA, 1979). Ela é constituída por uma série de formas de relevo que, de modo geral, são classificados na literatura quanto ao seu crescimento por acreção lateral e acreção vertical (CHRISTOFOLETTI, 1981; SUGUIO, 2003). Dos processos de acreção lateral, que remanejiam e redistribuem os sedimentos disponíveis pela migração do canal (CHRISTOFOLETTI, 1981) resultam ilhas aluviais, barras de canais e barras de meandro, esta última estrutura de interesse e aplicação neste trabalho. Segundo CHRISTOFOLETTI (1981) e BIGARELLA (2003), a barra de meandro consiste na sucessiva acumulação lateral de sedimentos no lado interno da curva do canal meandrante, grosseiramente concordantes com a curva do canal, resultando numa topografia caracterizada por cordões arqueados, alternando com depressões longitudinais. A forma e o tamanho das barras variam conforme a grandeza do rio – em cursos de água pequenos, as barras são simples

elementos deposicionais inclinando-se suavemente em direção ao canal, enquanto nos grandes rios a sua espessura pode ser semelhante à profundidade da água. Em virtude da contínua erosão da margem côncava e sedimentação na margem convexa, o canal mantém-se em constante migração lateral, estabelecendo aspecto bastante dinâmico a este ambiente (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Entre as feições resultantes da acreção vertical de sedimentos, são os diques marginais e as bacias de inundação que interessam ao presente estudo quanto aos conceitos e sua interação com a vegetação. Este processo, segundo GERRARD (1992), assume grande importância em ambientes tropicais. A acreção vertical se faz pela deposição durante os períodos de cheias – ao transbordar, as águas têm sua velocidade diminuída, o que dá início ao processo de triagem dos sedimentos fluviais (RUHE, 1975; SUGUIO e BIGARELLA, 1979; AB'SABER, 2000). De acordo com as obras, a deposição da fração mais grosseira da carga suspensa ocorre imediatamente às margens do canal, formando os diques marginais, que flanqueiam os canais e a fração mais fina da carga em suspensão é projetada para mais longe do rio, podendo sedimentar-se na planície de inundação.

Os diques marginais são depósitos na forma de cordões sinuosos com secção transversal triangular, que margeiam os canais; em canais retilíneos, os diques podem desenvolver-se mais ou menos igualmente nas duas margens e, em canais meandantes, desenvolvem-se mais na margem côncava (SUGUIO, 2003). A extensão e a espessura dependem principalmente do tamanho do rio, da granulometria de sua carga e do volume de descarga durante as enchentes (BIGARELLA, 2003). Segundo RICCOMINI *et al.* (2000) e BIGARELLA (2003), por serem os diques feições elevadas na planície, freqüentemente são cobertos por vegetação. Na planície, os depósitos de diques passam gradativamente para as planícies de inundação, que constituem depressões pobremente drenadas. Podem ser consideradas verdadeiras bacias de decantação de materiais em suspensão (Suguió, 2003), onde coberturas centimétricas de silte e argila são geradas em processos contínuos e de longa duração (RICCOMINI *et al.*, 2000; CHRISTOFOLETTI, 1981). Segundo CHRISTOFOLETTI (1981), as bacias de inundação contêm depósitos de transbordamento, com materiais finos acumulados nas águas represadas entre os diques marginais e as vertentes do vale.

2.3 SOLOS

Solos em planícies fluviais podem pertencer a diferentes classes sob diversos regimes hídricos, sendo de fundamental importância no estudo e entendimento da vegetação ali existente. Podem apresentar maior ou menor grau de desenvolvimento, apresentando composição e condições de drenagem fortemente relacionadas com as formas predominantes da planície, com as rochas e com o clima (GERRARD, 1992).

Em paisagens de encosta, da água que cai sobre o terreno, parte infiltra, indo para o freático ou transitando subsuperficialmente e parte escorre superficialmente, com maior ou menor participação de um ou outro, dependendo do relevo, da extensão e densidade da cobertura vegetal, da quantidade de chuva, umidade antecedente, e de fatores intrínsecos ao solo, como textura, estrutura e conteúdo de matéria orgânica (TÁNAGO e JALÓN, 1998; LIMA e ZAKIA, 2000; OLIVEIRA, 2001), os quais predominantemente são não hidromórficos.

Em ambientes de planície com drenagem impedida pela baixa permeabilidade do solo ou pelas condições de abaciamento do relevo, além da ascendência do lençol freático, as condições são ideais ao prolongado encharcamento, resultando em fenômenos de redução e acúmulo de matéria orgânica, onde são encontrados os solos hidromórficos (CURCIO, 2006). Esses solos apresentam feições morfológicas de redução, as quais são expressas pela presença de cores acinzentadas e/ou mosqueamentos (OLIVEIRA, 2001).

Nas planícies, com influência direta ou indireta sobre a dinâmica da água no solo, podem ser identificadas inúmeras feições geomórficas, aqui destacados os diques marginais. Esses, topograficamente mais elevados que a maioria das feições geomórficas, são menos influenciados pelo lençol freático e, conseqüentemente, com melhor condição de drenagem. Os solos ocorrentes sobre os diques recebem maior contribuição da fração areia grossa, em comparação com os materiais constituintes dos solos das bacias de inundação, onde prevalecem as texturas mais finas. De modo semelhante, as barras de meandro também possuem sedimentos grosseiros, o que confere boas condições de drenagem. Nas porções mais baixas das bacias de inundação o lençol freático ocorre superficialmente ou até mesmo acima da superfície do solo (PAULA SOUZA, 1990). A deposição do material, que obedece à diminuição da velocidade das águas, durante os períodos de cheias,

ocorre com a fração mais grosseira sendo depositada imediatamente às margens do canal (diques marginais) e a fração mais fina penetrando a planície de inundação (RUHE, 1975; SUGUIO e BIGARELLA, 1979; AB'SABER, 2000). A taxa de acúmulo depende do tamanho e quantidade do sedimento, além da frequência e intensidade do alagamento, gerando mapas texturais complexos na planície (GERRARD, 1992).

Nas planícies do Estado do Paraná existe uma grande diversidade de solos, principalmente em função da sua posição na paisagem fluvial, fruto da hidrodinâmica fluvial e das distintas litotípias.

Em paisagens de encosta, de modo geral, as litotípias ou unidades estratigráficas definem a granulometria dos constituintes minerais formadores do solo (OLIVEIRA, 2001). Contudo, em planícies isso não se faz diretamente, havendo uma diluição de seus efeitos por conta dos processos deposicionais/erosionais predominantes (GERRARD, 1992). Os solos aluviais exibem características reliquiais dos sedimentos transportados e depositados, ou em casos de evolução pedogenética, desenvolvem horizontes, assumindo novas características específicas, dependendo das taxas de acumulação em relação às taxas de formação do solo (GERRARD, 1992). Quando o material de origem é orgânico de natureza vegetal, podem ser formados camadas, horizontes ou solos, em variados estágios de decomposição (EMBRAPA, 1999).

Dependendo do estado de evolução pedogenético, podem ocorrer mudanças na sua estrutura, característica considerada importante na sua funcionalidade, inclusive nas características hídricas de cada classe de solo. A capacidade de armazenar e transmitir líquidos está diretamente relacionada à geometria do sistema poroso (OLIVEIRA, 2001), o qual, por sua vez, relaciona-se à textura e à estrutura (REICHARDT e TIMM, 2004).

A retenção de umidade pelo solo é determinada pelo volume de espaços vazios existentes entre as partículas individuais – argila, silte e areia, entre as partículas individuais e os agregados, e dentro desses agregados. Os agregados dos solos representam a aglutinação das partículas por substâncias, como a matéria orgânica e a própria argila, assumindo diversos tamanhos e formatos, determinando a estrutura do solo (OLIVEIRA, 2001; LEPSCH, 2002). Segundo OLIVEIRA (2001), o volume vazio constitui a porosidade dos solos, que varia principalmente, em função da quantidade, diâmetro, forma e tortuosidade dos poros. De modo geral, pode-se

afirmar que poros grandes e médios são importantes, respectivamente, na aeração e infiltração da água e os pequenos no armazenamento da água; quanto maior o diâmetro dos poros, maior a permeabilidade. Solos arenosos que contêm grande quantidade de poros médios e grandes possuem excelente permeabilidade, enquanto os argilosos, em geral, baixa permeabilidade. A baixa permeabilidade de um solo também pode ser determinada por um atributo e/ou horizonte de impedimento que pode estar em diversas profundidades do perfil. A dimensão dos poros também tem importância na ascensão capilar, que é inversamente proporcional ao diâmetro do poro; em solos de textura argilosa, a ascensão é lenta, mas atinge alturas bem maiores quando comparadas com solos arenosos (OLIVEIRA, 2001).

As classes de drenagem, registradas em EMBRAPA (1999), referem-se à quantidade e rapidez com que água recebida pelo solo escoar por infiltração e escoamento, afetando a duração do período em que permanece úmido ou encharcado. Conforme a citação, nas classes excessivamente, fortemente e acentuadamente drenadas, o solo é muito poroso e a água é rapidamente removida do solo; nos solos bem drenados a água é facilmente removida, porém não rapidamente. OLIVEIRA (2001) cita como exemplo os Cambissolos de planícies aluviais que podem pertencer à classe moderadamente drenados quando seu perfil permanece molhado por uma pequena, porém significativa parte do tempo, com o lençol freático imediatamente abaixo do *solum*, afetando a parte inferior do horizonte B, onde aparecem alguns mosqueados. A classe imperfeitamente drenada é formada por solos onde a água é removida lentamente, determinando sua permanência durante período significativo, mas não durante a maior parte do ano (EMBRAPA, 1999; OLIVEIRA, 2001). Nesse caso, podem apresentar lençol freático alto ou camada de permeabilidade lenta, condicionando mosqueados de redução ou alguma gleização no perfil (OLIVEIRA, 2001). Quando o solo permanece molhado durante grande parte do ano pela presença de lençol freático, são considerados mal drenados e apresentam freqüentes mosqueados, características de gleização. Finalmente, solos com gleização e comumente com horizontes hísticos são os muito mal drenados, onde o lençol permanece na superfície durante a maior parte do ano, como em Organossolos e Gleissolos (EMBRAPA, 1999; OLIVEIRA, 2001).

Para estabelecer uma relação mais direta com a cobertura vegetal, CURCIO (2006) estabeleceu três profundidades de controles para identificação dos processos de redução. Assim, solos hidromórficos são aqueles onde, devido à saturação hídrica constantemente próxima da superfície, evidencia-se a presença de feições morfológicas de redução (mosqueados e cores desbotadas) dentro de 50 cm de profundidade; semi-hidromórficos dentro de uma seção de 50 a 100 cm e os não hidromórficos são aqueles cujas evidências citadas estão abaixo de 100 cm.

A identificação das classes de solos, seus atributos e suas conseqüências na determinação de características ambientais são fundamentais no estudo da vegetação. Deste modo, serão citados trabalhos essencialmente pedológicos e outros de cunho fitossociológico realizados na planície do Iguaçu.

PAULA SOUZA (1990) cita Cambissolos Gleicos e Solos Aluviais (Neossolos Flúvicos) sobre diques marginais, Solos Orgânicos (Organossolos) nas partes mais baixas das bacias de inundação e Gleis Húmicos (Gleissolos Melânicos) e Cambissolos Gleicos nas partes mais altas desta mesma feição. Em barras de meandro, foram identificados Solos Aluviais (Neossolos Flúvicos) e Glei Pouco Húmico (Gleissolos Háplicos).

RAUEN *et al.* (1994) identificaram Solos Orgânicos (Organossolos) nas partes mais baixas das planícies, em cotas altimétricas muito próximas às dos rios; Glei Turfoso e Glei Húmico (Gleissolos Melânicos) e Glei Pouco Húmico (Gleissolos Háplicos) em porções um pouco mais elevadas em relação às feições anteriores; Solos Aluviais (Neossolos Flúvicos) derivados de sedimentos depositados às margens dos rios e Cambissolos Gleicos, ocupando pequenas ondulações.

Finalmente, PASDIORA (2003) compartimentou a área para estudo da vegetação baseando-se na ocorrência de Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos, obtendo resultados que justificam a segmentação do ambiente fluvial.

No rio Pequeno, afluente do rio Iguaçu, BUFREM (1997) registrou Glei Pouco Húmico (Gleissolos Háplicos) situados mais próximos ao rio, em porções mais elevadas e Gleis Húmicos (Gleissolos Melânicos) em áreas mais interiorizadas da planície, com lençol mais superficial e cotas altimétricas mais baixas.

BARDDAL (2002), no rio Barigüi, também afluente do Iguaçu no Primeiro Planalto, estudou a vegetação em parcelas instaladas sobre Gleissolos Melânicos

em áreas de maior saturação hídrica e Gleissolos Háplicos, em solos menos saturados hidricamente.

Dentre as classes de solos citadas, os Neossolos Flúvicos, registrados em barras de meandro, como em diques marginais, são facilmente relacionáveis aos ambientes fluviais, como denota sua etimologia. Estes solos são pouco desenvolvidos, originados de sedimentos recentemente depositados pelos rios durante as enchentes (EMBRAPA, 1999). São constituídos por material mineral ou orgânico pouco espesso, com horizonte A assentado diretamente sobre o C, formado por camadas estratificadas e sem relação pedogenética entre as mesmas (EMBRAPA, 1999; LEPSCH, 2002). O horizonte A é muito variável, assim como são as camadas mais profundas, que estão sob a influência dos processos formadores de solo há um maior ou menor período de tempo (JACOMINE, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 1992; RAUEN *et al.* 1994). Segundo os autores, são bem à imperfeitamente drenados, de ocorrência em relevos ondulados a planos.

Os Gleissolos, caracteristicamente hidromórficos, podem ser de mal a muito mal drenados (JACOMINE, 2000; OLIVEIRA, 2001), com horizonte glei formado em meio anaeróbico devido ao excesso de água, que pode ser provocado por influência do lençol freático ou acúmulo em superfícies abaciadas ou depressões em solos pouco permeáveis. Esse horizonte é caracterizado por redução e solubilização do ferro e a prevalência do estado reduzido, no todo ou em parte, devido à influência do excesso de água, durante algum período ou o ano todo e a presença de matéria orgânica. É evidenciado pelas cores neutras, com ou sem mosqueados, desenvolvendo-se quando o solo se mantém em condições de umidade excessiva por período suficientemente prolongado, sem renovação da água, de modo que a atividade microbiana possa reduzir significativamente a taxa de oxigênio livre nela dissolvido. O ferro, muito abundante no solo e por isso, grande reserva de receptores de elétrons nas reações de oxi-redução, passa de Fe^{+3} para Fe^{+2} , adquirindo grande mobilidade, sendo removido e causando a despigmentação do solo (OLIVEIRA, 2001). Os mosqueados, que aparecem na forma de manchas “cor-de-ferrugem”, indicam a reoxidação do ferro, indicando locais com melhores condições à aeração (EMBRAPA, 1999; LEPSCH, 2002). São solos com variação na seqüência textural ao longo do perfil que, por sua vez, deve ser identificada, pois é sempre a camada menos permeável que comanda o processo de percolação da

água através do solo, sendo comum encontrar-se uma relação inversa entre o teor de argila e a permeabilidade (OLIVEIRA *et al.*, 1992; EMBRAPA, 1999). Se o horizonte glei ocorrer abaixo de 50 cm de profundidade, o solo é considerado gleico. De modo geral, considerando concomitantemente as espessuras do horizonte superficial e os teores de matéria orgânica, pode-se afirmar que quando o solo acumular grande quantidade de matéria orgânica no horizonte superficial tenderá a Gleissolo Melânico e, quando a coloração deste horizonte superficial for mais clara, indicando menor acúmulo de matéria orgânica, tenderá a Gleissolo Háplico (OLIVEIRA *et al.*, 1992; EMBRAPA, 1999).

Cambissolos variam muito quanto às suas características de um local para outro (EMBRAPA, 1999; OLIVEIRA, 2001), sobretudo em ambientes de planície onde os processos de erosão/transporte/sedimentação são muito intensos (CHRISTOFOLETTI, 1981). Segundo RAUEN *et al.*, (1994) a classe dos Cambissolos do rio Iguaçu compreende solos minerais bem drenados, medianamente profundos, constituídos por um horizonte mineral superficial sobre horizonte B câmbico (incipiente). Cambissolos Gleicos representam uma variação dessa classe, apresentando evidências morfológicas de redução a profundidades que se situam entre 50 e 100 cm.

Organossolos são hidromórficos, constituídos por material orgânico proveniente de acumulação de restos vegetais, em diferentes graus de decomposição, em ambientes mal a muito mal drenados, e elevados teores de carbono orgânico (EMBRAPA, 1999). O retardamento na decomposição acontece pelas condições anaeróbicas estabelecidas pelo excesso de água, formando um horizonte H hístico. Na planície, ocorrem em áreas mais baixas ou depressões, como as bacias de inundação (EMBRAPA, 1999). Quanto menor o grau de decomposição do material orgânico, mais água é armazenada no solo, pois predominam os macroporos; por outro lado, quanto mais decomposta a matéria orgânica se encontra, maior a força de retenção de água (JACOMINE, 2000; OLIVEIRA, 2001). Segundo os autores, uma das importantes características dos Organossolos é a sua redução de volume, ou subsidência, em conseqüência da perda de água, quando drenados. Isto ocorre devido à redução da profundidade do lençol freático, que possibilita a oxidação da matéria orgânica por bactérias aeróbicas que, na presença de oxigênio, a convertem em dióxido de carbono

(JACOMINE, 2000; OLIVEIRA, 2001). De acordo com os autores, a subsidência se dá em duas etapas, iniciando com a perda da resistência hidrodinâmica provida pela água e, simultaneamente, a oxidação que pode perdurar por décadas após a primeira fase ter cessado. Em termos ecológicos, a drenagem destes solos representa a alteração da capacidade de retenção de água pela planície, influenciado nas descargas líquidas em períodos de chuva, além de provocar a perda de carbono para a atmosfera pela oxidação da matéria orgânica.

Além da participação dos solos na drenagem da água das chuvas, processo influenciado pela geomorfologia da área, deve-se considerar o regime hídrico das planícies condicionado por inundações e enchentes. LIMA (2000) define inundação como aquela que ocorre quando o fluxo de um rio ultrapassa os limites de seu leito normal, avançando sobre a planície. As enchentes, por sua vez, seriam caracterizadas quando o rio apenas ultrapassa a sua vazão média, podendo existir situações em que a vazão do rio está em enchente, mas não existe inundação. FRANÇA (1993) obteve um total de 34 inundações em um período de 100 anos, registradas na região dos municípios de União da Vitória (PR) e de Porto União (SC). Estes dados indicam que, grosso modo, a cada três anos houve uma grande inundação nas planícies desta região, com durações não determinadas, mas influenciando diferentemente a vegetação ali instalada, dependendo da feição geomórfica e dos solos.

Levando-se em conta a interação existente entre o regime hídrico, os atributos pedogenéticos e as características das feições geomórficas predominantes, além do clima da região, quando existe uma planície desenvolvida em associação com um curso de água, a vegetação destes ambientes responde com diferenças em estrutura e composição, adaptando-se às condições impostas pelo meio (BUFREM, 1997; JACOMINE, 2000; SOUZA, 2001; BARDDAL, 2002; PASDIORA, 2003;).

2.4 CLIMA

O Estado do Paraná localiza-se em uma região de transição climática, o que acarreta em uma acentuada variabilidade temporal e inconstância dos elementos climáticos (IAPAR, 1994).

Devido à extensão do rio Iguaçu e a ampla distribuição dos compartimentos estudados, serão abordados dois tipos climáticos, baseados na classificação de Köppen, existentes na região: Cfa e Cfb.

O tipo climático Cfb, onde estão inseridas todas as áreas estudadas do primeiro e do Segundo Planalto paranaense, caracteriza-se por um clima temperado, com temperatura média do mês mais frio abaixo de 18°C, com verões frescos, temperatura média do mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida (IAPAR, 1994).

O tipo Cfa, que domina no Parque Nacional do Iguaçu, onde estão localizadas as duas outras áreas de estudo, é considerado subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes e geadas pouco freqüentes. Nestas regiões existe uma tendência de concentração das chuvas no verão, contudo sem estação seca definida (IAPAR, 1994).

Um dos importantes elementos que devem ser considerados nos estudos com vegetação epifítica é a disponibilidade hídrica, que pode ser analisada através da precipitação média anual, a uniformidade da distribuição da precipitação ao longo do ano, a quantidade de névoa ou neblina que atinge a vegetação e a umidade relativa do ar (DISLICH e MANTOVANI, 1998).

A precipitação, definida também pela deposição proveniente da névoa, neblina e orvalho, além das chuvas, é comumente representada pela média anual. Curitiba possui 1.443 mm/ano, União da Vitória, 1.460 mm/ano e Foz do Iguaçu, 1.798 mm/ano (SIMEPAR, 2006).

Segundo as cartas climáticas (IAPAR, 1994), as áreas do primeiro e Segundo Planaltos têm umidade entre 80-85%, enquanto a região do Parque está inserida na zona com 70-75%, calculadas a partir de séries de 15 anos.

A neblina, registrada no vale do rio Iguaçu nos meses de inverno, é citada por MAACK (2002), que descreve faixas brancas e luminosas que se estendem sobre a paisagem escura das matas. Além de ser uma proteção da vegetação às geadas (MAACK, 2002), a neblina representa uma fonte de água para a vegetação quando se condensa sobre sua superfície.

2.5 VEGETAÇÃO

O Estado do Paraná detém em seu território a grande maioria das unidades fitogeográficas que ocorrem no país. Dentre as grandes unidades, a Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, as Estepes Gramíneo-Lenhosas e as Formações Pioneiras com Influência Flúvio-Lacustre (VELOSO *et al.*, 1991) são aquelas que existem e interagem com o rio Iguaçu.

Infelizmente, também no Estado do Paraná, assim como no restante do país, os ambientes com vegetação original foram intensamente degradados e a vegetação remanescente ou sobrevive nas poucas unidades de conservação do Estado ou recupera-se como vegetação secundária, na forma de algum estágio sucessional.

O grupo de cabeceiras que forma o rio Iguaçu está configurado em uma região de vegetação de ecótono, onde se encontra a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Mista do Primeiro Planalto paranaense. A última se estende para oeste, com um enclave de Estepe coincidente à cidade de Curitiba. A região onde o presente trabalho teve início, no entanto, está localizada à jusante do rio, onde a Floresta Ombrófila Mista predomina.

A Floresta Ombrófila Mista, ou Floresta com Araucária, possui uma mistura de floras tropical e temperada, com fisionomia fortemente marcada pela presença de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) cuja copa e folhagem, além da posição sociológica, agem como facilitadoras para reconhecimento da formação (LEITE e KLEIN, 1990; RODERJAN, 1994; LEITE, 2002). A unidade fitoecológica Floresta Ombrófila Mista é formação florestal típica e exclusiva dos planaltos da região sul do Brasil, com disjunções na região Sudeste e em países vizinhos (Argentina e Paraguai) (RODERJAN *et al.*, 2002). No Paraná, esta formação florestal estende-se desde a encosta oeste da Serra do Mar, interrompida por formações de campo até o oeste do Estado, entrando pela Argentina (RODERJAN *et al.*, 2002).

VELOSO *et al.* (1991) segmentaram a Floresta Ombrófila Mista (FOM) segundo as altimetrias, estabelecendo subformações. No Estado do Paraná são encontradas a Floresta Ombrófila Mista Montana (entre 500 e 1.000m s.n.m.), Altomontana (acima de 1.000m s.n.m.) e Aluvial (nas planícies fluviais ou “terrenos aluviais”). Nas subformações montana e altomontana da FOM, antes da intensa degradação, *Araucaria angustifolia*, como um estrato dominante e contínuo, ocorria associada com espécies como *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex. Eichler

(Podocarpaceae), *Ilex paraguariensis* St.-Hil. (Aquifoliaceae) e *Ocotea porosa* (Nees e Mart.) Barroso (Lauraceae), entre outras (RODERJAN *et al.*, 2002).

A Floresta Ombrófila Mista Aluvial ocupa as planícies fluviais ou sedimentares, distribuídas em diferentes altitudes, não raro fazendo limite às Formações Pioneiras com Influência Flúvio-lacustre. O grau de desenvolvimento dessas comunidades é variável, dependendo do grau de hidromorfia dos solos. *Sebastiania comersoniana* (B.) L. B. Smith e Downs (Euphorbiaceae) é a espécie mais característica em comunidades simplificadas, imprimindo à vegetação cor verde-acinzentada no outono, verde-clara na primavera e verde-escura durante o resto do ano.

Nas mais complexas, tem participação *A. angustifolia*, *Luehea divaricata* Mart. (Tiliaceae), *Blepharocalix salicifolius* (Kunth) O. Berg (Myrtaceae) no dossel e, nos estratos inferiores, *Myrciaria tenella* (DC.) O. Berg., *Myrceugenia euosma* (O. Berg.) D. Legrand, *Calyptranthes concinna* DC. (Myrtaceae) e *Daphnopsis racemosa* Griseb (Thymelaeaceae) (KLEIN e HATSCHBACH, 1962; VELOSO *et al.*, 1991; BARDDAL, 2002; RODERJAN *et al.*, 2002).

Ao longo do curso do rio Iguaçu, mais um enclave de Estepe Gramíneo-Lenhosa (VELOSO *et al.*, 1991) existe sobre a Formação Furnas, nos municípios de Porto Amazonas, Balsa Nova e Lapa. Ressalta-se que LEITE (2002) considera a porção incidida pelo rio ainda como de contato da Floresta Ombrófila Mista e estepes, existindo a Estepe na sua expressão plena, apenas em uma mancha mais ao norte. Constituída predominantemente por gramíneas, a unidade é entremeada por dois importantes elementos associados à água: a vegetação da beira dos rios (florestas de galeria) e a vegetação que cresce sobre os campos, formando capões arredondados de dimensões variáveis, onde *A. angustifolia* se sobressai e ocorre associada com espécies companheiras, caracterizando intrusões da Floresta Ombrófila Mista (LEITE, 2002; RODERJAN *et al.*, 2002).

A despeito deste enclave, a vegetação da planície do rio Iguaçu no Segundo Planalto encontra-se sob pleno domínio da Floresta Ombrófila Mista. Em vários trechos ocorrem as várzeas, também denominadas Formações Pioneiras com Influência Flúvio-lacustre (RODERJAN *et al.*, 2002). Essas formações estão inseridas no Complexo Vegetacional Edáfico de Primeira Ocupação (VELOSO *et al.*, 1991), pois a vegetação se instala em áreas pedologicamente instáveis com

freqüentes deposições sedimentares, e caracteriza-se por estar em constante sucessão. A flora mostra-se pouco diversificada, bastante específica e adaptada ou com significativa tolerância às condições de instabilidade natural dos parâmetros ambientais (LEITE e KLEIN, 1990). Essa vegetação corresponde às formações herbáceas dos abaciados úmidos das planícies fluviais, composta principalmente por espécies de Cyperaceae nos locais permanentemente inundados, e arbóreas representadas principalmente por *Erithryna crista-galli* L. (Fabaceae) e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae), além de outras espécies, mas essas em locais melhor drenados (LEITE e KLEIN, 1990; RODERJAN *et al.*, 2002).

Quando o rio alcança o Terceiro Planalto paranaense, a Floresta Ombrófila Mista começa a sofrer influência de elementos de Floresta Estacional Semidecidual que migram, a partir da região oeste, através dos vales, em direção leste. No último ponto de amostragem deste trabalho, no Parque Nacional do Iguaçu, esta unidade fitogeográfica é encontrada em seu pleno desenvolvimento nas margens do rio. Esta unidade é fortemente influenciada pelo período de baixas temperaturas, associado à possibilidade de períodos de baixa precipitação pluviométrica, desenvolvendo formações vegetais com características de semidecidualidade, pois 20 a 50% dos indivíduos arbóreos (e não das espécies), principalmente de dossel, perdem as folhas na estação desfavorável, modificando bastante a fisionomia do conjunto florestal (LEITE e KLEIN, 1990; LEITE, 2002; RODERJAN *et al.*, 2002).

Entre as subformações definidas por VELOSO *et al.* (1991), no Paraná ocorrem principalmente a Floresta Estacional Semidecidual Submontana e Aluvial, entre 600 e 200m de altitude, com florística mais empobrecida em relação às formações ombrófilas. A Floresta Estacional Semidecidual Aluvial do Parque Nacional do Iguaçu, como único importante fragmento remanescente na porção do rio que cruza o Terceiro Planalto, teve parte das suas florestas intensamente exploradas por atividades madeireiras em épocas anteriores à criação do Parque. É citada *Luehea divaricata* (açoita-cavalo) como a espécie mais comum entre os indivíduos arbóreos da margem d'água, ocorrendo também *Sebastiania commersoniana* (branquilho), além de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. (Fabaceae), *Inga marginata* (Willd.) (Fabaceae), *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. (Apocynaceae), *Calliandra foliolosa* Benth. (Fabaceae), *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae), *Cecropia pachystachya* (Trécul) (Cecropiaceae), *Campomanesia*

xanthocarpa O. Berg (Myrtaceae), *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Mimosaceae) e *Patagonula americana* L. (Boraginaceae) No sub-bosque são comuns *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg. (Euphorbiaceae), *Trichilia* spp. (Meliaceae), *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae), e eventuais exemplares de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae), além de *Cordyline dracaenoides* Kunth (Liliaceae). É destacada a constante presença de *Guadua chacoensis* (Rojas) Londoño e P. M. Peterson (Poaceae), crescendo nas margens em alta densidade, o que pode ser relacionado ao depauperamento da floresta (IBAMA, 1999; RODERJAN *et al.*, 2002).

2.6 FLORESTAS FLUVIAIS

A vegetação fluvial é caracterizada pela heterogeneidade fisionômica, florística e estrutural, sendo influenciada pelo clima, topografia e pela unidade fitogeográfica em que está inserida (LIMA e ZAKIA, 2000). Segundo MARTINS (2001), os regimes de cheias dos rios e de oscilação do lençol freático exercem influência sobre o nível de hidromorfia dos solos e esse, sobre a vegetação.

Para designar as florestas que compõem essa vegetação que margeia cursos de água, vários são os termos encontrados na literatura: matas ciliares, florestas ripárias, matas ou florestas de galeria, florestas beiradeiras, florestas ripícolas, florestas ribeirinhas, floresta beira-rio, floresta marginal, floresta de brejo, floresta aluvial, floresta de condensação, mata de fecho ou de anteparo.

Diante da ampla ocorrência deste hábitat, da heterogeneidade de termos regionais, da complexidade do ambiente que suporta inúmeras interações ecológicas, é fundamental seu entendimento como um ecossistema. LIMA (1989) define que o conjunto de área, floresta e outras vegetações associadas, além das interações com o meio, poderiam ser chamados de ecossistema florestal. CATHARINO (1989) sugere que se use a expressão “ecossistema ribeirinho”, deixando a designação floresta fluvial para a formação vegetal florestal, e não para os outros tipos de vegetação. Neste trabalho será adotado o termo fluvial para caracterizar a vegetação presente na planície, seja em uma condição de floresta ou na forma de indivíduos arbóreos isolados, crescendo exatamente na beira do curso de água ou mais interiorizados no plano aluvial, associados com os fatores físicos do ambiente.

As nascentes, áreas concavadas pertencentes à encosta, são os limites de montante dos ecossistemas fluviais (LIMA e ZAKIA, 2000). Nestas áreas, a floresta tem a função de dissipar a energia do escoamento superficial, que causa erosão e arraste de nutrientes/sedimentos para os cursos de água, como também aumentar a condutividade hidráulica da superfície do solo, além de desempenhar um papel de filtragem superficial e subsuperficial dos fluxos de água para os canais (LIMA, 1989; REICHARDT, 1989; BARBOSA, 1999). Nas áreas de nascentes, assim como em todas as encostas, a proteção dos mananciais e dos ecossistemas associados, é profundamente dependente da manutenção das florestas, associada sempre aos plantios em nível e à construção de terraços ou outras práticas de conservação dos solos (DELITTI, 1989; BARBOSA, 1999). Quando consideramos sua função de tamponamento entre as drenagens e as áreas cultivadas, destaca-se a retenção de uma grande quantidade de sedimentos, nutrientes (N e P) e produtos tóxicos: cerca de 80% do fósforo e 89% do nitrogênio proveniente do escoamento superficial das áreas adjacentes (DAVIDE e BOTELHO, 1999).

Nas planícies, as florestas fluviais permitem a estabilização do solo, às margens dos rios, através da malha de raízes que dá estabilidade aos barrancos (LIMA, 1989; DAVIDE e BOTELHO, 1999). Segundo os autores, a serapilheira florestal atua como uma esponja, retendo e absorvendo o escoamento superficial, auxiliando na infiltração e na retenção de partículas de solo que são arrastadas pelas enxurradas.

Dentro do ecossistema fluvial existe uma heterogeneidade determinada principalmente pela variabilidade espacial da topografia, ou seja, a estrutura geomorfológica servindo como plataforma, onde ocorrem processos químicos, físicos e biológicos, pela permeabilidade diferenciada dos sedimentos e pela frequência de perturbações. Essa heterogeneidade favorece a diversidade biológica que requer diversificação de habitats e espaços úteis para as distintas fases de desenvolvimento das espécies que compõem a comunidade (TÁNAGO e JALÓN, 1998). Para um grande número de espécies de aves e pequenos animais, por exemplo, as florestas fluviais proporcionam água, alimentos e moradia, além de funcionar como corredores de migração (LIMA, 1989; BARBOSA, 1999; DAVIDE e BOTELHO, 1999; BARRELLA *et al.*, 2000).

Quando consideradas a composição florística e a estrutura da vegetação existente nos ambientes fluviais, a literatura é enfática na importância da geomorfologia e da água, através da variação do nível do lençol freático, assim como das inundações.

TÁNAGO e JALÓN (1998) e RODRIGUES e SHEPHERD (2000) afirmam que os fatores hidrológicos do rio e sua planície, relacionados ao nível elevado do freático (umidade edáfica permanente), oscilações do nível de água e periódicas inundações, processos erosivos e de sedimentação, entre outros, estabelecem uma relação estreita entre a riqueza florística e a estrutura da vegetação, formando um mosaico hídrico e vegetacional. Na vegetação também pode se reconhecer a influência do clima, relevo e características do solo (TÁNAGO e JALÓN, 1998; RODRIGUES e SHEPHERD, 2000). RODRIGUES e NAVE (2000) afirmam que essa complexidade de fatores que influenciam as formações fluviais determina uma elevada riqueza florística, resultante direta da heterogeneidade ambiental existente.

CATHARINO (1989) concorda que a grande diversidade na configuração geomorfológica dos locais onde se desenvolve qualquer forma de vegetação fluvial influencia diretamente a sua fisionomia e composição florística. MANTOVANI (1989), a partir de uma extensa literatura, reúne informações que convergem para o consenso de que a influência dos cursos de água é dinâmica quanto à frequência e intensidade, no tempo, e dependente de características geológicas, geomorfológicas, climáticas, edáficas, hidrológicas e hidrográficas, locais e regionais. De forma mais direta, cita que o teor de água no solo é o maior condicionante da vegetação, pois se relaciona com o regime pluviométrico, com a topografia local, incluindo desníveis das margens, com os padrões de leito e os tipos de solos, além das frequências, intensidades e durações das inundações.

MARTINS (2001), utilizando a topografia como um elemento de influência na umidade do solo e conseqüentemente na vegetação, sugere que sejam identificadas as áreas inundadas periodicamente pelo regime de cheias dos rios e a duração do período. Deste modo, cria as áreas permanentemente encharcadas, com encharcamento temporário e as bem drenadas, livres de inundação. Dependendo da altura do barranco, na margem do curso de água, a vegetação pode não sofrer influência do regime de cheias ou da flutuação do lençol freático, para onde

RODRIGUES (1989) relata o aparecimento de espécies típicas da vegetação de planalto.

Vários trabalhos já estudaram a florística e a estrutura das florestas fluviais no estado do Paraná. SVOLENSKI (2000) avaliou as variações florísticas e estruturais em três superfícies de agradação do rio Guaraguaçu, na Floresta Ombrófila Densa do litoral do Estado. Em sete áreas da bacia do rio Tibagi procederam-se levantamentos florísticos e fitossociológicos, utilizando o método de parcelas em faixas paralelas a partir da margem do rio (DIAS *et al.*, 2002). Sobre a Formação Furnas, pode-se citar a dissertação de OLIVEIRA (2001), em vegetação arbórea inserida na unidade fitogeográfica Estepe, do rio Quebra-Perna, município de Ponta Grossa, e SOUZA (2001), que analisou a composição florística e a estrutura do estrato arbóreo-arbustivo de uma floresta fluvial no município de Jaguariaíva, sob o domínio da Floresta Ombrófila Mista. Na Floresta Nacional de Irati, GALVÃO *et al.*, (1989) caracterizaram sete associações vegetacionais, incluindo as formações florestais das margens dos rios Imbituva e Anta.

Na bacia hidrográfica do rio Iguaçu serão citados os trabalhos desenvolvidos na floresta fluvial conforme a região natural em que foram realizados. No Primeiro Planalto, BUFREM (1997) caracterizou fitossociologicamente o componente arbóreo de um trecho da floresta às margens do rio Pequeno. As florestas da área de influência do reservatório do rio Iraí foram estudadas por ZILLER (1995), que encontrou diferentes associações vegetacionais em áreas com inundações mais ou menos pronunciadas, dependendo da posição na paisagem. BARDDAL *et al.* (2003) apresentaram a fitossociologia do rio Iraizinho, tributário do Iraí e, em 2002, BARDDAL estudou a florística e a fitossociologia de um trecho da floresta associada ao rio Barigüi. As florestas estudadas no rio Pequeno, no rio Iraí, rio Barigüi e rio Iraizinho estão todas sob o domínio da Floresta Ombrófila Mista, como também está a floresta do rio Iguaçu estudada por PASDIORA (2003), que fez um levantamento florístico e fitossociológico em dois compartimentos pedológicos da planície.

No Segundo Planalto, SILVA *et al.*, (1997) fizeram levantamento florístico de uma área na margem do Iguaçu, estabelecendo três ambientes: floresta ripícola, campos de inundação e as lagoas.

No Terceiro Planalto, RODERJAN *et al.* (2003) realizaram diagnóstico da cobertura vegetal, sob a influência da Floresta Ombrófila Mista (que ali ocorre devido

às altas cotas altimétricas), da área proposta para a construção da PCH São Jerônimo, no rio homônimo, onde existem estreitas planícies fluviais com forte comando estrutural. ISERNHAGEN (1999), neste mesmo planalto, caracteriza fisionômica e floristicamente os tipos vegetacionais existentes na área de influência da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, muito próxima ao Parque Nacional do Iguaçu. Nos relatórios das Usinas Hidrelétricas Segredo (SPVS, 1987) e Foz do Areia (MDK e CENCO, 1987) é apresentada uma lista florística com arbóreas e poucas epífitas, além de breve descrição da vegetação.

O Parque Nacional do Iguaçu (IBAMA, 1999) que, por sua continuidade, pode ser considerado o único fragmento remanescente de floresta preservada do oeste do Paraná, possui um Plano de Manejo, onde a vegetação também é caracterizada. Entre outras, a subformação aluvial da Floresta Estacional Semidecidual foi identificada ao longo dos rios com influência direta de inundações periódicas, inclusive na porção sul do parque por onde corre o rio Iguaçu.

Destaca-se que, dentre os trabalhos realizados em florestas fluviais no Estado, apenas alguns dão a devida importância às variações na geologia, geomorfologia e solos existentes no ambiente fluvial, compartimentalizando-o antes de estudar as formações florestais, para então analisar os resultados obtidos (BUFREM, 1997; SVOLENSKI, 2000; OLIVEIRA, 2001; SOUZA, 2001; RODERJAN *et al.*, 2003). Destes, o menor número aborda o componente epifítico como parte significativa da florística e do ecossistema florestal. Quando o fazem, citam-no apenas através de listas de espécies identificadas, sem relacioná-las às características do ambiente em que se encontram.

2.7 EPIFITISMO EM BROMELIACEAE

Epífitas podem ser os primeiros indicadores bióticos de mudanças atmosféricas globais (LUGO e SCATENA, 1992) e, devido ao seu pequeno tamanho, alto grau de endemismo e freqüente especificidade de microhabitats, são mais vulneráveis ao distúrbio antrópico do que as plantas terrestres (NADKARNI *et al.*, 2001). Bromélias epifíticas têm sido consideradas boas indicadoras das condições climáticas por causa da sua completa independência do substrato em termos de água e nutrição mineral (GILMARTIN, 1973). GENTRY e DODSON (1987a) e BENZING (1990) afirmam que, na sua distribuição pelo planeta, existe uma forte

assimetria na diminuição das espécies de epífitas com o aumento da latitude nos dois lados do equador, estendendo-se a diversidade mais para o hemisfério sul, provavelmente, devido ao clima méxico e fortemente influenciado pelo oceano.

Aproximadamente dez por cento de todas as plantas vasculares possuem hábito epifítico, distribuídas em 83 famílias botânicas que, na maioria, apresentam o epifitismo como exceção e não como regra, onde Bromeliaceae, juntamente com Araceae e Orchidaceae, perfazem a maioria das plantas epifíticas nos neotrópicos (GENTRY e DODSON, 1987a).

Bromeliaceae ocorre em praticamente todos os ecossistemas compreendidos entre a Virginia, no sul dos Estados Unidos (latitude 37° N), e a região da Patagônia (Chile e Argentina, latitude 44° S) (SMITH e DOWNS, 1974; REITZ, 1983). No Brasil, ARAGÃO (1967) separa o país em duas zonas distintas de circulação atmosférica e propõe, em consequência, a ocorrência de dois grupos para a família, da cidade de Ilhéus (BA) para o norte e de Ilhéus para o sul. No estado de Santa Catarina, as bromeliáceas diminuem drasticamente de leste para oeste, o que REITZ (1983) atribui ao fator temperatura. No sentido norte-sul, a diminuição é relacionada pelo autor aos fatores temperatura e pluviosidade, determinando que muitas espécies encontrem naquele Estado o limite sul de sua dispersão pelo país. Também a diminuição das chuvas e das temperaturas é atribuída a redução na diversidade de epífitas na planície costeira, sentido norte-sul, do Rio Grande do Sul (WAECHTER, 1992). No Paraná, BOLÓS *et al.* (1991) constatou a brusca diminuição de epífitas vasculares no Terceiro Planalto paranaense.

Atualmente a família Bromeliaceae se apresenta com três subfamílias: Pitcairnioideae, Tillandsioideae e Bromelioideae, que utilizam solos, rochas e outras plantas como substrato. O hábito epifítico é registrado nas três subfamílias (SMITH e DOWNS, 1974), predominando entre as bromélias.

Assim como todas as outras epífitas, as bromélias que vivem em troncos e copas de árvores estão sujeitas às restrições impostas pelo ambiente. São consideradas holoepífitas, ou epífitas verdadeiras, pois passam a vida inteira sem contato com o solo (BENZING, 1990). Suas raízes funcionam primariamente como fixadoras da planta ao substrato, perdendo a função usual de absorção de água e nutrientes (LEME e MARIGO, 1993). Deste modo, as bromélias epifíticas que desenvolveram estratégias específicas, como escamas e os tanques ou cisternas,

se adaptaram ao suprimento irregular de água e de nutrientes, e aos extremos de temperatura e luminosidade.

Escama foliares, também denominadas tricomas, são estruturas formadas por um escudo paralelo à superfície foliar, que atua na captação das substâncias do ambiente, e uma coluna de células vivas que transporta a água e os nutrientes captados pelo escudo para o interior da folha. As bromélias com folhas densamente cobertas por tricomas sobrevivem dos sais dissolvidos nas nuvens, água que escorreu pela árvore, chuva, pó ou aerossóis (BENZING, 1976). Os tricomas, quando localizados muito próximos uns dos outros, podendo ocorrer sobreposição, ajudam a prevenir a evaporação de água da superfície da folha, garantem maior reflectância e a rápida capacidade de reidratação, além de imprimir uma coloração prateada à planta (BENZING, SEEMAN e RENFROW, 1978; LEME e MARIGO, 1993; REINERT *et al.*, 2000). É importante ressaltar que a cobertura densa de tricomas sobre as folhas inibe a troca gasosa quando em contato com a umidade, e podem excluir estas espécies de áreas mais úmidas e sombreadas na copa (BENZING e RENFROW, 1971), delineando a tendência destas plantas ocorrerem em locais mais expostos das copas, quando em regiões úmidas, ou em regiões áridas (SUDGEN, 1981; LEME e MARIGO, 1993). Bromélias que investem na densa cobertura de tricomas são denominadas bromélias atmosféricas (BENZING, 1990).

Por outro lado, aproximadamente metade das espécies de Bromeliaceae produz tanques ou cisternas pela sobreposição das bases das suas folhas, ou bainhas foliares, que estão dispostas de modo espiralado e são alargadas, promovendo acúmulo de água e matéria orgânica (BENZING, 1990). A matéria decomposta por microrganismos e a água servem como principal fonte de nutrientes minerais e umidade para estas plantas, penetrando nas folhas pelos tricomas de absorção (BENZING, 1976). Estas plantas vivem normalmente em ambientes com grande umidade e, quando esta diminui, existe uma tendência das rosetas tornarem-se mais compactas e mais alongadas, diminuindo a perda de água por evaporação (BENZING, 1976; SUDGEN, 1981). Segundo ZOTZ e ANDRADE (1998), a quantidade máxima de água nas rosetas das bromélias tanque aumenta linearmente com o aumento do tamanho da planta.

Bromélias que acumulam água e matéria orgânica nas cisternas, em maior ou menor proporção, são denominadas formadoras de tanque, ou simplesmente,

bromélias tanque (BENZING, 1990). Esta categorização, que divide o grupo de bromélias em atmosféricas e tanque, é baseada nas suas estratégias nutricionais, mas naturalmente possui fases intermediárias, como aquelas plantas com cisternas rudimentares e raízes com capacidade de absorção encontradas predominantemente em ambientes terrestres (SMITH e DOWNS, 1974; BENZING, 1976; LEME e MARIGO, 1993).

Nas bromélias tanque, os tricomas têm modesto desenvolvimento, concentrando-se nas bases da face adaxial das folhas, região normalmente em contato com a água armazenada nas cisternas; nas plantas atmosféricas, os tricomas são bem desenvolvidos e sobrepostos, e estão distribuídos em todas as partes da planta, garantindo uma ampla absorção de água e nutrientes (ADAMS III e MARTIN, 1986).

A estratégia nutricional adotada pelas bromélias e ao seu hábitat epifítico, relaciona-se o seu lento crescimento. Para plantas de crescimento lento, pode-se supor que indivíduos grandes presumivelmente sejam velhos (ZOTZ, 1995; HIETZ *et al.*, 2002). Exemplificando, *Tillandsia recurvata* (L.) L. demora, no mínimo, cinco anos para frutificar pela primeira vez (BENZING, 1979), *Tillandsia circinnata* Schl. custa oito a dez anos para reproduzir (BENZING, 1981), *Tillandsia stricta* Sol. floresce aos seis anos pela primeira vez (ABENDROTH, 1967), *Tillandsia deppeana* Steud. floresce em 11 anos, *Tillandsia multicaulis* Steud. e *Tillandsia punctulata* Schl. e Cham. em 13 anos e *Tillandsia juncea* Ruiz e Pavón em 18 anos (HIETZ *et al.*, 2002).

Com base nas principais estratégias adaptativas, o padrão de distribuição para bromélias epifíticas pode variar basicamente em dois sentidos: horizontalmente, ocorrem entre diferentes regiões geográficas, tipos de florestas e forófitos (distribuição horizontal) e, verticalmente, podem variar da base até o topo da árvore (estratificação vertical) (REITZ, 1983; STEEGE e CORNELISSEN, 1989; AKINSOJI, 1990).

A umidade e temperatura são os dois principais parâmetros físicos que comandam a distribuição das bromeliáceas epifíticas em grandes paisagens e nos ambientes que as compõem. Regiões mais secas geram uma diminuição do número de espécies e de indivíduos de bromélias, assim como a existência de estações com baixa precipitação bem definidas também o fazem; a quantidade de neblina que

atinge a vegetação, além da umidade relativa do ar, também são apontadas como de grande influência na diversidade de bromélias epifíticas (GENTRY e DODSON, 1987a; DISLICH e MANTOVANI, 1998; NIEDER *et al.*, 2000; ZOTZ e HIETZ, 2001).

Para o grande grupo das epífitas, estudos comparativos entre florestas com diferentes regimes de umidade, mostram que essas podem constituir até 63% dos indivíduos e 35% das espécies amostradas em áreas úmidas, caindo para 0,2% e 2%, respectivamente, em florestas mais secas (GENTRY e DODSON, 1987a, 1987b). No Brasil, o componente epifítico também superou o componente arbóreo em uma restinga no Rio Grande do Sul (WAECHTER, 1998).

As baixas temperaturas também podem limitar o crescimento e a sobrevivência das epífitas vasculares, mas são ainda mais graves quando acompanhadas simultaneamente pelo estresse provocado pela seca (ZOTZ e HIETZ, 2001).

Em uma menor escala, quando consideradas diferentes florestas, ou até mesmo, a diversidade de forófitos de uma mesma formação florestal, vários fatores influenciam na ocorrência e distribuição das epífitas, como idade, qualidade, posição e estabilidade do substrato, acúmulo de matéria orgânica, fixação e germinação das sementes no substrato (AKINSOJI, 1990; FREIBERG, 1996; HIETZ, 1997; RUDOLPH *et al.*, 1998; BADER *et al.*, 2000). A ocorrência de clareiras na floresta, a presença de líquens e briófitas, assim como as dimensões dos forófitos e sua velocidade de crescimento também podem influenciar na diversidade e quantidade de epífitas (HIETZ e HIETZ-SEIFERT, 1995a; YEATON e GLADSTONE, 1982; NIEDER *et al.*, 2000; BONNET, 2001). JOHANSSON (1975) enumera fatores ambientais que diminuem em direção à parte externa da copa, considerando os galhos como transectos do interior para o exterior da copa: rugosidade e umidade do substrato, depósito de húmus e umidade relativa do ar; outros fatores aumentam como temperatura, intensidade lumínica e velocidade do vento.

A elucidação da estratificação vertical de bromélias recebeu importante colaboração através dos valiosos estudos realizados em Santa Catarina, na década de 50, em decorrência do problema da malária (VELOSO e KLEIN, 1957; KLEIN, 1967; REITZ, 1983). A umidade do ar assim como a incidência lumínica foram considerados determinantes na distribuição das espécies (REITZ, 1983). De acordo com este autor, genericamente, o primeiro nível na floresta é formado por raízes

tabulares, afloramentos rochosos e o solo, onde as espécies esciófilas obtêm elevada umidade e baixa incidência de fluxo de fótons. No segundo nível, as condições de umidade ainda são altas, mas a luminosidade penetra com mais intensidade, configurando as condições ambientais no intervalo de um a oito metros do solo. Nos galhos mais grossos das árvores, próximo à região de inversão morfológica, identifica-se o terceiro nível, habitado por uma série de espécies que exigem menos umidade, mas recebem luminosidade mais intensa. Finalmente, no quarto nível, as espécies com tendência xerófila ocupam a porção mais elevada da árvore, onde as intensidades lumínicas são altas e a umidade, por sua vez, é baixa. Essa ordenação pode ser modificada próximo aos rios, que proporcionam uma “clareira” e assim, maior umidade atmosférica conferida pela evaporação da água e luminosidades que alcança inclusive a base das árvores. As espécies exigentes quanto à luminosidade podem ocupar níveis mais baixos, como aquelas que necessitam maior umidade podem se estabelecer nas partes médias e altas das árvores, sem sofrer ressecamento (BENZING, 1995; LEME e MARIGO, 1993).

As bromélias epífíticas podem se nutrir de sais minerais disponíveis nas chuvas, umidade, poeira e nevoeiro, como também a matéria orgânica decomposta dentro das cisternas, dependendo da estratégia adotada. Deste modo, é coerente afirmar que as comunidades da copa formam um importante subsistema de interações na interface atmosfera-vegetação terrestre, pela sua habilidade em interceptar e reter nutrientes e poluentes atmosféricos (NADKARNI, 1984; LUGO e SCATENA, 1992).

A real disponibilidade de nutrientes no ambiente epífítico configura-se duvidosa na literatura. Segundo ZOTZ e HIETZ (2001), epífitas não são restringidas pela falta ou escassez de nutrientes, considerando a diversidade de fontes e as altas taxas P: N encontradas em solos aéreos. OLIVEIRA (2004) afirma que a serapilheira formada por bromélias apresenta maior velocidade de decomposição em relação à serapilheira da comunidade florestal como um todo, o que representa aporte significativo de nutrientes para o ambiente. NADKARNI e MATELSON (1991), em oposição, citam a pequena quantidade de matéria orgânica produzida, além da sua instabilidade nas copas e sua lenta taxa de decomposição como fatores importantes na pobreza de nutrientes nestes ambientes. Torna-se curioso destacar que a matéria orgânica produzida por estas plantas em ambiente aéreo provê um retorno

nutricional aos seus forófitos: raízes aéreas das próprias árvores exploram a matéria orgânica acumulada nos galhos e nas epífitas, obtendo seus nutrientes diretamente através de um atalho na ciclagem da floresta (NADKARNI, 1985).

A simples presença da família Bromeliaceae nos mais diversos ambientes cria condições para a existência de outras formas de vida, ampliando a riqueza e a diversidade de espécies (ROCHA *et al.*, 2004; 1997). De acordo com estes autores, essa relação ecológica deve-se à complexa arquitetura das bromélias tanque, que permite o armazenamento de água e a criação de diferentes microhábitats para inúmeras espécies animais e vegetais, além da família apresentar uma importante variedade de formas e recursos florais que atraem polinizadores e servir como sítio de obtenção de recursos.

As bromélias que crescem no ambiente epifítico proporcionam a existência de microhábitats mais constantes para invertebrados do que aqueles oferecidos apenas pelas árvores em uma floresta (NADKARNI *et al.*, 2001). Vertebrados também dependem de bromélias para realização, parcial ou integral, do seu ciclo de vida: anfíbios anuros, lagartos e serpentes colocam ovos, se abrigam, forrageiam e até podem passar sua vida inteira associados com estas plantas (ROCHA *et al.*, 2004). Aves utilizam bromélias como local de forrageamento e sítio de nidificação, representando para estes animais um aumento na oferta de recursos, inclusive pelas diferenças fenológicas das bromélias epifíticas em relação às arbóreas ao longo do ano (NADKARNI *et al.*, 2001). A simples presença de bromélias, fornecendo uma variedade de recursos e adicionando complexidade estrutural às florestas onde habitam, é considerada como responsável pela maior diversidade de aves em ambientes tropicais quando comparados aos temperados (REMSEN, 1985 *apud* PIZO, 1994). Neste sentido, salienta-se que bromélias estão entre as poucas famílias, onde a polinização por vertebrados predomina sobre a entomofilia. A maioria dos gêneros pertencentes às três subfamílias é polinizada por aves e por morcegos (SAZIMA *et al.*, 1989). Bromélias foram as mais utilizadas por aves, dentre as epífitas na Fazenda Intervalles (SP), para nidificação e obtenção de alimento, promovendo a polinização e a dispersão de sementes (PIZO, 1994). Segundo DOMINGUES *et al.* (1989), na Reserva Ecológica Poço das Antas (RJ), micos-leões dourados (*Leontopithecus rosalia*) gastam uma porcentagem significativa das suas horas de atividade na busca e predação dos habitantes das bromélias formadoras

de tanque, justificando a investigação sobre a diversidade e densidade da microfauna destas cisternas.

Para a própria vegetação, as bromélias servem como proteção, berçário e fonte de nutrientes para espécies epifíticas e arbóreas. Plantas do gênero *Peperomia* que crescem entre bromélias tanque em uma floresta do México, protegem-se entre as folhas, que retêm matéria orgânica e água para as raízes, além de ter suas sementes capturadas pela ampla roseta foliar (HIETZ e HIETZ-SEIFERT, 1995b). Algumas espécies de aráceas, principalmente do gênero *Philodendron*, dependem de bromélias para germinação; bromélias tem sua cisterna explorada por raízes de orquídeas, que crescem em íntima associação (REITZ, 1983; 1985).

A água acumulada nas cisternas das bromélias tanque é um recurso disponível para todo o ecossistema em que elas estão inseridas. O volume de água acumulada é variável conforme a espécie, a região de ocorrência e a porcentagem de transferência para outros organismos, resultando num total que serve como local de decomposição da matéria orgânica (ROCHA *et al.*, 2004; 1997), além de superfície de evaporação (BENZING, 2004).

Em diversos ambientes, que não os fluviais, autores já tentaram relacionar comparativamente a ocorrência dos membros epifíticos da família Bromeliaceae com as características físicas do meio.

Na Floresta Ombrófila Densa, ALMEIDA *et al.* (1998), BONNET (2001) e HOELTGEBAUM (2003) discutiram as diferenças em diversidade e abundância de bromélias epifíticas em sucessivos estádios sucessionais da floresta, relacionando a mudança das condições ambientais que predominam em cada um deles. O primeiro dos estudos foi realizado no Parque Estadual da Ilha Grande (RJ), o segundo na Unidade de Conservação Ambiental Desterro, em Florianópolis (SC) e neste mesmo Estado, o terceiro estudo foi desenvolvido no Parque Botânico do Morro Baú.

Também na Floresta Ombrófila Densa, ROGALSKI (2002) estudou a riqueza e a distribuição bromélias em diferentes situações topográficas (fundo de vale, meia encosta e topo de morro com e sem afloramento rochoso), testando a influência das dimensões dos forófitos e a preferência pelas alturas de fixação.

Em várias zonas da vegetação na Restinga de Jurubatiba (RJ), inclusive em uma área periodicamente inundada, COGLIATTI-CARVALHO *et al.* (2001)

estudaram as bromélias e relacionam sua riqueza e abundância com fatores físicos, como a presença de lençol freático pouco profundo, luminosidade e temperatura, além da altura do dossel e presença de substrato.

Em planícies fluviais foram realizados apenas levantamentos de epífitas vasculares (BOLOS *et al.*, 1991; FISHER e ARAÚJO, 1995; 1996; SILVA *et al.*, 1997; DITTRICH *et al.*, 1999; IBAMA, 1999; KERSTEN e SILVA, 2002; BORGIO e SILVA, 2003; ROGALSKI e ZANIN, 2003; RODERJAN *et al.*, 2003) que não objetivavam relacionar a família botânica com fatores do ambiente físico ou do componente arbóreo.

BOLÓS *et al.* (1991) citaram as epífitas vasculares registradas na porção do vale do rio Iguaçu que existe no Terceiro Planalto, em um amplo estudo sobre a vegetação do Estado do Paraná. FISHER e ARAÚJO (1995, 1996) coletaram e identificaram as espécies de bromélias em floresta ripária na Estação Ecológica da Juréia (SP), enquanto ROGALSKI e ZANIN (2003), no vale do rio Uruguai, registraram todas as epífitas vasculares que compunham a vegetação inundada pela Usina Hidrelétrica de Itá (RS).

Na porção da grande bacia do Iguaçu situada no Primeiro Planalto, BORGIO e SILVA (2003) identificaram as epífitas vasculares em 14 fragmentos de floresta no município de Curitiba, alguns deles associados a cursos d'água. Sob o predomínio da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, DITTRICH *et al.* (1999) e KERSTEN e SILVA (2002) realizaram levantamento florístico de epífitas vasculares, o primeiro desenvolvido no Parque Barigüi, por onde passa o rio de mesmo nome, município de Curitiba, e o segundo, na planície do mesmo rio, no município de Araucária. Na planície do Iguaçu, Segundo Planalto, SILVA *et al.* (1997) determinaram as epífitas vasculares encontradas nas formações sob o domínio da Floresta Ombrófila Mista, município de São Mateus, Paraná. Em afluente do rio Iguaçu do Terceiro Planalto, rio São Jerônimo, RODERJAN *et al.* (2003) levantaram as epífitas em 115 forófitos da floresta fluvial. ISERNHAGEN (1999), também no Terceiro Planalto, cita as espécies de epífitas vasculares registradas na análise da vegetação que margeia o rio Iguaçu e a porção final de alguns de seus afluentes, pertencentes à área de influência da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias. As epífitas amostradas no Parque Nacional do Iguaçu foram relacionadas à formação Floresta Estacional Semidecidual, sem distinção da subunidade fitogeográfica.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

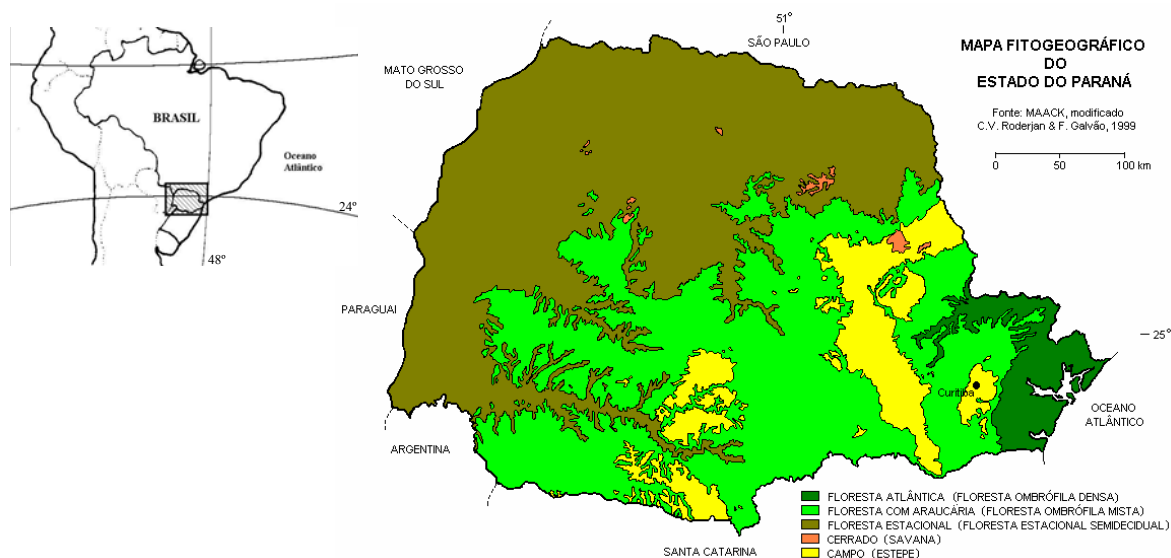
3.1 ÁREA DE ESTUDOS

3.1.1 Interpretação do Material Cartográfico e Seleção das Áreas de Estudo

Com base nas unidades litoestratigráficas do estado do Paraná (MINEROPAR, 1989; 2001), foram eleitos 12 compartimentos geológicos para estudo do componente arbóreo e epífítico. Baseando-se em padrões geomorfológicos, em cada compartimento foi selecionada uma curva de agradação (convexa) e uma curva de degradação (côncava) do rio (figura 2).

A seleção dos compartimentos foi executada considerando-se o gradiente altitudinal, climático e vegetal (figura 1) existente entre o primeiro e o último compartimento, além das diferenças decorrentes da associação entre tipos de rochas, feições geomórficas e solos diversos.

Figura 1 – Principais unidades fitogeográficas existentes no estado do Paraná.



Levando-se em conta que este estudo foi realizado com CURCIO, 2006 e BARDDAL, 2006, várias informações estão disponíveis sobre os ambientes selecionados. CURCIO (2006) realizou descrição aprofundada dos parâmetros físicos relacionados às unidades litoestratigráficas, solos e componente arbóreo em todos os compartimentos que constam na tabela 01. BARDDAL (2006), nas superfícies compreendidas entre o primeiro e décimo compartimento, relacionou, através de piezometria, a saturação hídrica dos solos, discutindo a autoecologia de

Figura 2 – Superfícies de agradação e degradação do rio Iguaçu. A - planície no compartimento Palermo; B – superfície de degradação; C – superfície de agradação; D - degradação e agradação.



algumas espécies arbóreas de acordo com as diferenças registradas entre os ambientes.

Deste modo, afora as variações decorrentes da grande distância geográfica que separam o compartimento inicial e final, cada superfície possui situações diferenciadas, devido à largura da planície, ao padrão de leito dominante, assim como ao tipo e regime hídrico dos solos identificados nas feições geomórficas.

A seleção das curvas do rio e das superfícies para estudo foi feita com base em fotografias aéreas, escala 1:15.000, ano de 2000 e escala 1:25.000, ano de 1980, além de viagens a campo para localização de acessos e análise dos ambientes. A escolha das parcelas seguiu os seguintes critérios, por ordem de importância: posição central na curva de agradação ou degradação do rio, homogeneidade das feições geomorfológicas e dos solos, bom estado de conservação da floresta ou avançado estágio de regeneração, presença/diversidade de bromélias e de árvores de grande porte.

Devido ao mau uso das planícies ao longo do tempo, a maior dificuldade para escolha das áreas certamente foi a localização de vegetação arbórea e, quando este quesito era satisfeito, o maior obstáculo era o seu estado de conservação.

3.1.2 Caracterização do Rio Iguaçu

O rio Iguaçu tem suas nascentes na frente ocidental da Serra do Mar, entre as altitudes de 900 a 1.200 m, estendendo-se para oeste por uma extensão de 910 km e perfazendo a maior bacia hidrográfica do Estado (MAACK, 2002; FRANÇA, 1993). Corre até atingir o rio Paraná, em 90 m de altitude apenas, na fronteira entre Brasil, Argentina e Paraguai. O rio Paraná, por sua vez, é formador, junto com os rios Paraguai e Uruguai, da bacia do Prata, a terceira maior do planeta (IBAMA, 1999).

A bacia hidrográfica do rio Iguaçu possui uma área total equivalente a 70.800 km², com seus tributários drenando terras pertencentes aos estados do Paraná e Santa Catarina. Considerando apenas as terras paranaenses, a bacia possui 57.329 km² (MAACK, 2002).

Seu principal afluente é o rio Negro, que também nasce na Serra do Mar, e encontra o Iguaçu 240 km depois (MAACK, 2002). Apresenta um grande volume de água que deságua próximo ao município de São Mateus do Sul e, assim como o rio Potinga, outro importante afluente do Iguaçu do Segundo Planalto, possui um vale

raso e amplo, de curso sinuoso até meândrico. No Terceiro Planalto, os rios Jordão e Chopin são os afluentes que se destacam, com trechos encaixados em vales estreitos e profundos, com corredeiras e quedas d'água, assim como o próprio Iguaçu (JUSTUS, 1990).

3.1.3 Localização

Doze compartimentos foram estabelecidos na planície do rio Iguaçu (tabela 1), sendo que um está localizado no Primeiro Planalto, nove no Segundo e dois no Terceiro (figura 3).

Tabela 1 – Localização e altitude das superfícies pertencentes aos 12 compartimentos estudados na planície do rio Iguaçu.

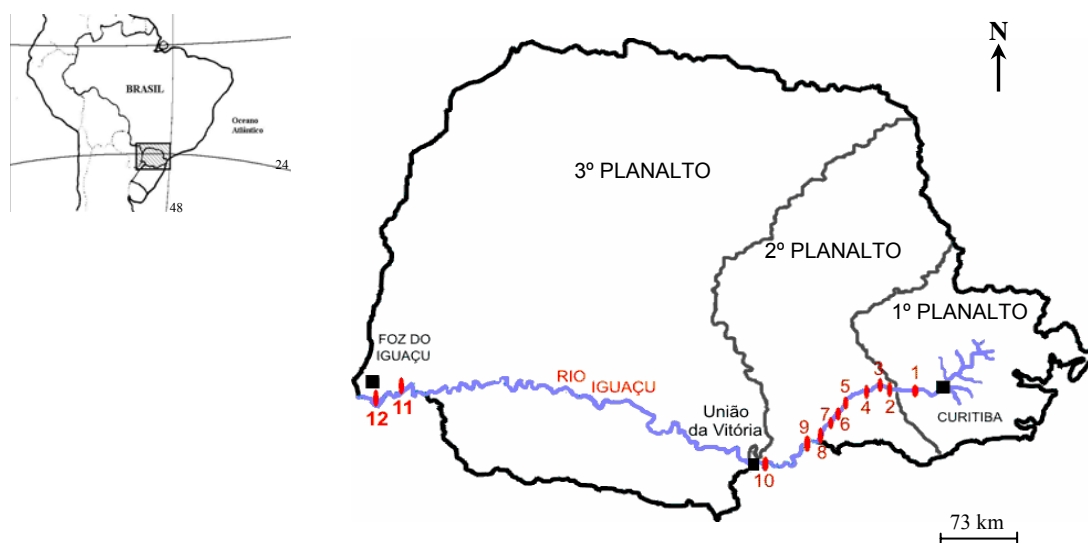
| Compartimento/Superfície | nº | Coordenadas | | Altitude(m) |
|--------------------------------|----|-------------|------------|-------------|
| GM Costeiro – agradação | 1 | 25°36'07"S | 49°30'55"W | 878 |
| GM Costeiro – degradação | 1 | 25°36'11"S | 49°31'06"W | 877 |
| Campo do Tenente – agradação | 2 | 25°37'12"S | 49°44'34"W | 865 |
| Campo do Tenente – degradação | 2 | 25°36'07"S | 49°44'44"W | 864 |
| Furnas – agradação | 3 | 25°33'25"S | 49°48'46"W | 832 |
| Furnas – degradação | 3 | 25°33'09"S | 49°53'13"W | 829 |
| Mafra/ Rio do Sul – agradação | 4 | 25°34'30"S | 49°54'44"W | 788 |
| Mafra/ Rio do Sul – degradação | 4 | 25°34'41"S | 49°59'50"W | 788 |
| Rio Bonito – agradação | 5 | 25°47'15"S | 50°12'30"W | 769 |
| Rio Bonito – degradação | 5 | 25°48'54"S | 50°14'24"W | 768 |
| Palermo – agradação | 6 | 25°52'46"S | 50°20'44"W | 764 |
| Palermo – degradação | 6 | 25°52'24"S | 50°18'54"W | 765 |
| Irati – agradação | 7 | 25°52'54"S | 50°22'30"W | 761 |
| Irati – degradação | 7 | 25°53'24"S | 50°23'48"W | 760 |
| Serra Alta – agradação | 8 | 25°57'36"S | 50°25'26"W | 758 |
| Serra Alta – degradação | 8 | 25°55'46"S | 50°27'35"W | 759 |
| Teresina – agradação | 9 | 26°01'27"S | 50°29'57"W | 756 |
| Teresina – degradação | 9 | 26°01'43"S | 50°29'32"W | 757 |
| Rio do Rasto – agradação | 10 | 26°17'09"S | 50°53'28"W | 753 |
| Rio do Rasto – degradação | 10 | 26°17'32"S | 50°53'59"W | 753 |
| Serra Geral I – agradação | 11 | 25°35'12"S | 53°54'33"W | 233 |
| Serra Geral I – degradação | 11 | 25°34'07"S | 53°56'31"W | 234 |
| Serra Geral II – agradação | 12 | 25°35'59"S | 54°21'32"W | 219 |
| Serra Geral II – degradação | 12 | 25°36'23"S | 54°23'45"W | 218 |

NOTA: o número de cada compartimento refere-se à localização observada na figura 3.

Considerando-se que o rio Iguaçu possui um dos mais elevados potenciais hidrelétricos do Brasil (JUSTUS, 1990), deve-se ressaltar que o grande intervalo existente entre os compartimentos Rio do Rasto (figura 3) e Serra Geral I deve-se à inexistência de vegetação fluvial original neste trecho do Terceiro Planalto paranaense. Partindo-se da *cuesta* que separa o segundo do Terceiro Planalto, o rio

Iguaçu é represado por cinco grandes reservatórios, conhecidos genericamente por Foz do Areia, Segredo, Salto Santiago, Salto Osório e Salto Caxias. Levando-se em conta que a cota máxima de operação do reservatório de jusante alcança a base da barragem do reservatório de montante, nenhum trecho de vegetação fluvial entre estes reservatórios foi preservada.

Figura 3 – Localização dos compartimentos estabelecidos na planície do rio Iguaçu, estado do Paraná. 1- GM Costeiro; 2 - Campo do Tenente; 3 – Furnas; 4 - Mafra/ Rio do Sul; 5 - Rio Bonito; 6 – Palermo; 7 – Irati; 8 - Serra Alta; 9 – Teresina; 10 - Rio do Rasto; 11 - Serra Geral I; 12 - Serra Geral II.



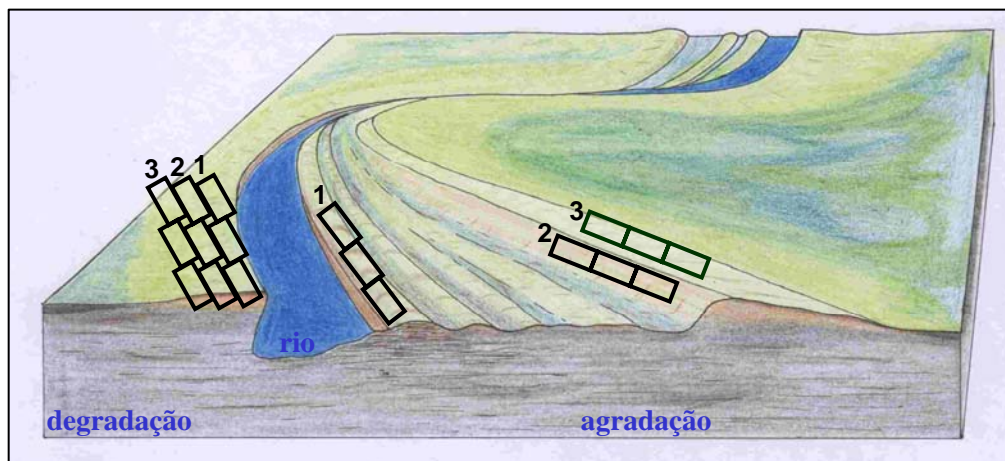
3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

3.2.1 Levantamento Florístico e Fitossociológico

Após a identificação das feições geomórficas e suas dimensões, foram instaladas parcelas (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974) para o estudo fitossociológico e de amostragem da flora epifítica da família Bromeliaceae, com distribuição ordenada segundo o ambiente físico. A metodologia que associa as características geomorfológicas às parcelas de amostragem é definida em CURCIO (2006), e tem como objetivo permitir a adequada inter-relação das características do meio, que é bastante diverso em planícies fluviais, com a vegetação.

Em cada superfície foram instaladas nove parcelas (figura 4), medindo 5 x 10 m (50 m²) cada, agrupadas em três faixas de três parcelas paralelas ao rio. Como as feições geomórficas eram distintas dependendo da superfície em questão, a distância entre as faixas foi variável.

Figura 4 – Representação das três faixas de parcelas na superfície de agradação e degradação em um compartimento com controle escultural. Adaptado de Curcio (2006).



Os indivíduos arbóreos com PAP (perímetro à altura do peito) igual ou superior a 15 cm foram incluídos na amostragem, dos quais se anotou a espécie, perímetro, altura total, ponto de inversão morfológica (PIM) e inclinação.

Árvores com mais de um fuste ou ramo à altura do peito só foram incluídas na amostragem quando pelo menos um dos fustes/ramos possuía PAP igual ou superior a 15 cm, para que todo o conjunto fosse considerado.

3.2.2 Caracterização de Bromeliaceae

3.2.2.1 Bromeliáceas adultas e plântulas

As bromélias categorizadas como plântulas são epífitas jovens, de tamanho reduzido, com características morfológicas diferentes das adultas e que não podem ser identificadas em nível genérico (BONNET, 2001). As adultas são bromélias que já alcançaram o estágio reprodutivo ou não, mas morfológicamente diferentes das plântulas, que podem ser identificadas e devidamente doravante denominadas de bromélias adultas. Para registro, não foram anotadas plântulas que se desenvolviam sobre a própria inflorescência, como também aquelas estabelecidas próximas às plantas adultas, pois estas poderiam ser originadas por brotamento.

3.2.2.2 Distribuição horizontal

A amostragem qualitativa/quantitativa avaliou a presença/ausência das espécies de bromélias e a presença/ausência de plântulas em cada árvore incluída no levantamento fitossociológico. Estes dados foram utilizados para calcular as proporções de árvores colonizadas por bromélias adultas e árvores colonizadas por plântulas em cada faixa de parcelas estudada. Esta análise não foi excludente, ou seja, uma mesma árvore com bromélias adultas e plântulas foi incluída no total de árvores com adultas e de árvores com plântulas. Como nenhuma plântula foi considerada semelhante a *T. usneoides* e a literatura afirma que sua dispersão seja realizada predominantemente por aves e pelo vento (SMITH e DOWNS, 1974), avalia-se que essa bromélia não colabora de modo importante para a formação de plântulas e por isso foi analisada separadamente nas comparação entre árvores com adultas e árvores com plântulas.

Os mesmos dados levantados nas parcelas foram empregados na elaboração da curva espécie-área (MUELLER-DOMBOIS E ELLENBERG, 1974) e no cálculo do Valor de Importância Epifítico (VIE) (WAECHTER, 1992) de cada espécie de bromélia em cada faixa de parcelas e na superfície como um todo. Também foram calculados o índice de Shannon (H'), ou diversidade alfa, e o índice de Pielou (E) (MAGURRAN, 1988) para cada uma das superfícies estudadas.

O levantamento florístico das bromélias foi complementado, ao longo de toda a etapa em campo, com observações nas áreas adjacentes às parcelas, independente das feições geomorfológicas, mas respeitando os limites da curva e da planície fluvial.

Com o número total de espécies de bromélias registradas no levantamento florístico foi calculado o índice de diversidade beta, ou diversidade intercomunitária (WILSON e SHMIDA, 1984), que estima o grau de substituição específica ao longo de um gradiente; como também o índice de Jaccard (MAGURRAN, 1988), que analisa a substituição das espécies ao longo do gradiente avaliando a similaridade florística entre pares de áreas.

Outra amostragem quantitativa foi realizada pela contagem das bromélias na forma de indivíduos, de agrupamentos ou da avaliação do grau de cobertura, dependendo da espécie em questão.

A quantificação das bromélias foi feita em um forófito por parcela, totalizando três forófitos por faixa de parcelas e nove forófitos por área de estudo. Estes forófitos foram escolhidos em campo, através de análise visual, baseando-se na destacada abundância e diversidade de espécies de bromélias existentes. A seleção destes forófitos teve o objetivo de maximizar a amostragem das bromélias, ao mesmo tempo em que foram consideradas as variações ambientais.

Tillandsia recurvata e *T. mallemonitii* são espécies que crescem em agrupamentos muito densos e pequenos sobre os galhos, dificultando a individualização sem destruição do material. Deste modo, foram quantificados na forma de agrupamentos que, em média, apresentaram 10-12 plantas com caule geralmente bifurcado.

T. usneoides, por sua vez, com sua forma atípica entre as bromélias, foi registrada quanto ao seu grau de cobertura. Através da escala de 0 a 4, proposta por FOURNIER (1974). As outras espécies de bromélias e as plântulas foram contadas como indivíduos.

3.2.2.3 Estratificação vertical

A estratificação vertical das espécies de bromélias e das plântulas foi realizada nos mesmos forófitos selecionados para a análise quantitativa. Para isso, dividiu-se cada forófito em intervalos de altura de dois metros, a partir do solo, metodologia adaptada de WAECHTER (1992), já empregada por BONNET (2001), KERSTEN e SILVA (2001), ROGALSKI (2002) e HOELTGEBAUM (2003).

Em cada intervalo foram registradas a ocorrência e a abundância através da contagem do número de indivíduos/agrupamentos de bromélias e plântulas, ou avaliação da porcentagem de cobertura de *T. usneoides*. A abundância das bromélias por intervalo de altura foi utilizada para calcular a densidade das espécies por intervalo de altura e por forófito.

Os intervalos de altura foram definidos com auxílio de uma régua dendrométrica e inferidos quando necessário. Nos casos em que os agrupamentos de bromélias ocorreram sobre o limite dos intervalos, a espécie foi registrada e quantificada para os dois intervalos. Bromélias presentes em hemiepífitos presos aos forófitos analisados não foram consideradas.

Cada bromélia incluída no levantamento quantitativo foi caracterizada como de ocorrência isolada ou em associações de duas ou mais plantas, com o objetivo de inferir sobre a principal estratégia reprodutiva da espécie. Esta caracterização foi possível apenas para as espécies adultas que podiam ser individualizadas, excluindo-se então *T. usneoides*, *T. recurvata*, *T. mallemonitii* e plântulas.

Para analisar a distribuição horizontal das bromélias dentro dos limites dos forófitos, foram estabelecidas como regiões de referência as posições fuste, porção central da copa ou porção periférica da copa. Cada bromélia ou associação de bromélias incluídas no levantamento quantitativo foi localizada em uma das três posições estabelecidas.

A visualização e identificação da grande maioria das bromélias foi realizada com binóculo (7 x 35) para as observações feitas a partir do solo, do próprio forófito ou de árvores vizinhas. Para o acesso às partes mais altas dos forófitos, quando necessário, foi empregada técnica de rapel, que permitiu a observação com segurança e sem prejuízo às epífitos ou ao forófito. Algumas espécies arbóreas, como *Erythrina crista-galli* e *Araucaria angustifolia* não foram escaladas por questões de segurança.

As bromélias ainda foram caracterizadas quanto ao tipo de diásporo, que pode ser carnoso ou plumoso, dependendo diretamente da subfamília à que pertence (SMITH, 1974; 1977; 1979; REITZ, 1983). Essa caracterização teve o objetivo de auxiliar em inferências sobre a participação de espécies zoocóricas e, conseqüentemente, da fauna em cada área estudada.

Bromélias tanque são relacionadas a estádios sucessionais mais avançados da Floresta Ombrófila Densa (BONNET, 2001), o que pode ou não ser verdadeiro para planícies fluviais nas unidades Floresta Ombrófila Mista e Estacional Semidecidual. Deste modo, foi considerada a estratégia de obtenção de nutrientes e umidade, com base na literatura (SMITH, 1974; 1977; 1979; REITZ, 1983) e observações de campo, agrupando as espécies em bromélias formadoras de tanques, ou apenas bromélias tanque, e bromélias atmosféricas.

3.2.3 Identificação Taxonômica

A identificação taxonômica das espécies arbóreas foi feita em campo e a partir de exsicatas, preparadas de acordo com IBGE (1992) e depositadas no

herbário do Laboratório de Dendrologia da Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná (EFC). Sua identificação foi realizada através da comparação com exsiccatas do herbário e auxílio de Murilo Lacerda Barddal, Carlos Vellozo Roderjan, ambos da Universidade Federal do Paraná e Marcos Sobral, da Universidade Federal de Minas Gerais.

Exemplares de Bromeliaceae também foram coletados e herborizados, sendo depositados no herbário EFC, e registradas quando férteis. Para sua identificação utilizou-se os trabalhos de SMITH e DOWNS (1974, 1977) e REITZ (1983), além da consulta aos especialistas Armando Cervi da Universidade Federal do Paraná, Rosângela Capuano Tardivo, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Elton Leme, Herbarium Bradeanum e Maria das Graças Lapa Wanderley, do Instituto de Botânica de São Paulo. Alguns exemplares, cuja identificação não foi possível em campo, foram coletados e mantidos *in vivo* para observação da floração e posterior determinação.

Os nomes científicos dos componentes arbóreo e epifítico foram verificados em MOBOT (2005).

3.2.4 Análise dos Dados – Forófitos

Os forófitos foram analisados quanto ao diâmetro, altura total e de inversão morfológica e inclinação dos indivíduos.

O diâmetro à altura do peito (DAP) dos forófitos incluídos nas parcelas foi calculado a partir do perímetro obtido em campo.

$$DAP = PAP / \pi$$

em que:

PAP - perímetro à altura do peito

$\pi = 3,141592654$

O DAP das árvores com mais de um fuste ou ramo à altura do peito foi obtido calculando-se a secção transversal de cada ramo, em seguida a secção transversal do indivíduo e finalmente o DAP real.

$$St_r = DAP^2 * \pi / 40.000$$

$$ST_t = \sum ST_r$$

$$DAP_r = \sqrt{(ST_t * 40.000 / \pi)}$$

em que:

ST_r - secção transversal do ramo/fuste
DAP - diâmetro do ramo/fuste à altura do peito
ST_t - secção transversal total do indivíduo
DAP_r - diâmetro real à altura do peito
 $\pi = 3,141592654$

Com os números de forófitos por faixa de parcelas foram calculadas as densidades absolutas, dadas como indivíduos por hectare.

3.2.5 Análise dos Dados – Bromeliaceae

3.2.5.1 Suficiência amostral

A suficiência amostral da diversidade de bromélias foi estimada pela curva espécies-área (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974) considerando como unidades amostrais os forófitos.

3.2.5.2 Diversidade

Para analisar a diversidade das bromélias em cada área de estudo e ao longo do transecto estabelecido no rio Iguaçu, foi utilizado o índice de Shannon (H') que mede a diversidade alfa (diversidade comunitária), o índice proposto por WILSON e SHMIDA (1984) que mede a diversidade beta (diversidade intercomunitária) e o índice de Pielou (E), que avalia a equidade, ou participação quantitativa das espécies (MAGURRAN, 1988).

$$H' = -\sum (p_i * \ln p_i)$$

em que:

H' - índice de Shannon;
p_i - frequência relativa decimal sobre indivíduos forófiticos (N_{fi} / \sum N_{fi});
ln - logaritmo natural.

$$E = H' / \ln S$$

em que:

E - índice de Pielou;
H' - índice de Shannon;
ln - logaritmo natural;
S - número de espécies amostradas em cada área de estudo.

$$Bt = [g(H) + p(H)/2\alpha]$$

em que:

Bt - índice de Wilson e Shmida;

g(H) - ganho de espécies ao longo do gradiente;

p(H) - perda de espécies ao longo do gradiente;

α - número médio de espécies de bromélias nas amostragens comunitárias.

3.2.5.3 Similaridade florística

A diversidade intercomunitária foi analisada através do grau de similaridade entre as áreas estudadas, utilizando-se o índice de similaridade de Jaccard (IJ) (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974).

$$IJ = a / (a + b + c)$$

em que:

IJ - índice de Jaccard;

a - número de espécies comuns às duas áreas de estudo;

b e c - número de espécies restritas a cada uma das duas áreas.

3.2.5.4 Valor de importância das espécies

Para estimar a abundância e a distribuição de cada espécie de bromélia considerando sua ocorrência sobre indivíduos e espécies de forófitos, em cada faixa de parcelas e em cada superfície estudada, foram calculados, conforme WAECHTER (1992):

- frequência absoluta sobre indivíduos forofíticos (NA_i)

$$NA_i = 100 (N_{fi} / N_{fa})$$

em que:

N_{fi} - número total de indivíduos forofíticos com a espécie *i* de bromélia;

N_{fa} - número total de indivíduos forofíticos amostrados.

- frequência relativa sobre indivíduos forofíticos (NR_i)

$$NR_i = 100 (N_{fi} / \sum N_{fi})$$

em que:

N_{fi} - número total de indivíduos forofíticos com a espécie *i* de bromélia.

- frequência absoluta sobre espécies forofíticas (SA_i)

$$SA_i = 100 (S_{fi} / S_{fa})$$

em que:

S_{fi} - número total de espécies forofíticas com a espécie *i* de bromélia;

S_{fa} - número total de espécies forofíticas amostradas.

- frequência relativa sobre espécies forofíticas (SRi)

$$Sri = 100 (Sfi / \sum Sfi)$$

em que:

Sfi - número total de espécies forofíticas com a espécie *i* de bromélia.

O valor de importância epifítico (VIE) (WAECHTER, 1992) foi empregado neste trabalho para estimar o valor de importância das espécies de bromélias em cada faixa de parcelas e em cada área de estudo, através da fórmula:

$$VIE = (NRi + Sri) / 2$$

em que:

NRi - frequência relativa sobre indivíduos forofíticos;

Sri - frequência relativa sobre espécies forofíticas.

3.2.5.5 Abundância

A abundância foi obtida através da contagem de indivíduos/agrupamentos, ou estimativa do grau de cobertura em cada intervalo de altura do forófito.

3.2.5.6 Densidade

Foram estimadas as densidades das espécies de bromélia e das plântulas por intervalo de altura e por forófito.

Para a densidade por intervalo de altura foram calculadas médias utilizando-se as abundâncias registradas nos três forófitos amostrados em cada faixa de parcela. Para tanto, cada intervalo de dois metros foi considerado uma unidade; quando a árvore não possuía um valor par e múltiplo de dois como medida de altura total, essa unidade foi dividida por dois (0,5) ou por quatro (0,25). Deste modo, o número de bromélias ou agrupamentos dos três forófitos amostrados por faixa de parcelas foi dividido pela unidade, ou fração dela, que representaram os intervalos ou porções de intervalos de altura realmente existentes e disponíveis para colonização, uma vez que os forófitos apresentaram normalmente diferentes alturas. No caso de *T. usneoides*, os pontos da escala de 0-4 foram empregados na fórmula como medidas de abundância absoluta, sendo os resultados arredondados, quando necessário, para o valor de cobertura imediatamente superior.

Para calcular a densidade de cada espécie e das plântulas (Dt) por intervalo de altura, foi empregada a seguinte fórmula:

$$Db_i = \Sigma A/N$$

em que:

Db_i - densidade da espécie de bromélia i no intervalo j ;

A - abundâncias da espécie i no intervalo j ;

N - número de intervalos de altura j disponíveis nos três forófitos.

As densidades de cada espécie de bromélia e de plântulas por forófito (Df_i) representam a quantidade de bromélias por faixa de parcelas da superfície estudada. Esta estimativa foi obtida simplesmente somando-se as densidades calculadas para cada um dos intervalos de altura (Dt_i).

$$Df_i = \Sigma Dt_i$$

em que:

Df_i - densidade da espécie i por forófito da faixa 1, 2 ou 3;

Dt_i - densidade da espécie de bromélia i no intervalo j .

No caso de *T. usneoides*, o grau de cobertura por forófito foi obtido considerando o número de intervalos com registro da espécie, através da seguinte fórmula:

$$G_c = 100 (I_p / I_a)$$

em que:

G_c - grau de cobertura (%);

I_p - intervalos com presença de *T. usneoides*;

I_a - intervalos existentes.

O grau de cobertura (G_c) obtido, por sua vez, é representado através da escala de 0-4 pontos, considerando 0= 0%; 1= 1% a 25%; 2= 26% a 50%; 3= 51% a 75%; 4= 76% a 100%.

3.2.5.7 Testes estatísticos

Para verificar se há uma distribuição distinta do número de espécies e abundância de bromélias, assim como da ocorrência e abundância de plântulas, entre as superfícies e entre as faixas de parcelas, utilizaram-se técnicas de modelos lineares generalizados (MCCULLAGH e NELDER, 1989). A distribuição padrão utilizada foi a de Poisson e função de ligação logarítmica. Para a análise das ocorrências de plântulas por superfície, utilizou-se a distribuição binomial e função de ligação logística. Para ambos modelos, a verificação da significância dos efeitos foi feita através da estatística *deviance* assumindo-se independências das

observações. A validação do ajuste do modelo foi verificada pelo gráfico meio-normal (*half-normal plot*) com envelope simulado (COLLET, 1991).

As diferenças nas ocorrências de espécies e de plântulas nas três faixas de parcelas foram observadas por contrastes ortogonais, previamente definidos: contraste 1 – faixa 1 *versus* faixas 2 e 3 e contraste 2 – faixa 2 *versus* faixa 3 (STELL e TORRIE, 1980).

A relação entre DAP, PIM, altura, número de fustes, inclinação com o número de espécies de bromélias ou com a ocorrência de plântulas foi observada através do coeficiente de correlação de Pearson.

A diferença de densidades entre as faixas de parcelas e entre os intervalos de altura dos forófitos foi determinada por regressão linear simples. Esse modelo linear generalizado foi utilizado para estabelecer a faixa de parcelas e o intervalo de maior densidade.

O valor p de todas as análises é apresentado em anexo. No corpo do texto e nas representações esquemáticas constam apenas os valores p das relações consideradas significativas para este estudo, ou seja, quando $p \leq 0,1000$ (10%).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 FAMÍLIA BROMELIACEAE NAS FLORESTAS DA PLANÍCIE DO RIO IGUAÇU

Foi registrado um total de 14 espécies pertencentes a seis gêneros de Bromeliaceae na vegetação existente na planície do rio Iguaçu (figura 5). Entre os compartimentos estudados, o número de espécies foi variável, tendo sido registrado o menor número em Serra Geral I (quatro) e o maior (nove) em Furnas e Rio Bonito.

O levantamento de bromélias realizado em 12 compartimentos estabelecidos na planície do rio Iguaçu resultou em um grupo de espécies de ocorrência restrita (figura 5), registradas em menos de 42% dos compartimentos e um grupo de espécies de ocorrência ampla, encontradas em mais de 58% dos locais. Nenhuma espécie ocorreu em todos os compartimentos estudados. No entanto, pode-se afirmar que provavelmente *Aechmea distichantha*, *Tillandsia tenuifolia* e *Aechmea recurvata* existem na vegetação estabelecida em toda a extensão da planície do rio Iguaçu, com pequenos hiatos de ocorrência em áreas onde predominam florestas fortemente degradadas.

Plântulas de bromélias epifíticas foram registradas sobre forófitos em todos os compartimentos, diferindo apenas em densidade que, por sua vez, pode indicar diferentes graus de regeneração das comunidades de bromélias.

Dez áreas de estudo estavam inseridas na região da Floresta Ombrófila Mista (FOM), e o restante na da Floresta Estacional Semidecidual (FES). Duas espécies ocorreram exclusivamente na FES - *Acanthostachys strobilacea* e *Aechmea bromeliifolia* (figura 10) e oito na FOM - *Tillandsia mallemonitii*, *Tillandsia stricta*, *Tillandsia recurvata*, *Tillandsia usneoides*, *Vriesea friburgensis*, *Vriesea platynema*, *Vriesea reitzii* e *Wittrockia cyathiformis* (figuras 6, 7, 8 e 10). Apenas quatro espécies foram registradas nas duas unidades fitogeográficas: *Aechmea distichantha*, *Aechmea recurvata* (figura 9), *Billbergia nutans* e *Tillandsia tenuifolia* (figura 7).

Em consonância à diferença entre o número de espécies registrado em cada compartimento, a variabilidade de espécies de bromélias foi distinta entre as superfícies de agradação e degradação ($p \leq 0,0001$), independente dos compartimentos à que pertencem, assim como as ocorrências de plântulas ($p \leq 0,0001$) (anexo 2).

Figura 5 – Bromeliaceae registradas no levantamento florístico em 12 compartimentos estabelecidos na planície do rio Iguaçu e grupos de ocorrência.

| Unidade Fitogeográfica | FOM | | | | | | | | | | FES | G | |
|--|-------------|------------------|--------|------------------|------------|---------|-------|------------|----------|--------------|---------------|----------------|--|
| | GM Costeiro | Campo do Tenente | Furnas | Mafra/Rio do Sul | Rio Bonito | Palermo | Irati | Serra Alta | Teresina | Rio do Rasto | Serra Geral I | Serra Geral II | |
| ESPÉCIES / COMPARTIMENTOS | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aechmea bromeliifolia</i> (Rudge) Baker | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Acanthostachys strobilacea</i> (Schult.f.) Klotzsch | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vriesea platynema</i> Gaudich. | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tillandsia mallemonitii</i> Glaz. ex Mez | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Wittrockia cyathiformis</i> (Vell.) Leme | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tillandsia stricta</i> Sol. ex Sims | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L. | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vriesea reitzii</i> Leme e Costa | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vriesea friburgensis</i> Mez | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L. | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aechmea recurvata</i> (Klotzsch) L. B. Sm. | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Billbergia nutans</i> H. Wendl. ex Regel | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> L. | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aechmea distichantha</i> Lem. | | | | | | | | | | | | | |

NOTAS: G = grupo de ocorrência; FOM = Floresta Ombrófila Mista; FES = Floresta Estacional Semidecidual.

O Índice de Shannon, que estima a diversidade comunitária (α), também foi extremamente variável entre os compartimentos e entre as duas superfícies (tabela 2). Os valores obtidos podem ser considerados baixos quando comparados com levantamentos em áreas onde a vegetação se encontra bem conservada na Floresta Ombrófila Densa (MATOS, 2000; COGLIATTI-CARVALHO *et al.*, 2001; HOELTGEBAUM, 2003). Por outro lado, os índices obtidos são semelhantes àqueles calculados para áreas com vegetação em diferentes estádios de regeneração (ALMEIDA *et al.*, 1998; BONNET, 2001).

Os maiores valores do índice de Shannon concentraram-se no trecho compreendido entre o segundo e o sexto compartimento, respectivamente, Campo do Tenente e Palermo (figura 3). Do mesmo modo, o número de espécies registrado no levantamento florístico (tabela 5) ainda acusa o compartimento Rio do Rasto como sendo rico em bromélias.

Figura 6 – Bromélias epifíticas registradas na vegetação da planície do rio Iguaçu. A - *Tillandsia recurvata*; B – detalhe da flor de *T. recurvata*; C - *Tillandsia mallemonitii*; D – detalhe da flor de *T. mallemonitii*; E - *Tillandsia usneoides*; F – detalhe de *T. usneoides*.



Figura 7 - Bromélias epifíticas registradas na vegetação da planície do rio Iguaçu. A - *Tillandsia tenuifolia*; B - detalhe da inflorescência de *T. tenuifolia*; C - *Tillandsia stricta*; D - detalhe da inflorescência de *T. stricta*; E - *Billbergia nutans*; F - detalhe da inflorescência de *B. nutans*.

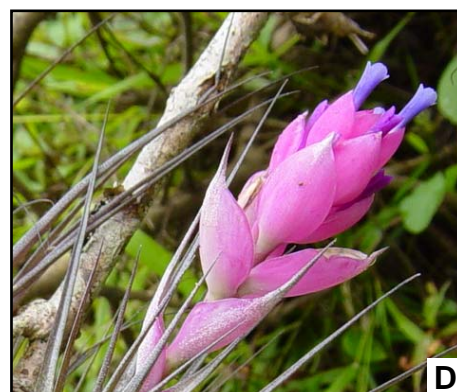


Figura 8 - Bromélias epifíticas registradas na vegetação da planície do rio Iguaçu. A - *Vriesea friburgensis*, B e C – detalhes da inflorescência de *V. friburgensis*; D - *Vriesea reitzii*; E e F – detalhe da folha e flor de *V. reitzii*.

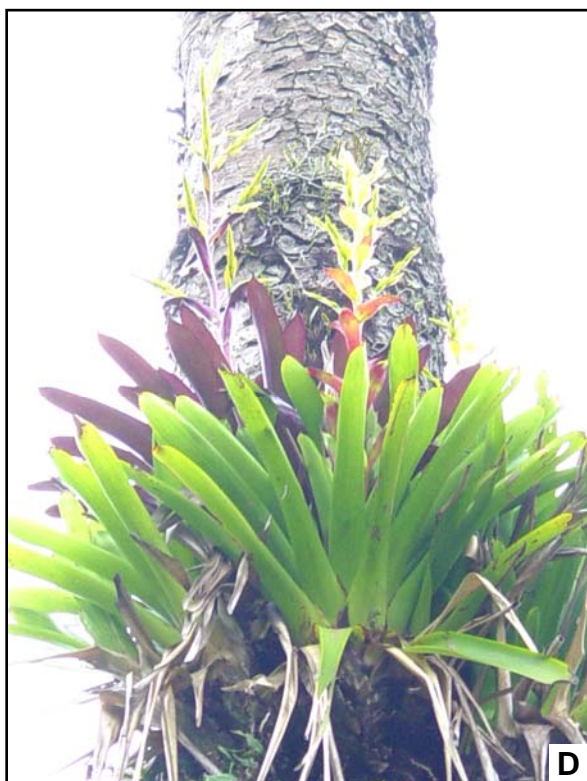
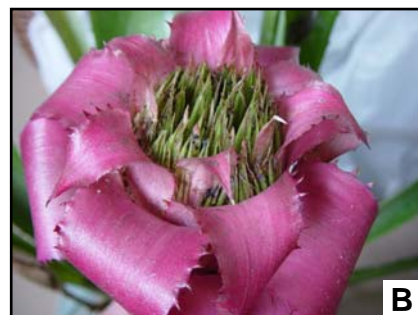
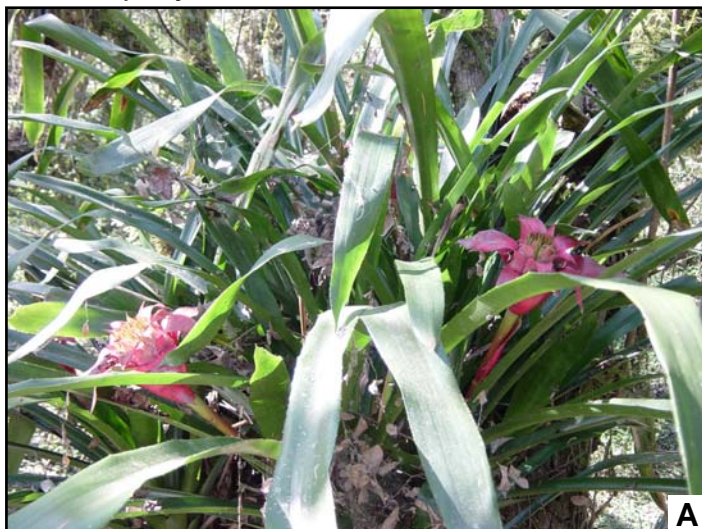


Figura 9 - Bromélias epifíticas registradas na vegetação da planície do rio Iguaçu. A – *Aechmea distichantha*; B e C – detalhes da inflorescência de *A. distichantha*; D – Fuste com *Aechmea recurvata*; E e F – *A. recurvata*.



Figura 10 - Bromélias epifíticas registradas na vegetação da planície do rio Iguaçu. A - *Wittrockia cyathiformis*; B - detalhe da inflorescência de *W. cyathiformis*; C - *Acanthostachys strobilacea*; D - detalhe da inflorescência de *A. strobilacea*; E - *Aechmea bromeliifolia*; F - *Vriesea platynema*.



Com base nestes dados, infere-se que a proximidade com a Floresta Ombrófila Densa, que possui grande diversidade de bromélias (WAECHTER, 1992; ALMEIDA *et al.*, 1998; BREIER, 1999; GATTI, 2000; BONNET, 2001; KERSTEN e SILVA, 2001; COGLIATTI-CARVALHO *et al.*, 2001, ROGALSKI, 2002; HOELTGEBAUM, 2003), característica também relacionada ao macroclima, propicia a concentração de grande número de espécies neste trecho do Segundo Planalto. Por outro lado, considerando a baixa diversidade de espécies no compartimento GM Costeiro, próximo a Curitiba, imposta pela degradação das florestas fluviais, e a alta diversidade no compartimento Rio do Rasto, próximo ao Terceiro Planalto e com vegetação em bom estado de conservação, pode-se deduzir que o nível de intervenção antrópica no ambiente é, em um segundo nível, fundamental na definição da riqueza de bromélias epifíticas.

Tabela 2 – Número de espécies (S) registradas nas parcelas, índice de Shannon (H') e índice de Pielou (E) nas superfícies de agradação e de degradação dos compartimentos estudados.

| Compartimento/Superfície | S | H' | E |
|--------------------------------|---|-------------|------|
| GM Costeiro – agradação | 5 | 1,05 | 0,65 |
| GM Costeiro – degradação | 6 | 1,28 | 0,72 |
| Campo do Tenente – agradação | 6 | 1,58 | 0,88 |
| Campo do Tenente – degradação | 7 | 1,15 | 0,59 |
| Furnas – agradação | 5 | 1,02 | 0,63 |
| Furnas – degradação | 5 | 1,47 | 0,91 |
| Mafra/ Rio do Sul – agradação | 5 | 1,09 | 0,68 |
| Mafra/ Rio do Sul – degradação | 8 | 1,47 | 0,71 |
| Rio Bonito – agradação | 6 | 1,51 | 0,85 |
| Rio Bonito – degradação | 8 | 1,50 | 0,72 |
| Palermo – agradação | 8 | 1,28 | 0,62 |
| Palermo – degradação | 7 | 1,57 | 0,81 |
| Irati – agradação | 6 | 1,18 | 0,66 |
| Irati – degradação | 5 | 1,15 | 0,71 |
| Serra Alta – agradação | 4 | 0,86 | 0,62 |
| Serra Alta – degradação | 4 | 1,21 | 0,87 |
| Teresina – agradação | 4 | 1,22 | 0,88 |
| Teresina – degradação | 4 | 1,25 | 0,90 |
| Rio do Rasto – agradação | 4 | 0,80 | 0,58 |
| Rio do Rasto – degradação | 5 | 1,34 | 0,83 |
| Serra Geral I – agradação | 2 | 0,56 | 0,81 |
| Serra Geral I – degradação | 3 | 0,96 | 0,87 |
| Serra Geral II – agradação | 2 | 0,64 | 0,92 |
| Serra Geral II – degradação | 1 | 0 | 0 |

NOTA: Em negrito, valores de H' iguais ou superiores a 1,50.

De modo geral, constata-se que as superfícies de degradação apresentaram índices mais altos do que as de agradação, o que era esperado, pois estas superfícies são mais antigas em formação na planície e mais homogêneas,

oferecendo ambientes mais estáveis a um período maior de tempo, favorecendo assim a diversificação de nichos e a colonização por várias espécies de bromélias.

Do total de bromélias registradas, oito espécies fazem parte da subfamília Tillandsioideae (57,1%) e seis da subfamília Bromelioideae (42,9%) (tabela 3).

Como o tipo de diásporo apresentado pelas bromélias é diretamente relacionado com a subfamília à que ela pertence, os gêneros *Vriesea* e *Tillandsia* (tabela 3), representantes da subfamília Tillandsioideae, possuem diásporos plumosos, enquanto *Acanthostachys*, *Aechmea*, *Billbergia* e *Wittrockia*, subfamília Bromelioideae, formam diásporos carnosos. Considerando a ocorrência das espécies entre os compartimentos estudados (figura 5), a participação das subfamílias é a mesma: quatro espécies de Tillandsioideae com diásporos plumosos e três espécies de Bromelioideae com diásporos carnosos compõem o grupo de ocorrência ampla, como também o grupo de ocorrência restrita. Estes dados indicam que, de modo geral, os tipos de diásporos não comandam a distribuição das espécies de bromélias estudadas ao longo das florestas existentes na planície do rio Iguaçu.

Tabela 3 – Tipos de diásporos, estratégia de obtenção de nutrientes e número de registro no EFC.

| Subfamília | Diásporo | Obtenção de Nutrientes | EFC |
|-----------------------------------|----------|------------------------|-------|
| TILLANDSIOIDEAE | | | |
| <i>Tillandsia mallemonitii</i> | P | A | 10047 |
| <i>Tillandsia recurvata</i> | P | A | 10048 |
| <i>Tillandsia stricta</i> | P | A | 10041 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | P | A | 10040 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | P | A | 10035 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | P | T | 10039 |
| <i>Vriesea platynema</i> | P | T | 10038 |
| <i>Vriesea reitzii</i> | P | T | 10043 |
| BROMELIOIDEAE | | | |
| <i>Acanthostachys strobilacea</i> | C | * | 10037 |
| <i>Aechmea bromeliifolia</i> | C | T | 10036 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | C | T | 10044 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | C | T | 10042 |
| <i>Billbergia nutans</i> | C | T | 10045 |
| <i>Wittrockia cyathiformis</i> | C | T | 10046 |

NOTAS: P = plumosos; C = carnosos; A = atmosféricas; T = tanque; * sem enquadramento; EFC = Herbário do Centro de Ciências Florestais e da Madeira.

Bromélias tanque foram maioria no grupo das plantas de ocorrência ampla, demonstrando ser esta estratégia comum na planície estudada, tanto na Floresta

Ombrófila Mista como na Floresta Estacional Semidecidual, e sugerindo que o acúmulo de reservas na roseta seja uma eficiente adaptação destas espécies às diversas condições climáticas e ambientais.

O alto número de espécies de bromélias (tabela 4), registrado por FISCHER e ARAÚJO (1995, 1996), deve-se principalmente à alta riqueza característica da Floresta Ombrófila Densa, como já citado, além das bromélias de hábito rupestre e terrestre também terem sido incluídas na contagem de espécies.

Destacam-se os estudos de ROGALSKI e ZANIN (2003), assim como GIONGO e WAECHTER (2004) (tabela 4), que relacionam a riqueza de espécies à constante umidade proveniente do rio e de feições geomórficas com solos imperfeitamente drenados.

Todos os trabalhos pertencentes a formações inseridas na Floresta Ombrófila Mista, selecionados para comparação (tabela 4), foram realizados nas planícies de rios pertencentes à bacia do rio Iguaçu.

DITTRICH *et al.* (1999), que realizaram estudo em uma floresta de um parque no município de Curitiba, observaram *T. linearis* Vell., espécie não registrada na planície do rio Iguaçu. Provavelmente esta espécie não é comum em ambientes com forte intervenção antrópica, como são aqueles encontrados nos compartimentos estudados, além de ser considerada rara em capões de floresta primária de Curitiba (CERVI e DOMBROWSKI, 1985).

Tabela 4 – Estudos realizados em planícies fluviais no Brasil, precipitação média anual, unidade fitogeográfica, hábito e riqueza das bromélias.

| Localidade/ rio | Autores | Prec. (mm) | UF | Háb. | S |
|--|-------------------------------|---------------|--------|------|----|
| Curitiba – União da Vitória (PR) – rio Iguaçu | Presente estudo | 1.452 | FOM | E | 12 |
| União da Vitória – Foz do Iguaçu (PR) – rio Iguaçu | Presente estudo | 1.798 | FES | E | 6 |
| Araucária (PR) – rio Barigüi | Kersten e Silva (2002) | 1.400 | FOM | E | 9 |
| Curitiba (PR) – rio Barigüi | Dittrich <i>et al.</i> (1999) | 1.451 | FOM | E | 11 |
| Guarapuava/Pinhão (PR) – rio São Jerônimo | Roderjan <i>et al.</i> (2003) | 1.654 | FOM | E | 8 |
| São Mateus (PR) – rio Iguaçu | Silva <i>et al.</i> (1997) | 1.379 | FOM | G | 8 |
| UHE Salto Caxias (PR) – rio Iguaçu e afluentes | Isernhagen (1999) | 1.850 | FES | E | 7 |
| Foz do Iguaçu (PR) – rio Iguaçu. | Ibama (1999) | 1.750 | FES | G | 4 |
| Marcelino Ramos (RS) – rio Uruguai | Rogalski e Zanin (2003) | 1.400 | FED | E | 10 |
| Eldorado do Sul (RS) – arroio Calombo/dos Ratos | Giongo e Waechter (2004) | 1.310 | Campos | E | 9 |
| Juréia (SP) – rio Verde | Fischer e Araújo (1995) | 4.200 | FOD | G | 15 |

NOTAS: Prec. = precipitação; UF = unidade fitogeográfica; S = número de espécies; FOM = Floresta Ombrófila Mista; FES = Floresta Estacional Semidecidual; FED = Floresta Estacional Decidual; FOD = Floresta Ombrófila Densa; E = hábito epifítico; G = hábito geral (epifítico, terrestre e/ou rupestre).

Do mesmo modo, foram coletadas espécies já registradas por outros levantamentos (SILVA *et al.*, 1997; KERSTEN e SILVA, 2002; RODERJAN *et al.*, 2003), à exceção de *Tillandsia crocata* (E. Morren) Baker. Essa espécie foi citada para a planície do rio Barigüi, possivelmente uma identificação incorreta, considerando sua característica ocorrência em ambientes xerofíticos de rochas de arenito (BOLÓS *et al.*, 1991; TARDIVO e CERVI, 2001), locais com alta incidência lumínica e baixa umidade relativa.

Comparando-se as espécies registradas pelos trabalhos na Floresta Estacional Semidecidual, ISERNHAGEN (1999), que estudou a vegetação da planície do rio Iguaçu e das porções finais de alguns de seus afluentes, em região próxima ao Parque Nacional do Iguaçu, cita *Tillandsia stricta* e *Tillandsia usneoides*. Estas duas espécies não foram registradas pelo presente estudo na planície do rio Iguaçu dentro do parque, indicando uma possível distribuição relacionada a rios mais estreitos, onde maior umidade é mantida.

Fica evidente, por este estudo e pelos outros utilizados para comparação, que a riqueza específica sofre uma diminuição leste-oeste no Estado do Paraná. Esta diminuição em espécies de bromélias já foi registrada em Santa Catarina por REITZ (1983) e no Paraná por BOLÓS *et al.* (1992), RODERJAN *et al.* (2002) e BORGIO *et al.* (2002).

O índice de diversidade beta, ou diversidade intercomunitária, estima o grau de substituição específica ao longo de um gradiente, e considera que quanto menos espécies as áreas tiverem em comum, maior será seu valor. Na planície do Iguaçu, a diversidade beta estimada ($B_t = 1,12$) foi muito semelhante àquela estimada para a planície costeira do Rio Grande do Sul ($B_t = 1,06$) (WAECHTER, 1992), indicando graus de substituição equivalentes de bromélias epifíticas, direção leste-oeste no PR e direção norte-sul do RS. Este autor registrou uma grande redução de espécies da família Bromeliaceae com aumento da latitude; um alto valor para o número de espécies perdidas gera uma alta estimativa para a diversidade beta que, neste caso, é atribuída à diminuição de chuvas e temperatura.

Ao longo das florestas da planície do rio Iguaçu, por sua vez, a diversidade beta foi obtida por um mesmo número de espécies ganhas e perdidas ao longo do gradiente (oito). As espécies ganhas ao longo do gradiente foram aquelas acrescidas à primeira área – GM Costeiro em relação ao número total e as perdidas

foram as espécies não registradas na última área – Serra Geral II em relação ao total.

A substituição de espécies no presente estudo pode ser relacionada com as diferenças climáticas, representadas principalmente pela diminuição na umidade e tendência de concentração de chuvas na época do verão (IAPAR, 1994) na região da Floresta Estacional Semidecidual, onde predomina o tipo climático Cfa.

Deste modo, além da diferença significativa entre o número de espécies registradas ao longo das florestas presentes na planície, como também a substituição de espécies entre as áreas de estudo, as diferenças em abundância entre as superfícies também foram significativas para bromélias adultas ($p < 0,0001$) e plântulas ($p < 0,0001$) (anexo 2).

Estes dados estão de acordo com o consenso que há na literatura de que a disponibilidade hídrica é fator determinante na distribuição de plantas epifíticas. Florestas mais secas, assim como aquelas em regiões com estações de baixa precipitação bem definidas, geram uma diminuição do número de espécies e de indivíduos de epifitas (GENTRY e DODSON, 1987a; ZIMMERMAN e OLMSTED, 1992; NIEDER *et al.*, 2000; ZOTZ e HIETZ, 2001). O clima Cfa, que domina na região de Foz do Iguaçu, não apresenta estação seca bem definida, mas a diminuição na umidade associada com as baixas temperaturas no mesmo período provavelmente é determinante na diminuição de bromélias (ZOTZ e HIETZ, 2001).

Ao mesmo tempo, o padrão fenológico dos forófitos também é importante no crescimento e desenvolvimento de epifitas (ZOTZ e WINTER, 1994). A perda de folhas de 20 a 50% das árvores na Floresta Estacional Semidecidual impõe luminosidades mais intensas para as bromélias exatamente na estação desfavorável do ano. PARKER (1995) afirma que em uma floresta decidual há um aumento em torno de 40% na luminosidade incidente no chão da floresta, ou seja, luminosidade que atinge todos os níveis de estratificação vertical das espécies. Deste modo, as espécies de bromélias precisam ser adaptadas não só aos regimes de disponibilidade hídrica e temperatura, mas também à variação nas intensidades lumínicas.

Por outro lado, também há um gradiente altitudinal entre as áreas estudadas, partindo de 878 m na GM Costeiro até 218 m na área Serra Geral II. No entanto, poucos dados existem na literatura sobre os efeitos da altitude na distribuição de

epífitas ou, mais especificamente, de bromélias. Os dados que já foram gerados, versam baseados em grandes diferenças altitudinais, como por exemplo, aquela existente nos Andes. Nessa região, o máximo em diversidade de epífitas ocorre entre 1.000 e 2.000 m s.n.m., uma área intermediária em altitude de ocorrência das florestas nebulares da região (GENTRY e DODSON, 1987a). Os mesmos autores citam que este intervalo seria mais baixo na Costa Rica e Panamá. Para bromélias, GILMARTIN (1973) mostrou que 17 espécies que ocorrem nos dois lados dos Andes equatorianos ocorrem em menores altitudes onde as encostas apresentam maior umidade, demonstrando que o efeito da altitude e da umidade sobre as epífitas estariam intimamente relacionados. Também para bromélias, SUDGEN (1981) afirma que o fator altitude, na Colômbia, está relacionado com a interceptação de umidade pela vegetação, como resultado de maiores períodos de cobertura por nuvens. As áreas mais altas daquela região de geomorfologia variada ficam mais tempo em contato com as nuvens, proporcionando um microclima adequado para a ocorrência de bromélias adaptadas a ambientes com maior umidade. No Paraná, a Zona Litorânea representa uma região onde o decréscimo em altitude está principalmente relacionado ao aumento em umidade relativa, resultando em grande diversidade de bromeliáceas (WAECHTER, 1992; ALMEIDA *et al.*, 1998; BREIER, 1999; GATTI, 2000; BONNET, 2001; KERSTEN e SILVA, 2001; COGLIATTI-CARVALHO *et al.*, 2001, ROGALSKI, 2002; HOELTGEBAUM, 2003).

Outra possibilidade de analisar a substituição das espécies ao longo do gradiente entre os compartimentos é investigar o grau de similaridade entre pares de áreas, por exemplo, através do índice de Jaccard (tabela 5). Pode-se observar que, entre as áreas estudadas, a maior similaridade foi registrada sempre entre aquelas com altitudes semelhantes (maior proximidade geográfica), o que está de acordo com os resultados obtidos por HIETZ e HIETZ-SEIFERT (1995a) no México, em florestas predominantemente dominadas por bromélias. Entre as áreas com maior afastamento geográfico - GM Costeiro e Serra Geral II (figura 3) a similaridade cai abaixo de 10%. A partir da Palermo até a Rio do Rasto forma-se um grupo de cinco áreas com alta similaridade entre si, mesmo apresentando baixa diversidade comunitária. Esta similaridade é justificada pela repetição integral de um grupo das bromélias - *Aechmea recurvata*, *Billbergia nutans*, *Tillandsia tenuifolia*, *Tillandsia*

usneoides, *Vriesea friburgensis* e *Vriesea reitzii* – que, a exceção de *Aechmea distichantha*, se constitui no grupo de ocorrência ampla (figura 5).

Tabela 5 – Similaridade florística entre as áreas estudadas (índice de Jaccard).

| Área | S | Campo Tenente | Furnas | Mafra Rio Sul | Rio Bonito | Palermo | Irati | Serra Alta | Terezina | Rio do Rasto | Serra Geral I | Serra Geral II |
|----------------|---|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|----------------|
| GM Costeiro | 6 | 0,44 | 0,50 | 0,40 | 0,66 | 0,55 | 0,55 | 0,33 | 0,33 | 0,40 | 0,11 | 0,09 |
| Campo Tenente | 7 | - | 0,77 | 0,50 | 0,60 | 0,50 | 0,66 | 0,44 | 0,44 | 0,50 | 0,22 | 0,30 |
| Furnas | 9 | | - | 0,70 | 0,80 | 0,54 | 0,54 | 0,36 | 0,36 | 0,41 | 0,18 | 0,25 |
| Mafra/Rio Sul | 8 | | | - | 0,70 | 0,77 | 0,60 | 0,55 | 0,55 | 0,60 | 0,33 | 0,40 |
| Rio Bonito | 9 | | | | - | 0,70 | 0,70 | 0,50 | 0,50 | 0,54 | 0,18 | 0,25 |
| Palermo | 8 | | | | | - | <u>0,77</u> | <u>0,75</u> | <u>0,75</u> | <u>0,77</u> | 0,33 | 0,40 |
| Irati | 8 | | | | | | - | <u>0,75</u> | <u>0,75</u> | <u>0,77</u> | 0,33 | 0,40 |
| Serra Alta | 6 | | | | | | | - | <u>1</u> | <u>0,75</u> | 0,25 | 0,33 |
| Teresina | 6 | | | | | | | | - | <u>0,75</u> | 0,25 | 0,33 |
| Rio do Rasto | 8 | | | | | | | | | - | 0,33 | 0,40 |
| Serra Geral I | 4 | | | | | | | | | | - | 0,66 |
| Serra Geral II | 6 | | | | | | | | | | | - |

NOTAS: S = número de espécies obtido no levantamento florístico; valores em negrito correspondem aos mais altos e valores sublinhados ao grupo de áreas com maior similaridade entre si.

4.2 COMPARTIMENTO GNÁISSICO MIGMATÍTICO COSTEIRO

4.2.1 Superfície de Agradação

4.2.1.1 Descrição do ambiente

De modo geral, o rio Iguaçu, neste compartimento, incide migmatitos (Mineropar, 1989) e granulitos (Lopes, O., com. pessoal), formando amplas planícies, na ordem de 450 a 900 m de largura (CURCIO, 2006). Segundo este autor, o canal apresenta largura média de 35 m, desenvolvendo padrão de leito meandrante, com controle estrutural ou escultural. O controle estrutural se dá devido a afaixamentos geológicos relacionados a fraturamentos/falhamentos e/ou em face da presença de rochas que oferecem resistência diferenciada ao entalhe, resultando em curvas meândricas com anomalias em sua faixa de flexura; no controle escultural, ao contrário, o rio divaga sobre seus próprios sedimentos sem influência direta de afaixamentos geológicos ou resistência de rochas (CURCIO, 2006).

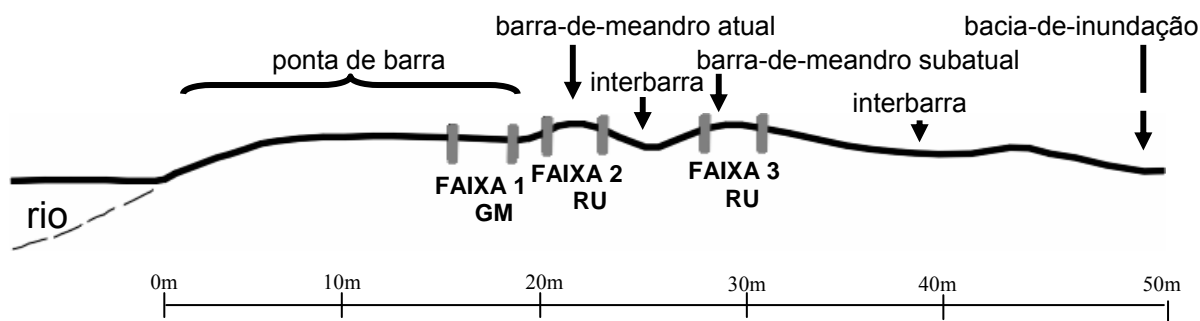
Ressalta-se que o rio Iguaçu, a montante das áreas estudadas, sofreu grandes retificações, o que, segundo CURCIO (2006), determina maiores velocidades do fluxo hídrico, maiores erosões e descartes de sedimentos sobre a planície a jusante.

A curva de agradação estudada apresenta controle estrutural. CURCIO (2006), no entanto, identificou e caracterizou feições geomórficas típicas de curvas convexas sob regime escultural - barras-de-meandros e interbarras, sendo estas, no entanto, reafeiçoadas (figura 11).

No presente estudo, a direção adotada para análise comparativa das feições geomórficas, dos solos e regimes hídricos, assim como da vegetação arbórea e epifítica e das condições microclimáticas, foi sempre perpendicular ao curso d'água – das porções mais próximas para as mais distantes do rio.

Quanto às feições geomórficas e os solos associados, partindo do rio, a curva de agradação apresenta a ponta de barra, seguida por três barras-de-meandro separadas por interbarras, terminando a seqüência na bacia de inundação (figura 11).

Figura 11 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento GM Costeiro, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: GM = Gleissolo Melânico, RU = Neossolo Flúvico.
Baseado em Curcio (2006).

A descrição das feições geomórficas presentes nesta superfície, assim como dos solos que as compõem (figura 11), foi baseada em CURCIO (2006).

A ponta de barra é formada por relevos convexados que variam de ondulado, mais próximo ao rio e sem vegetação, a praticamente plano, onde surgem as primeiras herbáceas e arbóreas, estas últimas amostradas através das parcelas que compõem a faixa um. Nesta porção da planície foi identificado Gleissolo Melânico mal drenado.

Na seqüência, existe uma barra-de-meandro atual (de formação mais recente) alçada em aproximadamente 2 m do nível fluviométrico do rio, constituída por Neossolo Flúvico imperfeitamente drenado, ou seja, com melhor drenagem que o segmento anterior. Nesta feição, foram instaladas as parcelas que compõem a faixa dois.

A interbarra que sucede a barra-de-meandro atual, com Gleissolo Háplico mal drenado, apresenta apenas vegetação herbácea.

Finalmente, com Neossolo Flúvico imperfeitamente drenado, a segunda barra-de-meandro, nominada subatual, é local da terceira faixa de parcelas. A primeira e a segunda barra-de-meandro são semelhantes, segundo BARDDAL (2006), quanto aos níveis piezométricos.

Após esta barra-de-meandro subatual, existe uma bacia de inundação com Gleissolo Melânico muito mal drenado, onde cresce vegetação herbácea.

4.2.1.2 Caracterização do componente arbóreo

De modo geral, a vegetação arbórea presente na superfície de agradação possui fisionomia uniforme, apresentando, no entanto, grandes variações em

densidade entre as três faixas estudadas (tabela 6). Apesar dessa variação, o número de fustes por indivíduo arbóreo é constante entre as faixas de parcelas.

Como é uma superfície de agradação, que está do lado interno da curva e sempre recebe sedimentos trazidos pelo rio em maior ou menor quantidade, as idades de formação das feições são diferentes – as mais recentes localizam-se em posição mais externa e as mais antigas em posição mais interiorizada. Deste modo, feições mais antigas terão sido colonizadas pela vegetação há um período maior de tempo do que feições mais recentes, o que está de acordo com a menor altura e DAP médios da vegetação instalada na barra-de-meandro atual (tabela 6) em relação aquela existente na barra-de-meandro subatual.

Por outro lado, como esta superfície pertence a uma curva com controle estrutural (CURCIO, 2006), seu avanço é limitado, pois na margem oposta estão sendo incididas rochas que oferecem resistência à erosão.

Em toda a superfície foram registradas 15 espécies (anexo 1). Dentre elas, *Sebastiania commersoniana* e *Luehea divaricata* apresentaram os maiores indivíduos que foram, contudo, escassos. Com altura máxima de 15 m e 33 cm de diâmetro, estes indivíduos ocorreram na faixa de parcelas mais interiorizada. Devido aos dejetos e resíduos que são trazidos pelo rio e depositados na área, poucos arbustos foram observados formando o que seria um sub-bosque, com aproximadamente 2 m de altura.

A faixa um apresentou baixa densidade de indivíduos arbóreos (1.733,3 ind./ha), e baixa dominância absoluta, com registro de apenas duas espécies: *Sebastiania commersoniana* (96%) e *Myrciaria tenella* (4%). Este pequeno número de árvores está provavelmente relacionado à má drenagem do ambiente (CURCIO, 2006) - GM em relevo plano que antecede uma barra-de-meandro alçada, associada aos entulhos e dejetos arrastados e depositados sobre a superfície dos solos, como também à idade de ocupação da ponta-de-barra. A altura, DAP e PIM destas árvores foram os menores da superfície de agradação (tabela 6). A espécie de árvore mais comum nesta faixa (*S. commersoniana*) foi a única que serviu como suporte para bromélias.

A comunidade da faixa dois foi composta por 12 espécies de árvores, que ocorreram em alta densidade (8.200,3 ind./ha), alta dominância e com a média de 1,5 fustes/árvore, o que significa maior disponibilidade de substrato para colonização

nesta porção da superfície. Novamente, *S. commersoniana* apresentou maior densidade relativa (88,5%), sendo também a espécie forófitica com a maior riqueza e abundância de bromélias.

Na terceira faixa houve diminuição na densidade de árvores (5.267,00 ind./ha), na dominância e no número de espécies (11) em relação à segunda faixa, sendo estes valores, no entanto, superiores à porção mais próxima ao rio. Os dados indicam que as maiores densidades encontradas nas faixas dois e três relacionam-se aos ambientes melhor drenados (CURCIO, 2006) - RU imperfeitamente drenados, do que aqueles da ponta de barra. A média de fustes por indivíduo arbóreo nesta faixa de parcelas foi a mais alta da superfície (tabela 6).

S. commersoniana apresentou maior densidade (65,4%), seguida pelas árvores mortas (9%) e *Schinus therebinthifolius* (5,1%). Nesta faixa, as alturas totais e de inversão morfológica foram as mais altas (tabela 6). Um indivíduo de *S. therebinthifolius* foi suporte do maior número de espécies e indivíduos de bromélias desta faixa, fato relacionado ao seu grande diâmetro (30,7 cm) e ao tempo em que está exposto para colonização.

A predominância de *S. commersoniana* nas florestas fluviais do Primeiro e Segundo Planaltos paranaenses é característica e bem documentada na literatura (KLEIN e HATSCHBACH, 1962; DIAS *et al.*, 2002), formando florestas bastante homogêneas. Foi registrada dominando florestas que crescem sobre solos pouco desenvolvidos (Neossolos Flúvicos) de diques marginais, inclusive em situações de restrição pelo regime de saturação hídrica do solo (Gleissolos Melânicos e Háplicos) (RODERJAN *et al.*, 2003; PASDIORA, 2003; BARDDAL *et al.*, 2003; BUFREM, 1997). BARDDAL (2002) obteve, para esta espécie, valor de importância seis vezes superior ao da espécie que ocorre na segunda posição, e relata as colorações impressas por ela nas florestas fluviais: verde-acinzentada no outono, verde-clara na primavera e verde escura durante todo o resto do ano.

A estratégia de colonização de *S. commersoniana* em ambientes saturados hidricamente está relacionada à capacidade em desenvolver lenticelas hipertrofiadas, raízes adventícias e aerênquima como respostas à inundação e conseqüente diminuição de oxigênio disponível para as raízes (KOLB *et al.*, 1998). Estes autores sugerem que a interação entre essas modificações morfoanatômicas

e outras metabólicas permite que a espécie sobreviva a períodos de inundação, com recuperação da respiração aeróbica das raízes ainda sob alagamento.

Nesta superfície é evidente o mau encaminhamento que o ser humano dá aos dejetos, proporcionando a redistribuição pela água de grandes manchas de lixo compostas por garrafas plásticas, calçados, móveis, eletrodomésticos e brinquedos pela planície, alcançando inclusive o componente epifítico (figura 47). Do mesmo modo, o forte mau cheiro constante denota a presença de resíduos orgânicos. Como provável conseqüência, a floresta não apresenta gramíneas, plântulas terrestres ou quaisquer exemplares que possam indicar a existência de uma dinâmica de regeneração.

Tabela 6 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento GM Costeiro.

| Faixas | DA (ind./ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|--------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 1.733,3 | 6,0 | 2,8 | 10,8 | 1,5 | 21,3 |
| 2 | 8.200,3 | 7,8 | 4,6 | 12,3 | 1,5 | 130,7 |
| 3 | 5.267,0 | 8,3 | 4,8 | 11,7 | 1,6 | 64,1 |

4.2.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Na agradação, as espécies de bromélias responderam positivamente, tanto na faixa dois quanto na faixa três, às maiores alturas ($p < 0,0001$) e diâmetros ($p < 0,0001$) dos forófitos (anexo 2), indicando que as dimensões das árvores estão relacionadas à ocorrência dessa epífitas, como reflexo do tempo em que o substrato está disponível para colonização. Do mesmo modo, a presença de plântulas na faixa dois está relacionada positivamente ($p = 0,0380$) à maior altura das árvores suporte. Apenas na faixa mais próxima ao rio, talvez porque as árvores sejam mais novas na ocupação do ambiente, não foi detectada relação das espécies de bromélias e de plântulas com os forófitos.

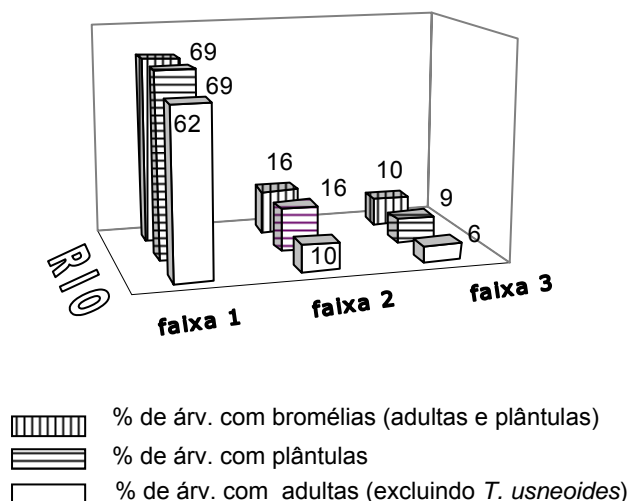
Do total de indivíduos arbóreos analisados na faixa um (figura 12), a maior parte (69%) apresentou bromélias adultas e plântulas. Nas faixas dois e três, estas porcentagens diminuíram drasticamente, representando menos de 20% das árvores analisadas, sugerindo que uma modificação nos fatores abióticos nas porções mais afastadas do rio implica em uma redução na comunidade de bromélias.

Considerando o substrato disponibilizado para colonização (tabela 6), constata-se que mesmo com muito mais superfície para fixação, não há um aumento na quantidade de árvores com adultas nem com plântulas nas duas faixas interiorizadas. Ou seja, mesmo com menos superfície disponível na faixa um, a quantidade de árvores com bromélias é semelhante à faixa dois. Adicionalmente, deve-se considerar que os forófitos mais próximos ao rio em superfícies de agradação estão disponíveis a menos tempo do que aqueles mais interiorizados na planície. Estes dados sugerem que a comunidade epífita da faixa um é beneficiada por fatores como alta umidade e alta incidência lumínica fornecidas pelo rio.

Em todas as faixas, nota-se que o número de forófitos com plântulas foi maior do que com bromélias adultas, o que está de acordo com BENZING (1981) que obteve maior número de indivíduos jovens do que adultos na Flórida.

Quantidade maior de árvores com plântulas atesta que esta área apresenta uma dinâmica ativa de colonização, com plantas adultas se reproduzindo e formando sementes que, por sua vez, estão se dispersando e se fixando ao substrato. No entanto, fica evidente também que parte das sementes que germinam e se estabelecem sobre os forófitos, não sobrevive até o estágio adulto.

Figura 12 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento GM Costeiro.



4.2.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

Avaliando-se a amostragem das comunidades de bromélias epifíticas na curva de agradação (anexo 3), tem-se a indicação que grande parte das espécies foi registrada nos primeiros forófitos, do total de 226 avaliados, com pequeno incremento em direção às últimas parcelas instaladas.

- distribuição horizontal

Foram registradas cinco espécies de bromélias nesta curva de agradação (tabela 7), em diferentes proporções, resultando em um índice de Shannon que pode ser considerado intermediário – 1,05 (tabela 2). O número de espécies, no entanto, é baixo, quando levamos em conta proximidade geográfica da Floresta Ombrófila Densa. Do mesmo modo, o número de espécies é baixo quando se analisa o regime hídrico dos solos – muito mal a imperfeitamente drenados, o que garante umidade ao ambiente. Estes dados ratificam a intensa exploração histórica destas florestas, reforçada pela atual degradação relacionada à proximidade de Curitiba.

Segundo o índice de Pielou - 0,65 existe forte relação de dominância na comunidade, dado este reiterado pelo VIE (tabela 7).

Nesta superfície foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,0001$) entre as faixas quanto à ocorrência de bromélias adultas e de plântulas, sendo a faixa um diferente das faixas dois e três ($p < 0,0001$) que, por sua vez, são mais semelhantes entre si nestes parâmetros (anexo 2). Ou seja, o registro de adultas e de plântulas sobre cada uma das árvores da faixa mais próxima ao rio foi maior do que nas faixas mais interiorizadas. A alta porcentagem das árvores colonizadas por bromélias na faixa um, mostrada na figura 12, indica que fatores abióticos (umidade e luminosidade do rio) como importantes na ocorrência e na diversidade de bromélias.

Tillandsia stricta foi a bromélia com maior valor de importância epifítica (VIE) (tabela 7). Considerando as faixas isoladamente (tabela 8), *T. stricta* também alcançou o VIE máximo, seguida por *Tillandsia usneoides* na faixa mais próxima ao rio e por *Aechmea distichantha* nas faixas mais distantes. A alta frequência de ocorrência de *T. stricta* nos forófitos demonstrado pelo VIE reforça a forte relação de dominância nesta comunidade, captada pelo baixo índice de Pielou.

Tabela 7 – Valor de importância epifítica (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento GM Costeiro.

| Espécies | VIE |
|-----------------------------|------|
| <i>Tillandsia stricta</i> | 50,8 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 23,4 |
| <i>Vriesea reitzii</i> | 11,3 |
| <i>Tillandsia recurvata</i> | 7,8 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 6,7 |

Tabela 8 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento GM Costeiro.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|-----------------------------|------|-----------------------------|------|-----------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia stricta</i> | 52,5 | <i>Tillandsia stricta</i> | 49,4 | <i>Tillandsia stricta</i> | 41,0 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 17,5 | <i>Aechmea distichantha</i> | 34,7 | <i>Aechmea distichantha</i> | 35,4 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 15 | <i>Tillandsia recurvata</i> | 15,9 | <i>Vriesea reitzii</i> | 23,6 |
| <i>Tillandsia recurvata</i> | 15 | | | | |

Na figura 13 são representadas esquematicamente as densidades absolutas (indivíduos/agrupamentos/cobertura por forófito) nas três faixas de parcelas, de cada uma das espécies e das plântulas registradas no levantamento quantitativo. Em reforço aos dados mostrados pela figura 12 (porcentagem de árvores colonizadas) e detectados quanto à distribuição de espécies entre as três faixas, observa-se um maior número de indivíduos e plântulas na faixa mais próxima ao rio.

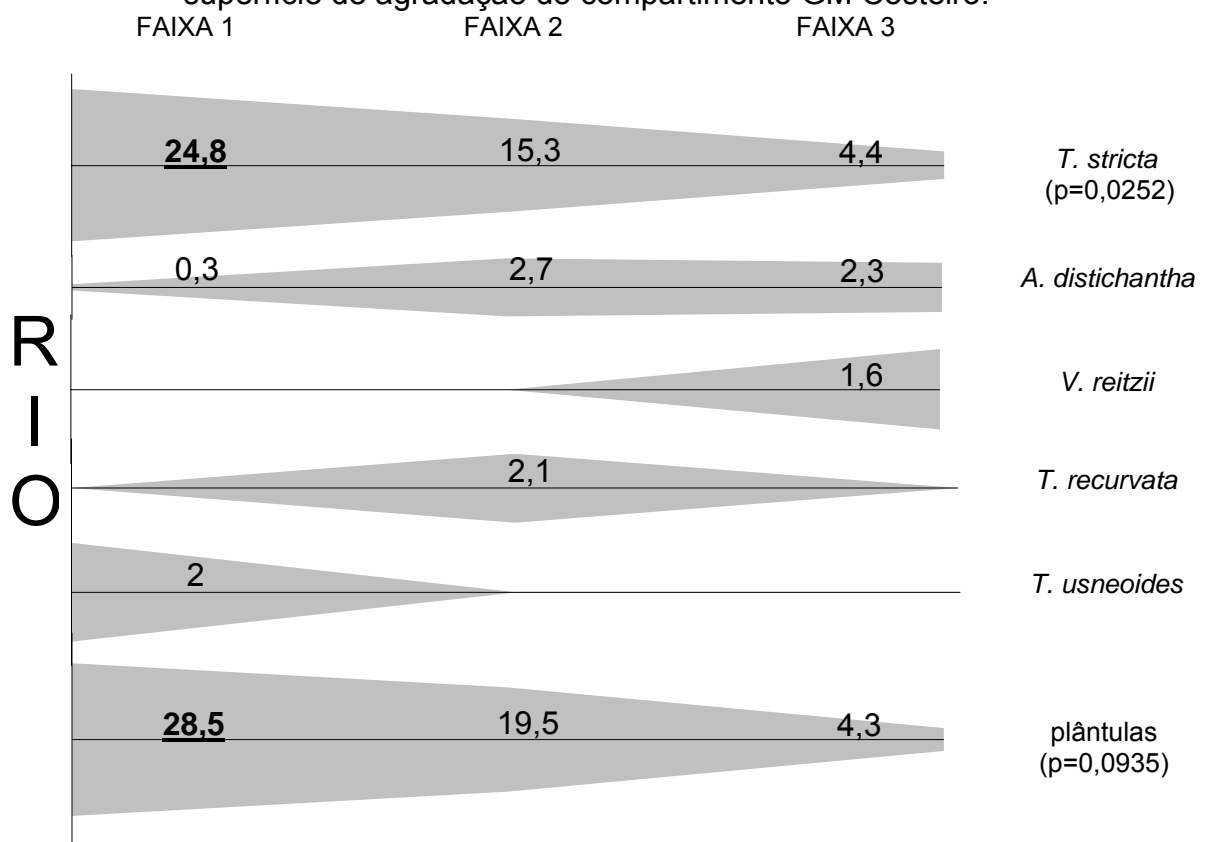
T. stricta, a espécie mais importante desta superfície, assim como as plântulas, apresentou diminuição gradativa das densidades em direção aos forófitos mais interiorizados. Suas densidades foram significativamente diferentes entre as faixas (anexo 2), com maior número de indivíduos nas árvores mais próximas ao rio (figura 13). Destaca-se novamente a importância do conjunto de fatores ambientais, como luminosidade e umidade adequadas no crescimento das bromélias epifíticas.

T. stricta ocorreu predominantemente na forma isolada sobre os forófitos avaliados, apesar de ter sido registrada em associações de até sete indivíduos, independente da posição na superfície. Considerando que a ocorrência isolada da bromélia indica que a planta originou-se a partir de semente, enquanto sua ocorrência associada indica a baixa mobilidade das sementes da espécie ou a ocorrência de reprodução vegetativa (HIETZ e HIETZ-SEIFERT, 1995b), pode-se afirmar que esta espécie apresenta tanto reprodução sexuada como vegetativa na planície do rio Iguaçu. REITZ (1983) cita que a espécie forma densas associações, sobretudo nas áreas mais abertas, como aquelas configuradas por árvores isoladas.

Nesta superfície, no entanto, não foi identificada essa relação entre as associações de *T. stricta* e forófitos mais expostos, como aqueles da ponta-de-barra.

Ao mesmo tempo, os dados indicam que o grupo de plântulas é predominantemente formado por jovens de *T. stricta*, devido às semelhanças em densidade na distribuição horizontal (figura 13) e estratificação vertical (figura 15) entre os dois grupos, além da típica formação de sementes que é muito intensa nessa espécie.

Figura 13 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento GM Costeiro.



NOTA: agrupamento/forófito - *T. recurvata*; cobertura/forófito - *T. usneoides*; indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.
0 = faixa significativamente diferente.

As duas bromélias formadoras de tanque registradas na superfície de agradação, *A. distichantha* e *V. reitzii*, tiveram aumento em densidade, apesar de não significativo, nas faixas mais afastadas do rio (figura 13). Essa ocorrência está de acordo com a maior idade dos forófitos que crescem na barra-de-meandro atual e subatual, representada por maiores alturas e diâmetros. Pressupõe-se que as espécies de maior porte devam ocorrer preferencialmente em árvores presentes há

mais tempo no ambiente e, portanto, com maiores dimensões e expostas por maiores períodos de tempo para colonização. A esta análise pode-se associar o fato dessas bromélias terem ocorrido somente na forma associada, em conjuntos de até oito indivíduos, incrementando o peso sobre os ramos/fustes dos forófitos que, deste modo, devem apresentar dimensões compatíveis.

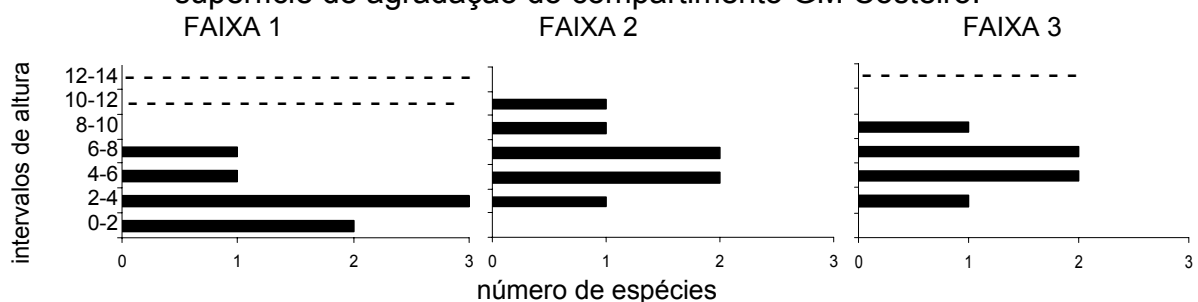
- estratificação vertical

As bromélias também podem variar verticalmente, ou seja, da base até o topo da árvore. Neste gradiente, estabelecem-se combinações variadas de umidade, temperatura e intensidade lumínica (PARKER, 1987; MADIGOSKY, 2004) onde as diversas espécies de bromélias se desenvolvem conforme suas exigências ecológicas.

Na superfície de agradação, de modo geral, as bromélias ocorreram desde a base das árvores até 12 m de altura (figura 14). Plântulas, no entanto, foram registradas apenas até os 10 m (figura 15).

Analisando-se as faixas individualmente, observa-se maior concentração de espécies em intervalo de altura menor (2-4m) na faixa mais próxima ao rio do que nas faixas mais distantes (4-12m). Inicialmente, esta diferença pode ser relacionada às menores alturas totais e de inversão morfológica dos forófitos na primeira faixa de parcelas (figura 14 e tabela 6).

Figura 14 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura na superfície de agradação do compartimento GM Costeiro.



NOTA: ----- intervalo não existente.

Complementarmente, pode-se inferir que nas árvores que margeiam o curso d'água, as bromélias exigentes por maiores intensidades lumínicas, como as atmosféricas, encontram condições para colonizar os forófitos desde a sua base.

Isto se deve ao fato do rio funcionar como uma grande “clareira” que fornece luminosidade, inclusive à porção basal dos indivíduos arbóreos, além de umidade pela evaporação da água (BENZING, 1995; LEME e MARIGO, 1993; SHAW, 2004). Em florestas interiorizadas e contínuas, maior luminosidade, que está associada a menor umidade, é registrada nos topos dos forófitos, enquanto maior umidade geralmente está disponível na base das árvores, onde o ambiente é mais sombreado (MADIGOSKI, 2004).

Quanto à estratificação vertical das espécies que apresentaram número mínimo de ocorrências para realização do teste estatístico, nenhuma mostrou preferência na distribuição por intervalos de altura (anexo 2). No entanto, alguns padrões puderam ser observados (figura 15).

T. stricta e plântulas, como na distribuição horizontal, apresentaram a estratificação vertical das densidades muito semelhantes, ocupando os intervalos mais próximos à base na faixa de árvores adjacente ao rio, e os intervalos mais altos naquelas mais interiorizadas na planície, o que ratifica o padrão discutido anteriormente.

Plântulas e os indivíduos de *T. stricta*, além do padrão semelhante na estratificação vertical das densidades, também ocorreram em posições análogas nos forófitos. Abaixo do ponto de inversão morfológica, estas bromélias foram registradas no fuste. Na copa dos forófitos, plântulas e *T. stricta* ocorreram tanto na periferia quanto no centro, o que deve estar relacionado à pequena dimensão destas plantas e a possibilidade em ocupar também ramos com menores diâmetros que, de modo geral, formam a parte mais externa da copa (RUDOLPH *et al.*, 1998).

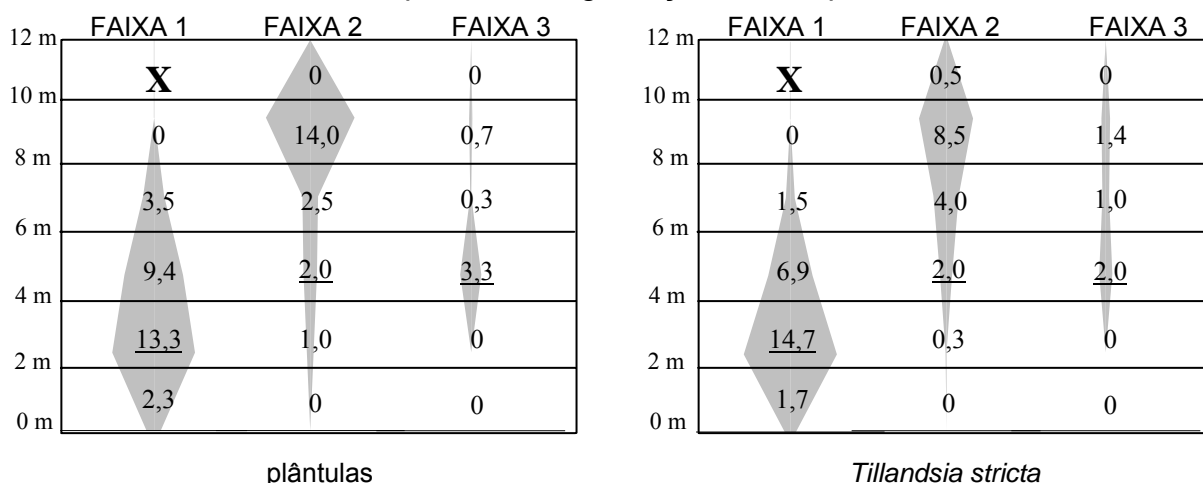
A. distichantha ocorreu exatamente no início da copa dos forófitos das três faixas de parcelas, o que certamente está relacionado ao aumento de substrato disponível para colonização pelas bromélias, padrão já identificado por outros autores (BROWN, 1990; GATTI, 2000; BONNET, 2001; STEEGE e CORNELISSEN, 1989; WERNECK e ESPÍRITO-SANTO, 2002, HOELTGEBAUM, 2003). Considerando que a espécie é ornitófila (BERNARDELLO *et al.*, 1991) e apresenta frutos carnosos (tabela 3), sugere-se que sua dispersão seja feita principalmente por aves, que utilizariam o início da copa como poleiros. Apesar de morcegos, formigas e mamíferos não voadores também transportarem sementes de bromélias

epifíticas, as aves são consideradas as principais dispersoras (BENZING e STILES, 1998).

Nas faixas mais afastadas do rio *A. distichantha* coloniza intervalos mais altos (figura 15), onde predominantemente ocorre na forma associada e na posição central da copa, o que vem de encontro aos dados de BROWN (1990), que também a registrou nas florestas argentinas. Analisando a distribuição vertical, o autor destaca que *A. distichantha* foi observada em associações que cobrem o tronco e ramos grossos inclinados, associações estas derivadas da reprodução vegetativa. A posição central da copa está relacionada à necessidade de substrato adequado para suportar o peso de associações de bromélias tanque. RUDOLPH *et al.* (1998) afirmam que a parte central da copa apresenta os galhos mais grossos, com grande área disponível. Segundo os autores, como a maioria das epífitas tem crescimento lento, demorando vários anos para alcançar maiores dimensões, aqueles indivíduos de grande tamanho são presumivelmente mais velhos e ficam restritos aos galhos com maior diâmetro.

Na floresta que margeia o rio Barigüi, afluente do rio Iguazu, KERSTEN e SILVA (2002) registraram *A. distichantha* com as maiores abundâncias dentre as 51 espécies de epífitas vasculares levantadas, o que ratifica seu grande porte e posição de destaque nas florestas fluviais da região.

Figura 15 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento GM Costeiro.



| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|------------|------------|------------|
| 12 m | | | |
| 10 m | X | 0 | 0 |
| 8 m | 0 | 0 | 0 |
| 6 m | 0 | 0 | 0 |
| 4 m | 0 | <u>2,7</u> | <u>2,3</u> |
| 2 m | <u>0,3</u> | 0 | 0 |
| 0 m | 0 | 0 | 0 |

Aechmea distichantha

NOTAS: indivíduo/intervalo.

0=PIM, X=intervalo não existente.

4.2.2 Superfície de Degradação

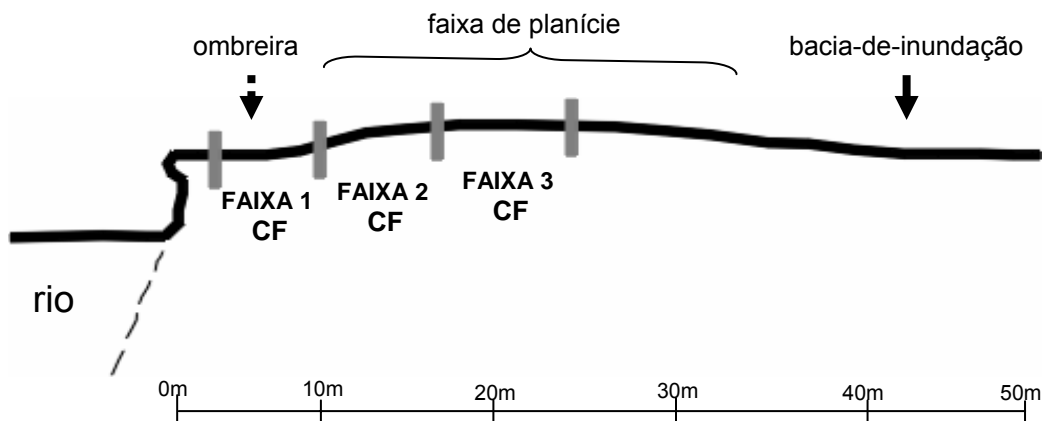
4.2.2.1 Descrição do ambiente

A superfície de degradação, em relação à curva de agradação, apresenta maior altimetria relativa (1,7 a 2,0 m acima do nível fluviométrico), com controle escultural e feições geomorfológicas bastante simplificadas (figura 16).

A ombreira, porção da margem mais próxima à água do rio, é retelinizada, com extensão de 8 a 10 metros de largura (CURCIO, 2006). Segundo este autor, na seqüência desenvolve-se uma superfície suavemente soerguida em relação à ombreira, com forma levemente convexada, que se estende por aproximadamente 30 m, nominada como planície ou faixa de planície. Nestas duas feições, onde foram instaladas, de modo contínuo, as três faixas de parcelas, prevalecem Cambissolos Flúvicos (CF) imperfeitamente drenados (CURCIO, 2006).

Ao final da faixa de planície surge uma bacia de inundação, mais baixa em relação à ombreira e à faixa de planície, com Gleissolo Melânico em ambiente muito mal drenado (CURCIO, 2006).

Figura 16 - Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento GM Costeiro, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: CF = Cambissolo Flúvico.
Baseado em Curcio, 2006.

4.2.2.2 Caracterização do componente arbóreo

Em contraste à superfície de agradação deste compartimento, a vegetação da curva de degradação apresentou homogeneidade quanto às densidades, alturas e diâmetros médios (tabela 9). Foram registradas 13 espécies de árvores, novamente com predomínio de *Sebastiania commersoniana*. Essa homogeneidade da vegetação deve estar relacionada às semelhanças existentes entre as feições geomórficas e os solos, inclusive quanto à sua drenagem, sob as três faixas de parcelas analisadas. Do mesmo modo, sendo esta uma superfície antiga, que está sendo destruída pelo avanço do rio, ao contrário das agradações, que são recentes e em plena construção, os sedimentos foram depositados a um período maior de tempo, apresentando inclusive certo grau de desenvolvimento dos solos (CURCIO, 2006). Sendo assim, a vegetação também apresenta um tempo de desenvolvimento maior e mais homogêneo do que aquela existente numa superfície de agradação.

No entanto, deve-se salientar que não foram registrados exemplares arbóreos com grandes dimensões nas parcelas; os maiores indivíduos não ultrapassaram 12 m de altura e 30 cm de diâmetro, indicando que esta formação vegetacional foi intensamente explorada em passado recente. Apenas uma *Erythrina crista-galli* foi observada próxima à faixa três, sendo caracteristicamente um suporte de grande quantidade de bromélias na planície do rio Iguaçu.

O sub-bosque existente na área de estudo, com cerca de 2,5 m, é formado por indivíduos pouco desenvolvidos e muito esparsos, o que pode ser relacionado à

ação do lixo trazido pela água do rio que se deposita em toda a superfície, assim como ao gado que está presente nesta área.

A faixa um, com 3.933,3 árvores por hectare, destaca-se apenas pela menor altura dos seus indivíduos, sendo as médias dos PIM e DAP e a DoA muito semelhantes ao restante da floresta amostrada (tabela 9). Foram registradas seis espécies, sendo *S. commersoniana* a mais abundante (79,7%), seguida pelas mortas (6,8%) e *Guettarda uruguensis* (5,1%). Também foi *S. commersoniana* a espécie forofítica com maior riqueza e abundância de bromélias.

A faixa dois apresentou seis espécies de árvores, distribuídas na maior densidade de indivíduos arbóreos (4.866,7 ind./ha), maior dominância absoluta e maior média de fustes por árvore da superfície (tabela 9). Nesta faixa, *S. commersoniana* foi novamente a mais abundante (50,7%) entre as espécies registradas, destacando-se, no entanto, outras espécies em número de indivíduos, como *Myrciaria tenella* (21,9%), *Ilex theezans* (12,3%), mortas (6,8%) e *Vitex megapotamica* (4,1%). *S. commersoniana* foi o principal forófito para as bromélias.

Na terceira faixa desta superfície houve diminuição da densidade de árvores (3.333,3 ind./ha) e na dominância absoluta, mantendo a semelhança entre os descritores calculados para as outras faixas, a despeito de uma pequena diminuição em altura (tabela 9). Foram registradas dez espécies de árvores, destacando-se em densidade *S. commersoniana* (46%), *Myrciaria tenella* (18%), *Myrsine loefgrenii* (10%), mortas (8%) e *Myrcia laruotteana* (4%). *S. commersoniana*, assim como *M. tenella*, foram suporte de bromélias adultas e plântulas.

M. tenella é uma mirtácea que possui, caracteristicamente, ritidoma liso e descamante, o que significa baixa qualidade e pouca estabilidade de substrato para fixação de epífitas (STEEGE e CORNELISSEN, 1989; HIETZ e HIETZ-SEIFERT, 1995a; FREIBERG, 1996; HIETZ, 1997; RUDOLPH *et al.*, 1998). Deste modo, é provável que as plântulas registradas nos exemplares desta espécie sejam descartadas no período em que o indivíduo soltar as placas de ritidoma, com exceção para aquelas que se fixaram em ocos ou reentrâncias. Por outro lado, o exemplar de *T. stricta*, registrado em uma forquilha na periferia da copa, não estava em floração, e poderá ainda ser perdido até atingir sua idade adulta. Vale destacar que, nesta mesma área, um indivíduo bem desenvolvido de *Aechmea distichantha* foi registrado sobre um exemplar de *M. tenella* na primeira fase do trabalho de

campo (08/2003), sendo encontrado, na segunda fase (11/2004), caído no chão, ao lado da árvore.

Tabela 9 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento GM Costeiro.

| Faixas | DA (ind./ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|--------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 3.933,3 | 5,8 | 3,1 | 9,3 | 1,2 | 30,0 |
| 2 | 4.933,3 | 6,8 | 3,3 | 9,7 | 1,5 | 44,3 |
| 3 | 3.333,3 | 6,6 | 3,3 | 9,6 | 1,5 | 28,2 |

4.2.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias

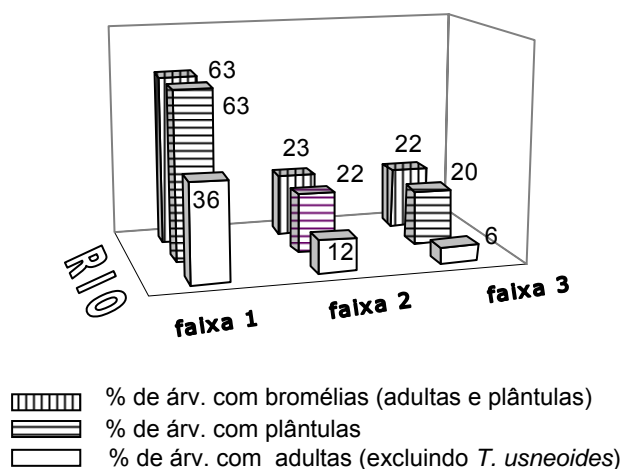
A diversidade de espécies de bromélias nesta superfície apresentou relação significativa com o DAP e altura total dos forófitos (tabela 9), em repetição ao que foi constatado na curva de agradação deste compartimento. Nesta superfície, no entanto, a relação com os maiores diâmetros ($p=0,0014$) e alturas ($p=0,0636$) foi detectada na faixa de parcelas mais próxima ao rio, e com alturas ($p=0,0345$) na segunda faixa (anexo 2). Segundo a literatura (YEATON e GLADSTONE, 1982; BENZING, 1990; HIETZ e HIETZ-SEIFERT, 1995a; SHAW, 2004) as dimensões dos forófitos representam o tempo disponível para colonização pelas epífitas, sendo o principal fator determinante na quantidade e diversidade de espécies colonizadoras. No Brasil, vários trabalhos já demonstraram a relação da diversidade e abundância epifítica, inclusive da família Bromeliaceae, com a dimensão dos forófitos (FONTOURA *et al.*, 1997; GATTI, 2000; BREIER, 1999; MATOS, 2000), todos eles, no entanto, desenvolvidos na Floresta Ombrófila Densa.

Na figura 17 pode-se observar que, na faixa um, a maior parte (63%) das árvores apresentou registro de bromélias, com diminuição desta taxa naquelas localizadas mais distante do rio. Nesta curva, como as densidades amostradas de arbóreas são semelhantes entre as faixas (tabela 9), as taxas de colonização por adultas e por plântulas demonstram claramente a diminuição de bromélias à medida que aumenta a distância entre as árvores e o rio. Além da maior umidade e luminosidade disponibilizada à vegetação que se estabelece sobre a ombreira pela existência do curso d'água, pode-se inferir que o rio, como um grande corredor, fornece sementes com maior frequência e abundância à primeira faixa de árvores das superfícies de degradação.

A influência da umidade proveniente da bacia-de-inundação, onde existem solos muito mal drenados e a influência do grande número de bromélias sobre um exemplar de *Erythrina crista-galli*, provavelmente não é detectada por este levantamento devido à intensa exploração que já houve da vegetação nesta superfície.

Nas três faixas, a frequência de registro de plântulas é maior do que de adultas (figura 17), indicando a existência de uma dinâmica de colonização por sementes que se estabelecem no substrato, mas em parte, não atingem a idade adulta. Além de mortalidade, a grande diferença entre as árvores com plântulas e adultas pode ser também relacionada à coleta manual de bromélias por pessoas que transitam na área. Como consta na tabela 10, as bromélias tanque são comuns nesta curva, o que atrai a atenção das pessoas, como pescadores/banhistas/locais que utilizam a trilha ali existente.

Figura 17 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento GM Costeiro.



4.2.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

Grande parte das espécies foi registrada nos primeiros forófitos analisados, como pode ser observado na curva espécies-área (anexo 3). Foram incluídos 182 forófitos na amostragem e, depois dos primeiros 50, apenas uma nova espécie de bromélia foi encontrada.

- distribuição horizontal

A superfície de degradação, onde foram registradas seis espécies de bromélias, detém um índice de Shannon intermediário ($H' = 1,28$), quando consideramos os outros valores obtidos neste trabalho (tabela 2). O índice de Pielou ($E = 0,72$) indica a dominância por alguma espécie da comunidade, fato reforçado pelo VIE (tabela 10), que detecta a grande importância assumida por *T. stricta*.

Na curva de degradação, assim como na agradação anterior, também foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,0001$) entre as faixas quanto à ocorrência de adultas e de plântulas, sendo a faixa um diferente das faixas dois e três ($p < 0,0001$) que, por sua vez, semelhantes entre si nestes parâmetros (anexo 2). Ou seja, o registro das adultas e das plântulas sobre as árvores da faixa mais próxima ao rio é significativamente mais alto do que aqueles nas árvores mais interiorizadas. Estes dados, associados aos mostrados na figura 17, sustentam que as condições abióticas (umidade e luminosidade) existentes na proximidade do rio são determinantes para a diversidade de bromélias e a ocorrência de plântulas.

Considerando as faixas separadamente (tabela 11), *T. stricta* é a bromélia que ocorre sobre mais indivíduos e mais espécies forófitas, seguida por duas bromélias tanque na primeira faixa (*Vriesea reitzii* e *Vriesea friburgensis*) e duas bromélias tanque na segunda faixa (*Vriesea reitzii* e *Aechmea distichantha*). O aumento em importância de bromélias tanque na superfície de degradação, em comparação com a agradação anterior, demonstra uma relação dessas bromélias com florestas estabelecidas na planície por períodos de tempo maiores. A relação das bromélias tanque com florestas mais antigas foi discutida em BONNET (2001), onde o avanço dos estádios sucessionais da floresta foram acompanhados com um aumento em diversidade e abundância das bromélias tanque na Floresta Ombrófila Densa.

T. usneoides, que não foi registrada nos nove forófitos escolhidos para quantificação das bromélias, é pouco freqüente nesta curva de degradação. Na faixa mais próxima ao rio foi registrada em alguns exemplares apenas, e na faixa três, uma única vez. Estes dados indicam que as condições abióticas que prevalecem nesta superfície não são adequadas para o crescimento vigoroso da espécie.

Do mesmo modo, *A. distichantha* e *V. friburgensis* também não foram quantificadas por não estarem presentes nos forófitos escolhidos para este procedimento. *V. friburgensis*, uma espécie muito freqüente em todas as áreas de estudo inseridas na Floresta Ombrófila Mista, curiosamente não foi registrada na superfície de agradação descrita anteriormente. As superfícies de agradação e degradação deste compartimento são muito próximas geograficamente, localizadas do mesmo lado do rio Iguaçu, sendo separadas apenas por pequenas bacias de inundação e uma estrada. Uma das razões para a ausência poderia ser a coleta de plantas adultas por moradores locais, que transitam freqüentemente na superfície de agradação em busca de madeiras/objetos trazidos pelas enchentes, o que poderia ter reduzido significativamente a população dessa espécie de bromélia.

Tabela 10 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento GM Costeiro.

| Espécies | VIE |
|-----------------------------|------|
| <i>Tillandsia stricta</i> | 51,8 |
| <i>Vriesea reitzii</i> | 12,7 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 9,6 |
| <i>Tillandsia recurvata</i> | 9,6 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 9,6 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 6,6 |

Tabela 11 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento GM Costeiro.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|-----------------------------|------|-----------------------------|------|-----------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia stricta</i> | 45,4 | <i>Tillandsia stricta</i> | 54,2 | <i>Tillandsia stricta</i> | 70,8 |
| <i>Vriesea reitzii</i> | 14,4 | <i>Vriesea reitzii</i> | 20,8 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 29,2 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 14,4 | <i>Aechmea distichantha</i> | 12,5 | | |
| <i>Tillandsia recurvata</i> | 12,9 | <i>Tillandsia recurvata</i> | 12,5 | | |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 12,9 | | | | |

As densidades absolutas das espécies de bromélias, assim como também das plântulas, estão representadas em esquema na figura 18. Apenas *T. recurvata* foi quantificada na forma de agrupamentos, diferente das outras, que puderam ser amostradas como indivíduos.

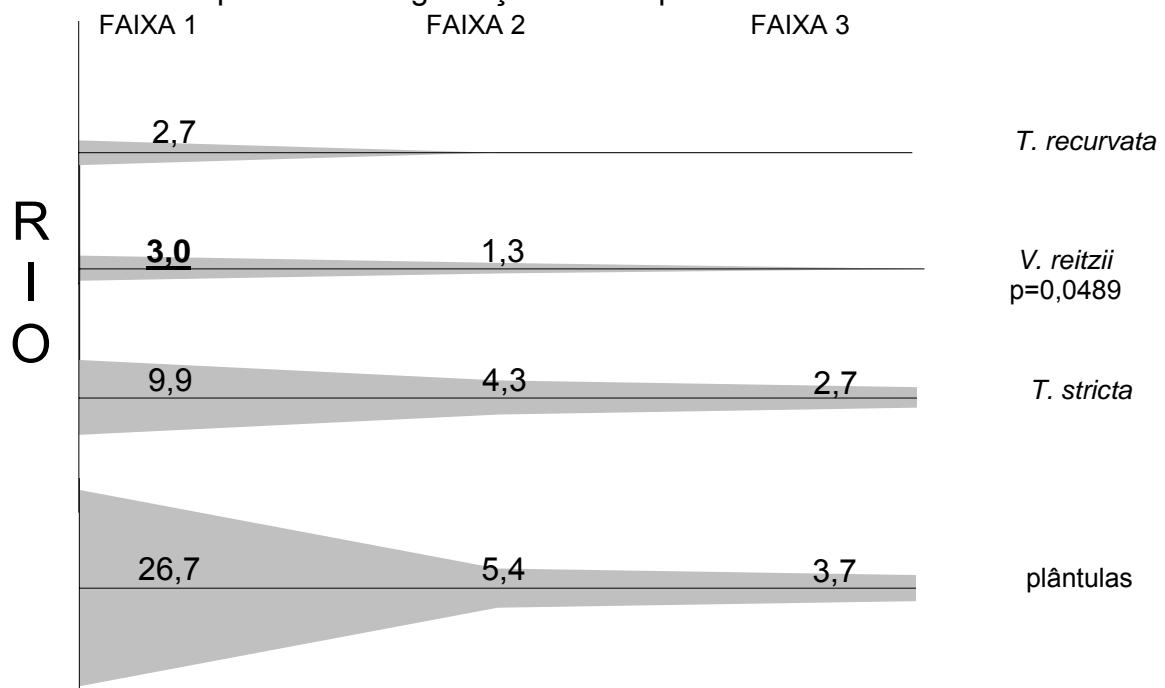
De modo geral, nesta superfície todas as espécies quantificadas foram similares na distribuição entre as faixas, diminuindo o número de

indivíduos/agrupamentos gradativamente com o aumento da distância do rio (figura 18).

Analogamente à curva de agradação, *T. stricta* destacou-se como a mais importante na comunidade, e apresentou comportamento semelhante às plântulas quanto à diminuição gradativa das densidades com o aumento da distância do rio. Assim como na agradação, a citada espécie ocorreu predominantemente na forma isolada sobre os forófitos das três faixas de parcelas.

Estatisticamente, apenas *V. reitzii* apresentou diferenças significativas em densidade, ocorrendo com maior número de indivíduos na faixa um, na forma isolada de crescimento. Na segunda faixa de parcelas, esta espécie também foi registrada na forma associada de dois indivíduos. Com base nas observações na planície do rio Iguaçu, sugere-se que o crescimento vegetativo é uma estratégia reprodutiva tão importante quanto a reprodução sexuada para esta espécie de bromélia.

Figura 18 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento GM Costeiro.



NOTAS: agrupamento/forófito - *T. recurvata*; indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

0 = faixa significativamente diferente.

- estratificação vertical

Na variação vertical das bromélias desta superfície, de modo geral, houve registro de exemplares desde a base até 8 m de altura (figura 19), o que está de acordo com o tamanho médio (7,3 m de altura) das árvores mais altas.

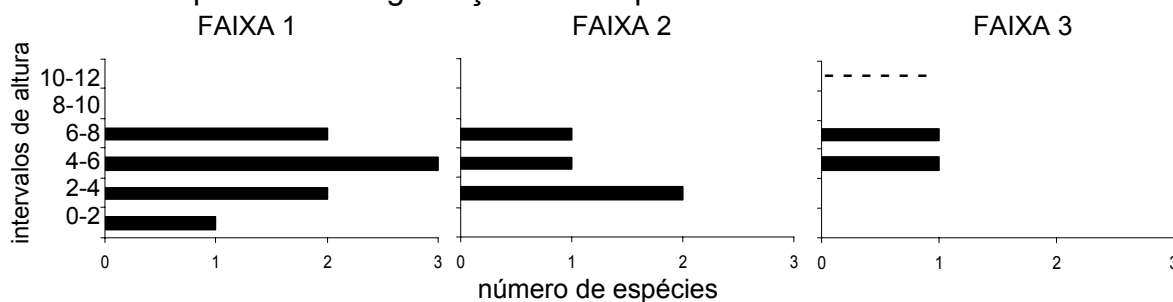
Na faixa um, a colonização iniciou em intervalos de altura menores, como também ocorreu na agradação, remetendo aos fatores luminosidade e umidade disponibilizadas ao componente epifítico pela existência do rio. Este padrão poderá ser interrompido quando grandes cheias atingirem os forófitos e, com isso, removerem bromélias adultas e plântulas do substrato, principalmente das superfícies de degradação, onde a água do rio atinge com mais energia as árvores instaladas na margem.

A concentração de espécies de bromélias na faixa um foi de 4-6 m de altura, onde também se registrou o PIM e maior densidade de plântulas e de *T. stricta* (figura 20).

Na faixa dois e três os intervalos de concentração de espécies também foram coincidentes ao PIM médio dos forófitos, o que pode sugerir que o aumento em diversidade e abundância de bromélias está fortemente relacionado com o aumento em substrato para colonização devido ao início da copa.

Do mesmo modo, as plântulas apresentaram maiores densidades na região do início da copa. No entanto, quanto a sua distribuição em relação aos limites horizontais da copa, há indicação de um padrão aleatório, tendo sido registradas tanto no fuste, como nas partes central e periférica da copa. Esse dado contraria RUDOLPH *et al.* (1998), que relacionam plântulas com os galhos mais finos da porção mais externa da copa.

Figura 19 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento GM Costeiro.

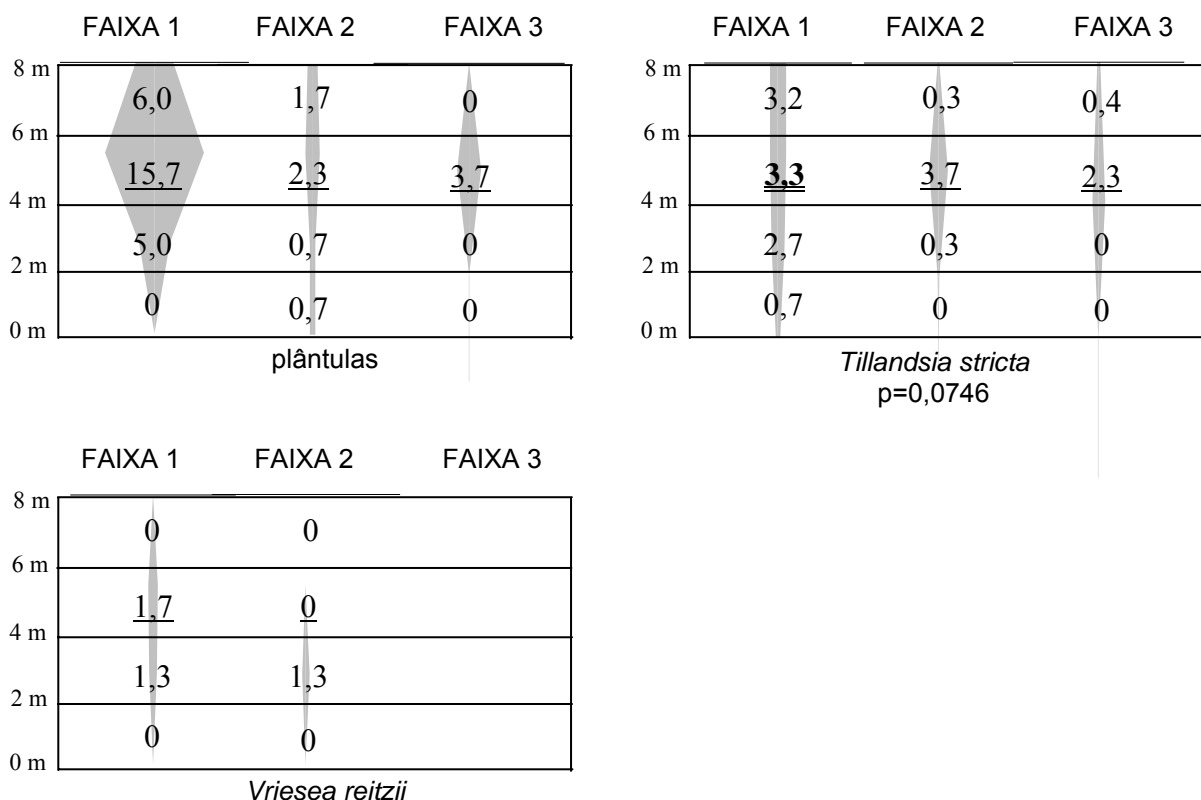


NOTA: ----- intervalo não existente.

T. recurvata, não representada na sua estratificação vertical por ter ocorrido apenas na primeira faixa, foi registrada entre 4-8 m de altura dos forófitos, apresentando preferência pelo intervalo 6-8 m ($p=0,0137$), posicionando-se apenas na periferia da copa. Apesar do baixo número de indivíduos, os dados estão de acordo com a literatura que cita esta espécie como sendo heliófila (REITZ, 1983).

V. reitzii foi observada predominantemente no fuste e na parte central das copas dos forófitos, o que está relacionado ao grande tamanho dos indivíduos da espécie, que forma tanques onde acumula água e matéria orgânica. Ou seja, como já foi discutido na superfície anterior para *A. distichantha*, grandes bromélias necessitam de galhos mais grossos que estão localizados na parte central da árvore.

Figura 20 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento GM Costeiro.



NOTA: indivíduo/intervalo.

0 = PIM, 0 = intervalo significativamente diferente.

4.3 COMPARTIMENTO CAMPO DO TENENTE

4.3.1 Superfície de Agradação

4.3.1.1 Descrição do ambiente

Neste compartimento o rio Iguaçu incide rochas sedimentares do grupo Itararé, formação Campo do Tenente, primeira área de estudo no Segundo Planalto paranaense. Nesta região, de modo geral, o rio apresenta cachoeiras em decorrência da influência de movimentos tectônicos (MAACK, 2002) o que, segundo CURCIO (2006), resulta em forte controle estrutural, formando padrões sinuosos encaixados que se sucedem às curvas de alta angulosidade. Ainda segundo o autor, os vales desse compartimento têm como característica a presença de paredões de escarpa abruptos esculpidos em arenitos por ação direta do rio Iguaçu.

As planícies deste compartimento são mais estreitas que as do CGM Costeiro, variando de 60 a 100 metros de largura. As áreas de estudo, no entanto, estão inseridas em uma grande “alça-fluvial”, na localidade de Engenheiro Bley, onde o rio esculpiu uma planície com praticamente 900 metros de largura (CURCIO, 2006).

A despeito do controle estrutural, a curva de agradação (figura 21) apresenta as feições típicas esperadas para esta superfície: uma barra-de-meandro atual e uma subatual, separadas pela interbarra (CURCIO, 2006).

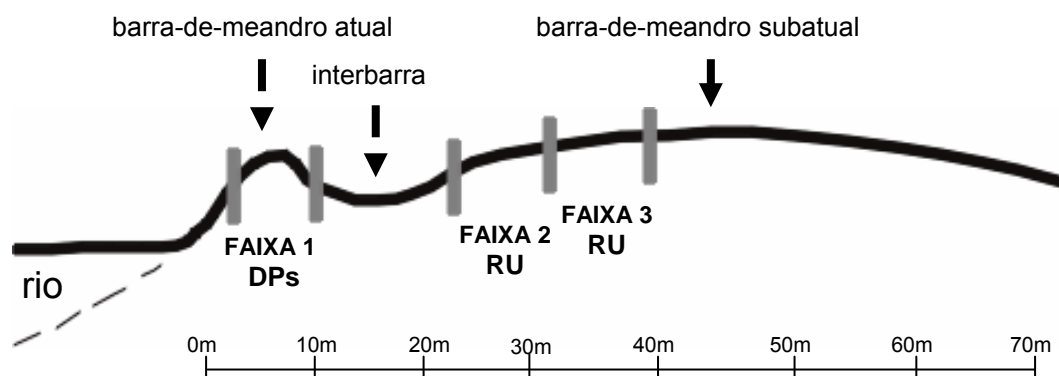
A descrição da geomorfologia e os solos desta superfície de agradação foi baseada em CURCIO (2006).

A barra de meandro atual, de forma convexa, possui alçamento em torno de 2 m e largura aproximada de 10 m. Sob as parcelas que compõem a faixa um, esta feição geomórfica apresenta Depósito Psamítico, textura arenosa, regime de drenagem fortemente drenado, que difere dos Neossolos Flúvicos também encontrados na área, apenas pela ausência do horizonte superficial.

Na seqüência, a interbarra apresenta Neossolo Flúvico imperfeitamente drenado, onde nenhum exemplar arbóreo foi registrado.

A barra-de-meandro subatual, também de forma convexa, apresenta-se ainda mais alçada (cerca de 3 m) e mais larga (50 m) que a atual, com declives mais suaves. Nesta feição foram instaladas as faixas de parcelas dois e três, sob as quais existe Neossolo Flúvico (RU), textura arenosa, em ambiente fortemente drenado.

Figura 21 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Campo do Tenente, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: DPs = Depósito psamítico, RU= Neossolo Flúvico
Baseado em Curcio (2006).

4.3.1.2 Caracterização do componente arbóreo

Das margens do rio em direção ao interior da planície, as arbóreas da curva de agradação apresentaram densidades decrescentes, médias de altura crescentes e diâmetros variáveis. As quinze espécies de árvores registradas combinaram-se diferentemente na superfície, com ocorrência de apenas duas na primeira faixa, e 14 nas faixas mais interiorizadas. Sendo uma superfície de agradação, as arbóreas mais próximas ao rio devem existir há um período de tempo menor do que aquelas mais interiorizadas, apesar do controle estrutural que limita o avanço na deposição dos sedimentos (Curcio, 2006).

Exemplares de grande porte foram registrados nas três faixas de parcelas, destacando-se fisionomicamente das restantes. Na faixa mais próxima ao rio, *Salix humboldtiana* apresentou as maiores dimensões, cabendo à *Luehea divaricata* este papel nas faixas mais interiorizadas. As maiores alturas destes exemplares estão em torno de 14 m, enquanto os maiores diâmetros, aproximadamente 54 cm. Nas faixas de parcelas dois e três foi registrado um sub-bosque com densidade intermediária, quando comparado com as outras áreas estudadas. Apresentou cerca de 2 m de altura, conferindo alguma dificuldade em caminhar na floresta.

Comparando-se esta superfície com a curva de agradação do compartimento anterior, que possui controle estrutural e baixa densidade de árvores na faixa de parcelas mais próxima ao rio, a presente superfície também apresenta controle estrutural, mas uma alta densidade de arbóreas na barra-de-meandro atual (5.333,3

ind./ha) (tabela 12). Estes dados sugerem que o regime hídrico nesta feição geomórfica - fortemente drenado (CURCIO, 2006) favorece o estabelecimento e desenvolvimento de um maior número de indivíduos arbóreos, ao contrário da agradação do CGM costeiro, onde os solos são mal drenados.

Por outro lado, pôde-se observar que as árvores mais próximas ao rio apresentaram as menores alturas (tabela 12), assim como já foi citado para as arbóreas das superfícies do compartimento anterior, indicando que estes dados venham a se repetir nas outras áreas estudadas. Pode-se inferir que os indivíduos que ocupam a posição adjacente ao rio recebam luminosidade suficiente da grande “clareira” configurada pelo rio, sem necessidade de crescer em altura para alcançar a luminosidade que, nas florestas contínuas, existe apenas no estrato superior ou na zona eufótica. As árvores mais próximas ao rio também apresentaram maior número de fustes por indivíduo arbóreo em relação às arbóreas das outras faixas de parcelas (tabela 12), apesar da pouca diferença entre elas.

Apenas duas espécies foram registradas nesta faixa: *Sebastiania commersoniana* e *S. humboldtiana*. *S. commersoniana* obteve uma densidade relativa de 96,3%, sendo suporte da maior abundância e diversidade de bromélias. Os poucos indivíduos de *S. humboldtiana*, por sua vez, apresentaram as maiores dimensões, caracterizando-se também como bons suportes epifíticos.

As faixas dois e três, instaladas na barra-de-meandro suabtual, são semelhantes em altura total e altura do ponto de inversão morfológica (tabela 12), além de terem sido representadas por nove espécies cada. Sugere-se que, devido a estas semelhanças e aos indivíduos de grande porte ali registrados, esta parte da floresta seja mais desenvolvida do que aquela existente na faixa um.

As árvores da faixa dois apresentaram um diâmetro médio superior às outras árvores, ratificado pela dominância absoluta (tabela 12), o que se deve à inclusão nas parcelas dos grandes indivíduos de *Luehea divaricata*, uma tiliácea comum nas planícies da região. Nesta faixa, a espécie com maior densidade, *S. commersoniana* (31%) foi predominante na comunidade que apresentou proporções mais equilibradas entre as espécies. *L. divaricata* e *Allophylus edulis*, cada uma com 13,8%, além de *Casearia decandra* e *Rudgea jasminoides*, cada uma com 10,3%, também se destacaram nas parcelas. Diretamente relacionado às grandes

dimensões alcançadas pelos indivíduos de *L. divaricata*, foram registradas nesta espécie a maior abundância e maior diversidade de bromélias.

A comunidade de arbóreas da faixa três apresentou densidades equilibradas, sendo composta principalmente por *S. commersoniana* (23,8%), seguida por *R. jasminoides* (19%), árvores mortas (14,3%), *A. edulis* (9,5%) e *Nectandra grandiflora* (9,5%). No entanto, o diâmetro e a dominância das arbóreas diminuiu em relação à faixa anterior. *S. commersoniana* e *N. grandiflora* apresentaram o maior número de espécies e as maiores abundâncias de bromélias.

Allophylus edulis, uma sapindácea que ocorre em altas densidades nas faixas de parcelas mais afastadas do rio, foi observada com baixíssima colonização por bromélias. Atribui-se esta quase ausência ao ritidoma descamante do forófito, soltando-se em placas que traduzem baixa qualidade e pouca estabilidade de substrato para fixação de epífitas, como discutido no compartimento anterior.

Tabela 12 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Campo do Tenente.

| Faixas | DA (ind./ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|--------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 5.333,3 | 5,5 | 2,5 | 12,6 | 1,3 | 91,6 |
| 2 | 2.267,0 | 6,5 | 2,8 | 15,6 | 1,1 | 60,9 |
| 3 | 1.400,0 | 6,6 | 2,5 | 12,5 | 1,2 | 23,0 |

4.3.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Na barra-de-meandro atual, a ocorrência de espécies de bromélias apresenta relação positiva com o DAP ($p < 0,0001$) e com o número de fustes ($p = 0,0701$) (anexo 2), ou seja, quanto maior o diâmetro e o número de fustes por forófito, maior a ocorrência de espécies de bromélias. O número de fustes, que na faixa mais próxima ao rio resultou na maior média (tabela 12), assim como o diâmetro dos indivíduos arbóreos, é importante para plantas epifíticas, na medida em que aumentam a superfície disponível para fixação. Outros trabalhos já registraram a presença de fustes múltiplos em arbóreas de planícies fluviais (BARDDAL, 2002; SVOLENSKI, 2000), característica relacionada pelos autores a adaptação das plantas aos solos sazonalmente inundáveis e a consequência do processo de antropização.

No início da barra-de-meandro subatual, faixa dois, a ocorrência de espécies de bromélias apresentou relação positiva com o diâmetro ($p < 0,0001$), altura total ($p < 0,0001$) e altura de inversão morfológica ($p = 0,0492$) das árvores (anexo 2). Nesta faixa foram registrados grandes indivíduos de *L. divaricata*, que apresentaram diâmetros, alturas totais e de inversão morfológica maiores do que a média calculada para a comunidade apresentando, deste modo, mais superfície disponível para colonização e servindo como excelentes suportes para as bromélias.

Na faixa três, além da ausência de grandes exemplares arbóreos, a densidade de árvores foi menor, não sendo detectadas relações significativas entre os descritores forofíticos e a ocorrência de bromélias. No entanto, quando observamos a figura 22, pode ser constatado que, do substrato total disponibilizado, grande parte foi colonizada por adultas e plântulas nesta faixa mais afastada do rio. Ou seja, a maior parte dos poucos forófitos registrados teve registro de bromélias, na sua forma jovem ou adulta.

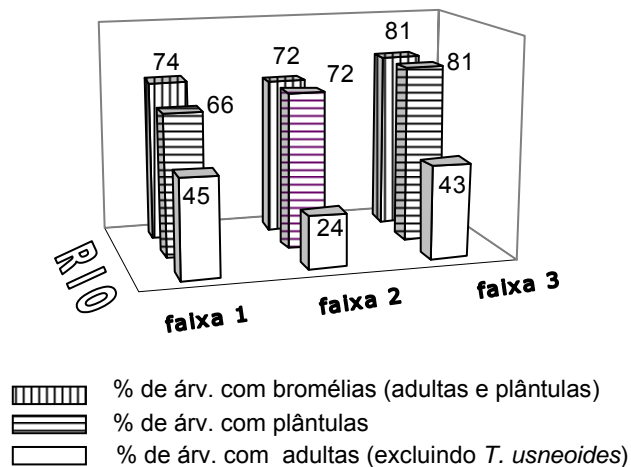
Por outro lado, quando consideramos as densidades de arbóreas (tabela 12), fica evidente que a quantidade de árvores com bromélias foi maior na margem mais imediata ao rio, remetendo-nos à importância dos fatores luminosidade-umidade para as bromélias.

Nesta superfície, a ocorrência de plântulas não apresentou correlação com as características dos forófitos, o que indica que os indivíduos jovens se estabeleceram sobre o substrato independentemente do tempo e da quantidade que está exposta, como do seu grau de inclinação. Complementarmente, a ocorrência de bromélias jovens foi alta (figura 22); das árvores registradas com bromélias, a grande maioria apresenta plântulas.

A porcentagem de árvores com plântulas é muito superior à porcentagem de árvores com adultas (figura 22), ou seja, sementes estão sendo produzidas, estão se fixando e plântulas estão se estabelecendo. Essa relação da porcentagem de árvores com plântulas e árvores com adultas (excluindo *T. usneoides*), pode indicar que adultas estão sendo retiradas da área, o que parece não ser verdadeiro nesta curva, pois a vegetação não traduz forte pressão antrópica. A relação pode estar mostrando também que as plântulas estão formando adultas em proporções muito baixas, e isso vale principalmente nas faixas mais afastadas do rio, onde estas porcentagens apresentam maiores diferenças entre si. Infere-se, deste modo, a

existência de algum fator restritor, como umidade, luminosidade ou características dos forófitos, além da competição, que estariam diminuindo o crescimento e a sobrevivência das plântulas.

Figura 22 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Campo do Tenente.



4.3.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

Nesta superfície de agradação, a curva espécies-área (anexo 3) demonstra que grande parte das espécies de bromélias foi amostrada já nos primeiros forófitos incluídos nas parcelas do total de 130 avaliados.

- distribuição horizontal

Esta superfície de agradação detém o mais alto índice de Shannon ($H' = 1,58$) entre todas as áreas estudadas, obtido através da ocorrência de seis espécies amostradas. Segundo a equidade entre as espécies ($E = 0,88$), as espécies ocorreram em proporções semelhantes, o que é reiterado pelo VIE (tabela 13) das espécies na curva. Além destas seis espécies, *Aechmea distichantha* também foi observada na área, apesar de não ter ocorrido dentro das nove parcelas instaladas.

Na curva de agradação não foram detectadas diferenças entre as faixas quanto à ocorrência de espécies de adultos e de plântulas. Deste modo, apesar da intensa colonização do substrato disponível na margem imediata ao rio, pode-se afirmar que as adultos e as plântulas apresentaram uma ocorrência homogênea

entre as árvores desta superfície, ocorrência esta provavelmente equilibrada pela floresta mais desenvolvida na barra-de-meandro subatual e pelos grandes exemplares arbóreos. Do mesmo modo, deve-se considerar que os solos imperfeitamente drenados da interbarra aumentam a umidade disponível no ambiente, além daquela proveniente do rio.

Entre as bromélias registradas sobre indivíduos e espécies forofíticas nas três faixas (tabela 14), *Aechmea recurvata* ocorreu apenas nas porções da floresta mais desenvolvida da barra-de-meandro subatual, sugerindo que esta espécie se instale em arbóreas expostas para colonização há um período maior de tempo.

Os valores de importância calculados para as espécies, tanto na curva como em cada uma das faixas, mostram a grande importância assumida por *Vriesea friburgensis* nesta superfície. Esta espécie formadora de tanque está aparentemente associada às altas intensidades lumínicas incidentes nas arbóreas mais expostas da floresta fluvial, o que contraria REITZ (1983), que cita *V. friburgensis* var. *tucumanensis* (Mez ex DC.) L. B. Sm. como sendo característica de ambientes de luz difusa e não exigente quanto à umidade relativa do ar.

Tabela 13 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Campo do Tenente.

| Espécies | VIE |
|-------------------------------|------|
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 33,1 |
| <i>Tillandsia mallemontii</i> | 18,9 |
| <i>Tillandsia stricta</i> | 17,5 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 14,7 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 10,9 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 4,8 |

Tabela 14 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Campo do Tenente.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|-------------------------------|------|-------------------------------|------|-------------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 36,8 | <i>Tillandsia mallemontii</i> | 31,7 | <i>Tillandsia stricta</i> | 29,7 |
| <i>Tillandsia mallemontii</i> | 21,5 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 26,9 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 29,7 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 19,4 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 14,5 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 14,8 |
| <i>Tillandsia stricta</i> | 13,2 | <i>Tillandsia stricta</i> | 9,8 | <i>Tillandsia mallemontii</i> | 11,0 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 9,0 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 9,8 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 7,4 |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 7,4 | <i>Aechmea recurvata</i> | 7,4 |

A despeito da manutenção de umidade que existe nesta superfície, *T. usneoides* teve sua importância diminuída com o aumento da distância entre as

árvores e o rio. Estes dados indicam que a diminuição da incidência lumínica pode ser um fator restritivo para a espécie (REITZ, 1983).

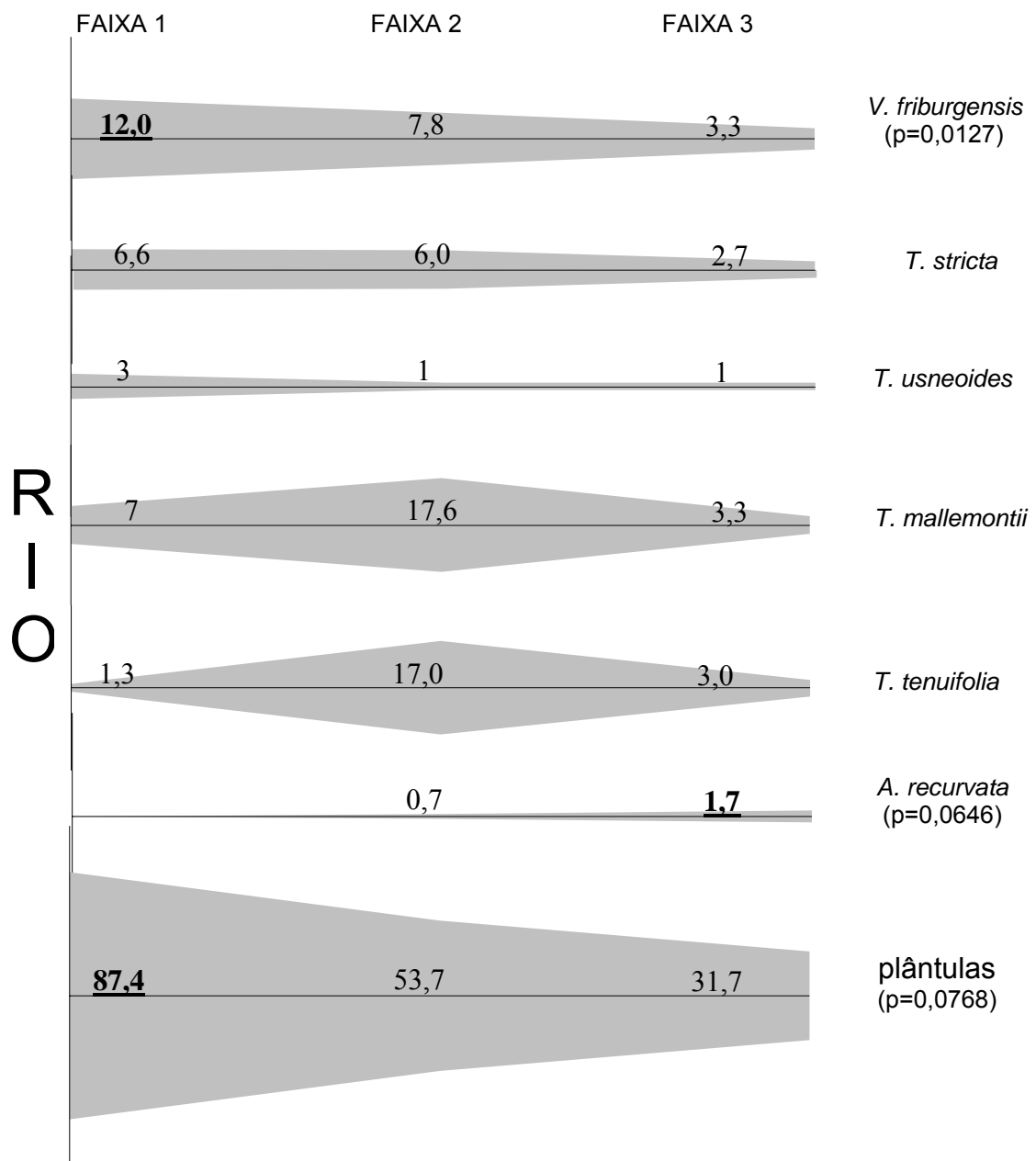
Apesar do aumento em diversidade, as densidades da maioria das espécies e das plântulas de bromélias (figura 23) demonstram uma tendência geral de diminuição em direção às árvores mais distantes do rio (faixas dois e três). A esta distribuição das densidades pode-se relacionar a maior quantidade de substrato disponível para colonização na faixa um, representado pela alta densidade de arbóreas, assim como a maior média de fustes por árvore (tabela 12). Do mesmo modo, a forte inclinação sobre o rio das árvores que crescem na barra-de-meandro atual, além da luminosidade e umidade fornecidas por este corpo de água também são fatores relacionados. *V. friburgensis* e plântulas, como exemplos, ocorreram preferencialmente (figura 23) na faixa mais próxima ao rio.

V. friburgensis, que apresentou uma gradual diminuição em densidade com o aumento da distância do rio e assim diminuição da luminosidade incidente, ocorreu predominantemente na forma isolada sobre seus suportes, com registro também de associações com até cinco indivíduos, mas em menor freqüência. Infere-se, diante destes dados e observações a campo, que esta espécie, além de apresentar preferência por ambientes com maior luminosidade e umidade, cresce tanto na forma isolada como agregada.

T. mallemonitii e *T. tenuifolia* apresentaram um aumento semelhante em densidade na faixa dois, onde foram amostradas sobre exemplares de *L. divaricata*. Infere-se que suas altas densidades estejam relacionadas à grande superfície disponibilizada pelos grandes forófitos, associadas a um período longo de tempo para colonização e desenvolvimento.

A faixa de forófitos existentes no início da barra-de-meandro subatual recebe a luminosidade proporcionada pelo seu alçamento e pela ausência de árvores na interbarra. Esse fato é intensificado quando consideramos a alturas dos grandes forófitos. Deste modo, além da quantidade de substrato e tempo de exposição, as bromélias usufruem de maior luminosidade nesta faixa de parcelas do que naquela instalada na porção da barra-de-meandro mais interiorizada.

Figura 23 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Campo do Tenente.



NOTA: agrupamento/forófito - *T. mallemonitii*; cobertura/forófito - *T. usneoides*; indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

0 = faixa significativamente diferente.

- estratificação vertical

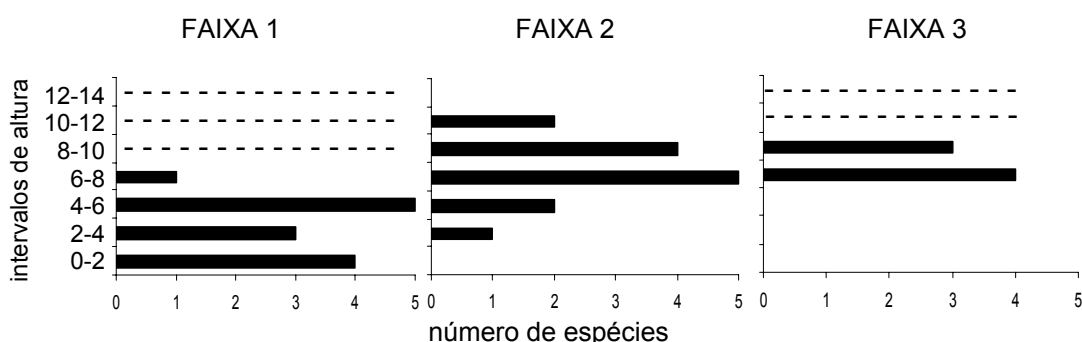
De modo geral, as bromélias variaram na sua estratificação vertical da base até 12 metros de altura, o que está pouco abaixo da altura máxima registrada na superfície (figura 24).

Como no compartimento anterior, a colonização por bromélias adultas nas árvores mais próximas ao rio deu-se já a partir da base da árvore, ao contrário das

faixas mais distantes que apresentaram adultas apenas em intervalos de altura superiores. Do mesmo modo, a concentração de espécies na faixa um ocorreu em intervalo de altura menor do que nas outras duas, o que pode ser relacionado com a menor altura média das árvores da primeira faixa (figura 24), como também com a luminosidade e umidade fornecidas pelo rio desde a base dos forófitos.

Apesar do consenso de que na floresta a temperatura e a umidade variam inversamente (PARKER, 1987; MADIGOSKY, 2004), nas margens de rio essa relação não pode ser considerada isoladamente. Mesmo com altas temperaturas e luminosidade incidente, as árvores que crescem na feição adjacente ao curso d'água recebem umidade diretamente da evaporação do rio. Deste modo, para as bromélias, o microclima existente nesta região é diferenciado, aparentemente favorecendo a grande maioria das espécies registradas neste estudo.

Figura 24 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Campo do Tenente.



NOTA: ----- intervalo não existente.

Considerando que apenas plântulas ocorreram em intervalos de altura menores nas faixas mais distantes do rio (figura 25), pode-se inferir que se a espécie for exigente quanto a condições específicas de luminosidade, é provável que as plântulas registradas mais próximas à base destas árvores não se desenvolvam. Segundo ZOTZ (1997), se as exigências das plantas adultas diferirem daquelas para germinação, existirão diferenças nos padrões de distribuição espacial entre os dois grupos.

Na faixa um as plântulas foram mais abundantes nos intervalos de altura mais próximos à base (figura 25). Nas faixas dois e três, bromélias jovens apresentaram preferência de colonização pelo intervalo de 6-8m, o que está de acordo com o

comportamento dos indivíduos adultos que também ocorreram com maior abundância nestes intervalos de altura.

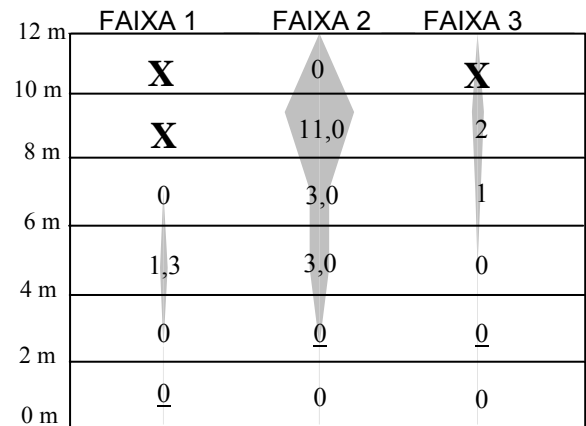
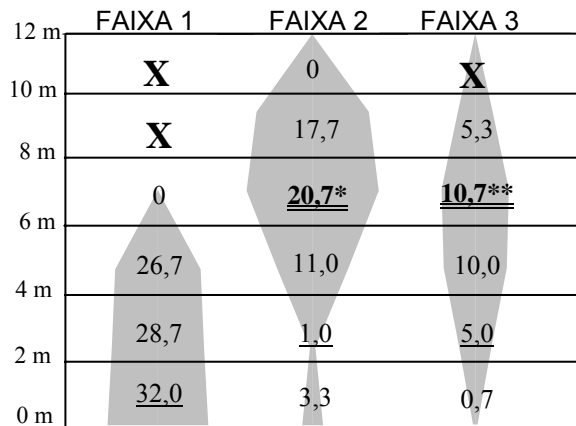
Nas três faixas de parcelas as plântulas cresceram em todas as posições dos forófitos. Essa distribuição ratifica o padrão de estabelecimento horizontal aleatório dos indivíduos jovens na árvore. Infere-se que o registro da posição das plântulas nos forófitos esteja intimamente relacionado à posição em que as sementes se fixaram depois da dispersão.

Na barra-de-meandro atual *V. friburgensis* ocorre preferencialmente no intervalo de 0-2 m, na segunda faixa ocorre com maior densidade no intervalo de 6-8 m e na terceira, de 8-10 m, em uma gradativa ascensão de alturas colonizadas (figura 25). Estes dados reiteram a relação da espécie com altas intensidades lumínicas incidentes na base das árvores próximas ao rio e apenas nas maiores alturas nas árvores mais interiorizadas.

O intervalo preferencial de *V. friburgensis* na faixa mais próxima ao rio foi coincidente ao intervalo do PIM, tendo sido registrada predominantemente no fuste e na posição central da copa, indicando a importância do aumento de substrato para colonização da espécie. Nas outras duas faixas de parcelas mais interiorizadas, especialmente sobre os grandes exemplares de *L. divaricata*, a citada bromélia foi registrada com maior frequência na periferia da copa, dado possivelmente relacionado com a sua afinidade por maiores intensidades lumínicas.

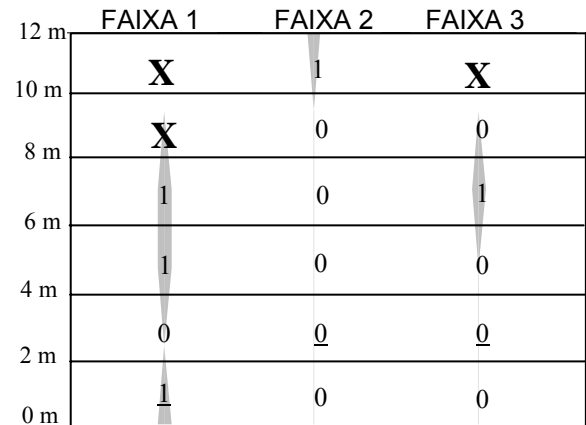
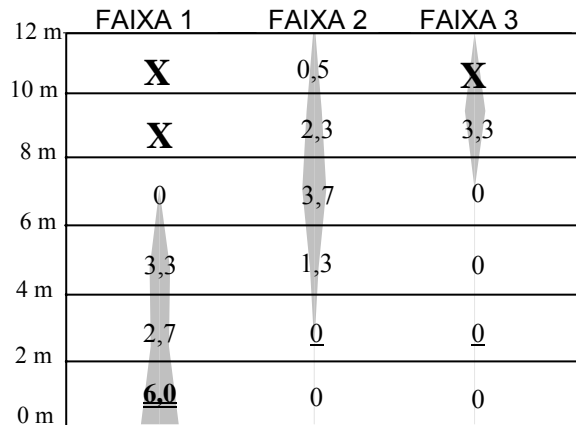
T. mallemonitii, *T. stricta* e *T. tenuifolia* também apresentaram um nítido deslocamento em alturas na busca de condições ambientais mais adequadas, ocorrendo com maior densidade no intervalo de 4-6 m nas árvores mais próximas ao rio e no intervalo de 8-10 m nas árvores mais interiorizadas (figura 25). As três espécies apresentam caracteristicamente grande quantidade de tricomas sobre suas folhas, consideradas heliófilas ou de luz difusa (REITZ, 1983), explorando as porções com maior luminosidade, maiores temperaturas e, assim, menor umidade da copa (PARKER, 1987; MADIGOSKY, 2004). Por outro lado, estas espécies ocorreram tanto na posição central como periférica da copa dos forófitos escolhidos para levantamento quantitativo, sugerindo que sua distribuição no forófito não está primariamente relacionada com as exigências por luminosidades adequadas para cada espécie.

Figura 25 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Campo do Tenente.



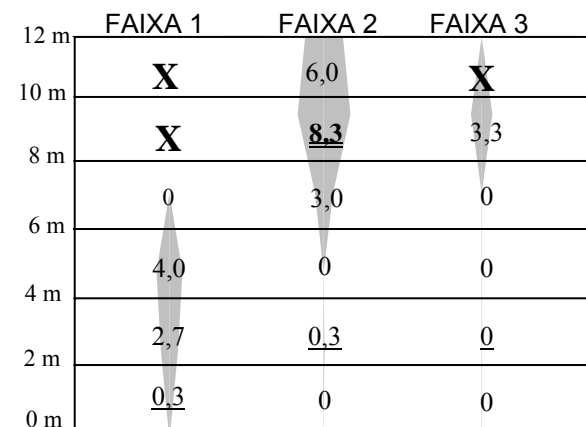
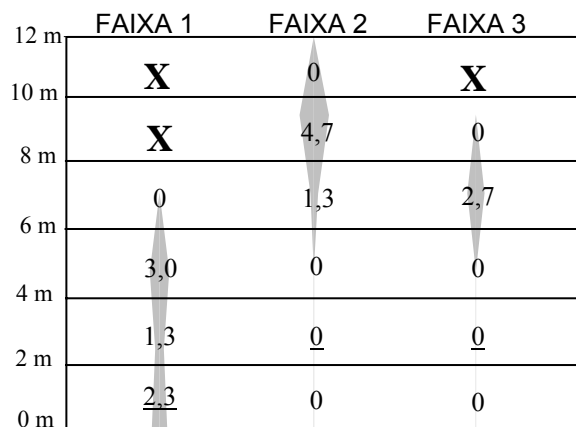
plântulas
*p=0,0168 **p=0,0034

Tillandsia tenuifolia



Vriesea friburgensis
p=0,0875

Tillandsia usneoides



Tillandsia stricta

Tillandsia mallemonitii
p=0,0270

| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|---------|----------|----------|
| 12 m | | | |
| 10 m | | 0 | X |
| 8 m | | 0 | 0 |
| 6 m | | 0,7 | 1,7 |
| 4 m | | 0 | 0 |
| 2 m | | <u>0</u> | <u>0</u> |
| 0 m | | 0 | 0 |

Aechmea recurvata

NOTA: agrupamento/intervalo - *T. mallemonitii*; grau de cobertura/intervalo - *T. usneoides*; indivíduo/intervalo. – outras espécies e plântulas; 0 = PIM, **0** = intervalo significativamente diferente; X = intervalo não existente.

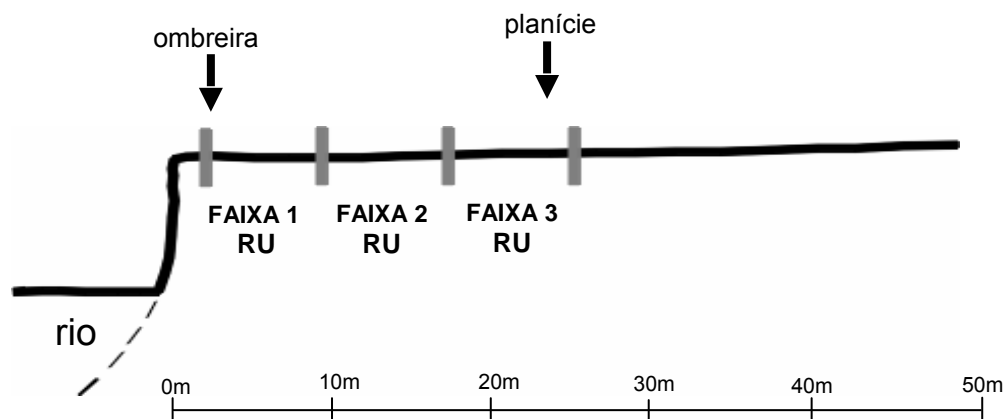
4.3.2 Superfície de Degradação

4.3.2.1 Descrição do ambiente

A superfície de degradação apresenta feições geomórficas bastante simplificadas (figura 26), desenvolvidas em curva com controle estrutural (CURCIO, 2006). Segundo o autor, a ombreira é retelinizada, com alçamento de 4 m em relação ao nível fluviométrico do rio. Em comparação à agradação, que apresentava alçamento em torno de 2 m, esta superfície raramente deve ser inundada pelo rio.

Após a ombreira, configura-se uma planície uniforme, com baixíssima declividade, conferindo uniformidade ao ambiente. Os solos são invariáveis, de textura essencialmente arenosa, da classe Neossolo Flúvico (RU), em ambientes de drenagem fortemente drenado.

Figura 26 - Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Campo do Tenente, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: RU = Neossolo Flúvico.
Baseado em Curcio, 2006.

4.3.2.2 Caracterização do componente arbóreo

As árvores desta superfície, pertencentes a 17 espécies, apresentaram diminuição em densidade e incremento em altura e diâmetro à medida que aumenta sua distância do rio (tabela 15). De modo geral, a floresta apresenta fisionomia homogênea, com aparente uniformidade entre as idades de ocupação da superfície.

Ao contrário da superfície de agradação, esta floresta apresenta evidências de ter sofrido forte pressão antrópica, aparentemente através do corte de grande parte das árvores outrora existentes. Atualmente o impacto é decorrente da utilização da área para lazer por moradores locais.

Destacam-se, em toda a superfície, grandes exemplares arbóreos de *Matayba elaeagnoides* e *Luehea divaricata*, importantes suportes epifíticos que apresentaram altura e diâmetro máximos de, respectivamente, 14 m e 52 cm. O sub-bosque, nesta superfície, é bastante esparsa, com aproximadamente 2,5 m de altura, não oferecendo dificuldade alguma para caminhar ou visualizar áreas mais distantes. A média de fustes por indivíduo arbóreo (tabela 15) é baixa em todas as faixas de parcelas estudadas.

Quatorze espécies de arbóreas ocorreram em grande densidade (4.133,3 ind./ha) na faixa um, com os menores diâmetros e alturas médios da curva (tabela 15), assim como nas superfícies anteriores. Duas espécies apresentaram as maiores densidades: *S. commersoniana* (30,6%) e *Rudgea jasminoides* (29,0%), seguidas por *Matayba elaeagnoides* (8,1%) e *Casearia sylvestris* (6,5%). Dois grandes

exemplares de *Matayba elaeagnoides* foram os suportes da maior diversidade e abundância de bromélias.

A faixa dois deteve oito espécies em menores densidades (2.266,7 ind./ha), mas diâmetros e alturas médios maiores do que as árvores da margem imediata ao rio (tabela 15). Nesta posição da planície, *R. jasminoides* (35,1%) predomina, seguida por *S. commersoniana* (21,6%), *Matayba elaeagnoides* (10,8%) e árvores mortas (10,8%). Outro indivíduo de *M. elaeagnoides* apresentou o maior número de espécies e de indivíduos de bromélias.

Com densidade semelhante (2.200 ind./ha), mas altura, diâmetro médio e dominância ainda maior do que as árvores da faixa intermediária, a faixa três foi composta por nove espécies (tabela 15). As arbóreas com maior densidade relativa foram: *S. commersoniana* (39,4%), *R. jasminoides* (24,2%) e *Nectandra grandiflora* (9,1%). Um importante suporte das bromélias nesta faixa foi *Luehea divaricata*, registrado em baixa densidade (6,1%), mas com grandes dimensões.

Tabela 15 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Campo do Tenente.

| Faixas | DA (ind./ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|--------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 4.133,3 | 5,3 | 2,7 | 10,1 | 1,1 | 52,9 |
| 2 | 2.266,7 | 6,5 | 2,7 | 11,7 | 1,1 | 45,9 |
| 3 | 2.200,0 | 7,0 | 3,2 | 13,4 | 1,1 | 52,3 |

4.3.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Nas três faixas de árvores amostradas no levantamento, a diversidade de bromélias apresentou relação com as características forofíticas (anexo 2). Tanto na faixa um ($p < 0,0001$), como na faixa dois ($p = 0,0083$) e na faixa três ($p < 0,0001$), as espécies de bromélias tiveram sua ocorrência positivamente relacionada à altura das árvores suporte. Do mesmo modo, nas três faixas, as espécies de bromélias demonstraram relação positiva ($p < 0,0001$) com o diâmetro das árvores. Na faixa um a relação com os diâmetros foi detectada estatisticamente também com as plântulas ($p = 0,0134$). Essa relação é justificada pela presença dos grandes suportes epifíticos, conforme já foi comentado, que são os exemplares de *M. elaeagnoides* e de *L.*

divaricata, além de alguns indivíduos de *N. grandiflora*, *Araucaria angustifolia* e *S. commersoniana*.

Na faixa dois, a ocorrência de espécies de bromélias apresenta relação positiva também com a altura de inversão morfológica das árvores ($p < 0,0001$), característica relacionada com a maior altura total dos indivíduos, também um fator de incremento nas espécies de bromélias.

Neste compartimento destacaram-se os grandes exemplares de *M. elaeagnoides* e *L. divaricata*, que foram importantes suportes de bromélias. Esta relação se repete em outros compartimentos, como Mafra/Rio do Sul, Palermo, Irati, Serra Alta e Rio do Rasto, ratificando a importância destas espécies para as bromélias. Os dados indicam que as árvores com grandes dimensões são remanescentes de uma vegetação mais conservada, fato reiterado pelo seu lento crescimento (CARVALHO, 2003). Além de grandes diâmetros e alturas, estes indivíduos arbóreos apresentam comumente copas muito espaçadas, onde os maiores ramos assumem posição vertical. A conformação da copa, que oferece amplo substrato com diferentes microambientes associados, e o longo tempo que os indivíduos dessas espécies ficam disponíveis para colonização, são fatores de uma combinação muito favorável para bromélias epifíticas no ambiente fluvial da planície do rio Iguaçu.

Do total de substrato disponível para colonização pelas bromélias (figura 27), 80% foi aproveitado por bromélias na faixa de árvores mais próximas ao rio. Esta taxa de colonização diminuiu expressivamente quando consideramos as árvores mais interiorizadas na planície, ao contrário da agradação descrita anteriormente, onde as porcentagens de árvores com bromélias mantiveram-se altas em todas as faixas de parcelas.

Quando relacionadas as densidades de arbóreas (tabela 15), tem-se confirmada que a quantidade de bromélias foi explicitamente maior na faixa um do que nas faixas dois e três, sugerindo que o binômio luminosidade-umidade são determinantes para colonização do substrato pelas bromélias.

Convém salientar que as diferenças encontradas entre a porcentagem de árvores com bromélias (adultas e plântulas) e de árvores somente com adultas, nas três faixas, refere-se à grande quantidade de árvores apenas com registro de *T.*

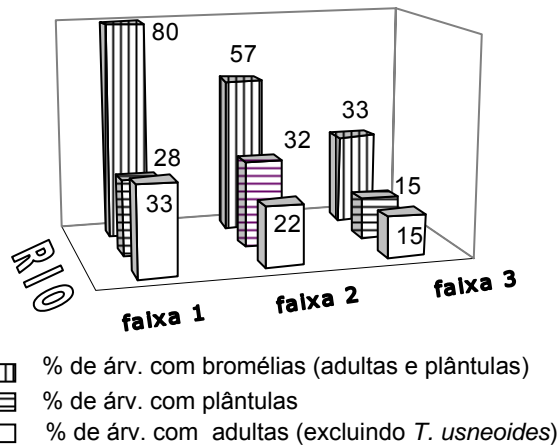
usneoides. Este fato é legitimado pelo alto valor de importância obtido para esta espécie em todas as faixas de parcelas estudadas (tabela 16).

Neste sentido, a quantidade de árvores com bromélias adultas (excluindo-se *T. usneoides*) é muito baixa (figura 27), assim como também é baixa a densidade (figura 29) de plântulas, principalmente quando esta superfície é comparada com a agradação descrita anteriormente, distante cerca de 1.500 m. Se a fase crítica do desenvolvimento for o de plântula, pode-se inferir que a baixa umidade do ambiente configure um fator de restrição à sobrevivência das bromélias jovens principalmente nas árvores mais distantes do rio. A baixa umidade seria condicionada pelas características detectadas por CURCIO (2006): grande alçamento da superfície em relação ao nível fluviométrico, associado aos solos com textura essencialmente arenosa dispostos em um relevo plano, resultando em um ambiente fortemente drenado. A seca explicaria a alta mortalidade de jovens epífitas, agindo como um gargalo devido à taxa superfície/volume não favorável, o que levaria à sua dissecação (BENZING, *et al.*, 1985; ZOTZ e ANDRADE, 1998; ZOTZ e HIETZ, 2001). Ratificando a relação, SMITH e DOWNS (1974) relata a maior presença de bromélias adultas em relação às plântulas em ambientes com menor umidade.

Outro fator importante nessa discussão é que plântulas de Tillandsioideae formadoras de tanque, que na sua forma jovem apresentam características de bromélias atmosféricas adultas, ficariam por muitos anos sem acesso à água acumulada em rosetas, pois crescem lentamente (ZOTZ, 1995), sofrendo então maior seleção causada pela seca (BENZING, *et al.*, 1985).

Por outro lado, ADAMS III e MARTIN (1986), estudando *Tillandsia deppeana*, que apresenta duas formas distintas durante seu desenvolvimento ontogenético, levando de 10 a 12 anos para desenvolver a forma adulta, afirmam que as plântulas são mais resistentes a períodos de seca do que os adultos. Segundo os autores, as plântulas desta espécie estariam bem adaptadas ao ambiente epifítico devido à alta densidade de tricomas nas suas folhas, baixa densidade de estômatos (o que permite taxas mais baixas de transpiração) e habilidade em fixar CO₂ continuamente durante a seca.

Figura 27 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Campo do Tenente.



4.3.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

Na curva espécies-área (anexo 3) pode ser visto que a totalidade das espécies de bromélias foi amostrada com o levantamento de aproximadamente metade do número de forófitos, que totalizou 132 indivíduos.

- distribuição horizontal

As ocorrências de sete espécies de bromélias epifíticas nesta superfície resultaram em um índice de Shannon ($H' = 1,15$) intermediário em relação às outras superfícies. A equidade entre as espécies, captada pelo índice de Pielou, foi baixa ($E = 0,59$), indicando fortes relações de dominância na comunidade. Este domínio é reiterado pelo VIE (tabela 16), quando consideramos as grandes diferenças entre os valores mais altos e os valores mais baixos.

A despeito do grau de alteração antrópica, a diversidade de bromélias das superfícies deste compartimento foi alta e parece relacionada com a proximidade das encostas, decorrente do controle estrutural do canal. Possivelmente planícies mais estreitas na unidade Floresta Ombrófila Mista favorecem o fluxo de propágulos entre encosta e ambiente fluvial, mantendo e/ou recompondo a diversidade de florestas degradadas. Sugere-se levantamentos de espécies de bromélias nas encostas onde ainda existam florestas remanescentes e, deste modo, uma comparação entre essas obtidas nas planícies.

Na curva de degradação, ao contrário da agradação, foi detectada diferença significativa entre as faixas quanto à ocorrência das espécies de bromélias sobre os

forófitos ($p=0,0032$), sendo a faixa um distinta ($p=0,0007$) da faixa dois e três, estas semelhantes (anexo 2). Ou seja, mesmo a diversidade de bromélias sendo influenciada nas três faixas pelos grandes forófitos, as árvores mais próximas ao rio apresentaram maior registro de espécies, o que é ratificado pelo VIE (tabela 17). Para as plântulas, no entanto, não houve diferenças entre as faixas, resultado de uma distribuição mais uniforme.

Os valores de importância calculados para todas as bromélias da superfície (tabela 16) e para aquelas registradas em cada faixa (tabela 17) mostram *T. usneoides* e *T. mallemonitii* ocorrendo com maior frequência sobre indivíduos e espécies forófitas. A importância assumida pelas bromélias atmosféricas e bromélias tanque nas três faixas de parcelas sugere algumas distinções que podem ser feitas entre esta superfície e a de agradação deste compartimento.

O alto valor de importância assumido por *V. friburgensis* na superfície de agradação e o baixo valor na degradação podem ser relacionados com a umidade disponível em cada um dos ambientes. Na superfície de agradação, que possui a barra-de-meandro atual pouco alçada, e uma interbarra com solos imperfeitamente drenados (CURCIO, 2006), disponibiliza maior umidade às plantas epifíticas do que a degradação que, segundo CURCIO (2006), possui grande alçamento, solos em relevo plano e fortemente drenados. Considerando que bromélias tanque perdem mais água por evaporação do que por absorção para uso (ZOTZ e THOMAS, 1999), infere-se que na agradação, bromélias tanque como *V. friburgensis* podem se instalar e se desenvolver melhor, pois a água acumulada na roseta, necessária para hidratação da planta e fator de decomposição da matéria orgânica, evapora em menores taxas do que onde o ambiente é mais seco, como na degradação.

Tabela 16 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Campo do Tenente.

| Espécies | VIE |
|--------------------------------|------|
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 47,9 |
| <i>Tillandsia mallemonitii</i> | 29,3 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 6,4 |
| <i>Tillandsia stricta</i> | 5,9 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 3,9 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 3,9 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 2,5 |

Tabela 17 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Campo do Tenente.

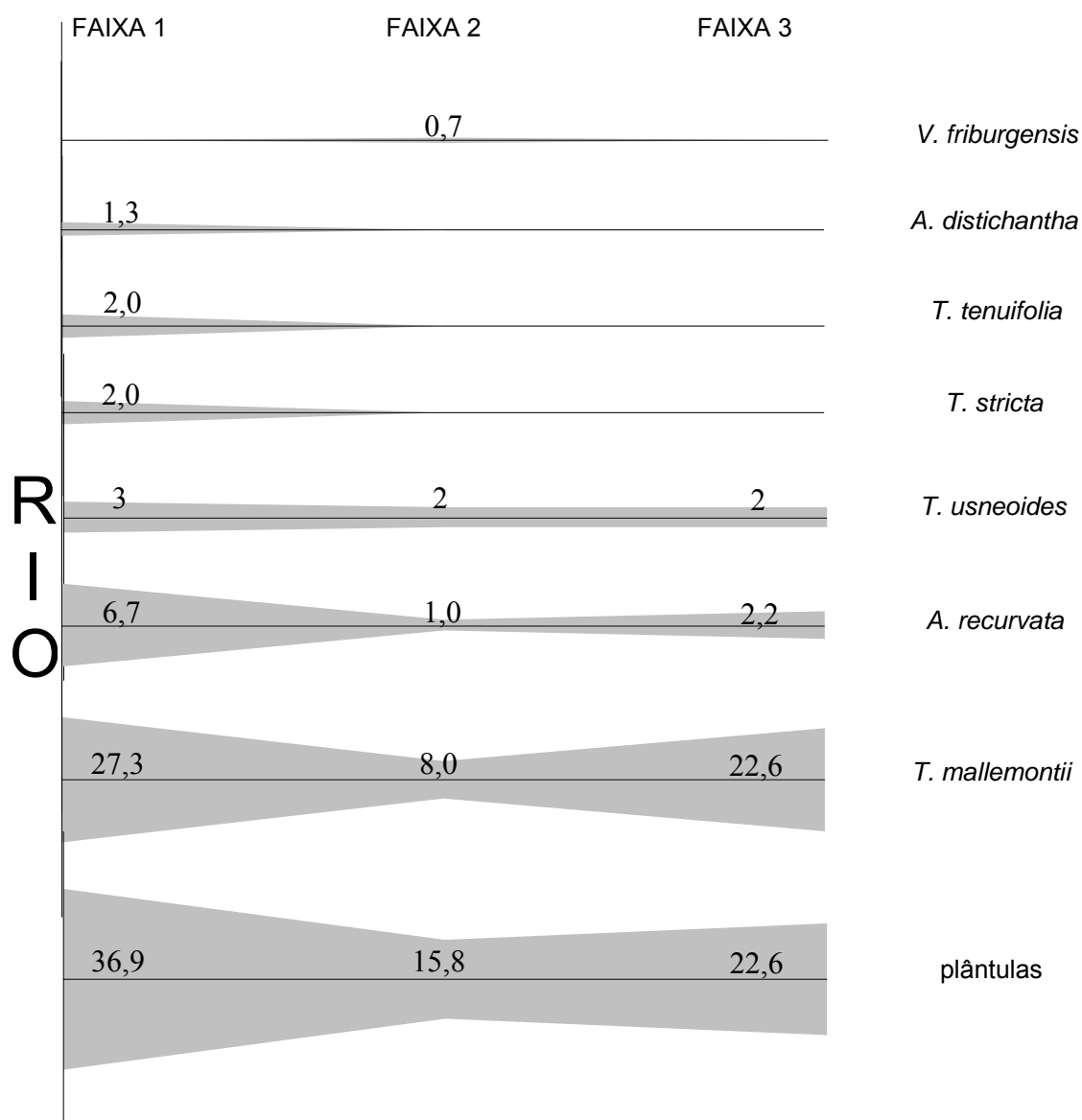
| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|-------------------------------|------|-------------------------------|------|-------------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 49,3 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 50,0 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 57,3 |
| <i>Tillandsia mallemontii</i> | 30,1 | <i>Tillandsia mallemontii</i> | 35,0 | <i>Tillandsia mallemontii</i> | 19,1 |
| <i>Tillandsia stricta</i> | 7,7 | <i>Aechmea recurvata</i> | 7,5 | <i>Aechmea recurvata</i> | 15,7 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 5,1 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 7,5 | <i>Aechmea distichantha</i> | 7,9 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 2,6 | | | | |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 2,6 | | | | |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 2,6 | | | | |

A maior taxa de colonização de arbóreas por bromélias (figura 27) e a maior diversidade registrada na faixa um é reiterada pelas densidades de algumas espécies (figura 28), que apresentam registro apenas nessa primeira faixa. Esses dados podem ser relacionados à maior superfície disponível para colonização (maior densidade de arbóreas) na faixa mais próxima ao rio, à disponibilidade de condições de alta luminosidade e umidade proporcionadas pelo rio, além da inclinação dos forófitos. Assim como já constatado na superfície de agradação, também na degradação a inclinação das arbóreas sobre o rio parece favorecer a diversidade/abundância de bromélias por proporcionar um substrato mais estável e expor as plantas diretamente à umidade derivada da evaporação da água do rio e luminosidade incidente.

Entre as espécies que foram registradas em todas as faixas, prevalece o padrão de diminuição de indivíduos com o aumento da distância do rio (figura 28). No entanto, percebe-se que *T. mallemontii*, *A. recurvata* e plântulas tiveram um estrangulamento nas suas densidades exatamente na faixa dois. É pertinente relacionar este comportamento com as menores dimensões dos forófitos analisados nesta porção da superfície e conseqüente diminuição da quantidade de bromélias epifíticas neles instaladas. O critério de escolha dos três forófitos em campo era baseado na maior abundância/diversidade de bromélias estabelecidas sobre uma mesma árvore em cada parcela dentre as incluídas no levantamento fitossociológico. Deste modo, por vezes as arbóreas selecionadas em uma faixa de parcelas poderiam suportar quantidades/diversidade de bromélias muito distintas daquelas eleitas nas outras duas faixas.

Nenhuma espécie apresentou densidades significativamente diferentes entre as faixas, apesar das diminuições observadas.

Figura 28 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Campo do Tenente.



NOTAS: agrupamento/forófito - *T. mallemonitii*; grau de cobertura/forófito - *T. usneoides*; indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

Quanto à forma de crescimento, *A. recurvata* ocorreu predominantemente na forma associada nas três faixas de parcelas. Estes dados indicam que a citada espécie apresenta a reprodução vegetativa como uma importância estratégia de colonização dos ambientes. O investimento das bromélias em brotos difere entre as espécies. Segundo HIETZ *et al.* (2002), algumas bromélias produzem brotos antes de alcançar a idade reprodutiva, enquanto outras só o fazem depois da floração, sendo que este investimento gera diferenças nas taxas de crescimento. A produção

de brotos, que parece ser estratégia muito comum na planície do rio Iguaçu, segundo os autores, é um investimento em rápido crescimento, sendo vantajoso para bromélias de ambientes instáveis, com grandes distúrbios e altas taxas de mortalidade.

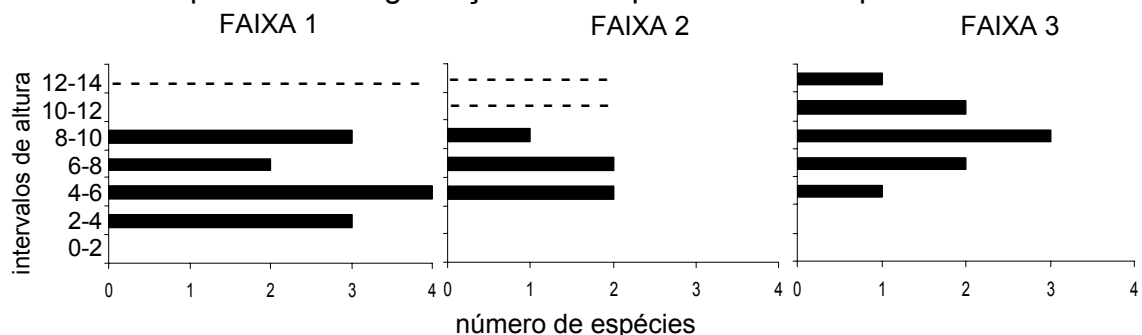
- estratificação vertical

Nesta superfície de degradação, em observação geral, verifica-se que as espécies de bromélias iniciaram sua colonização vertical apenas a partir de 2 m de altura, ocorrendo até os 14 m (figura 29). No entanto, o intervalo 12-14 m esteve disponível apenas na terceira faixa de parcelas (figura 29), ratificando as maiores alturas destes forófitos.

O intervalo de altura onde a maioria das espécies ocorre aumenta com o aumento de altura dos forófitos, sendo menor (4-6 m) na faixa mais próxima ao rio e maior (8-10 m) na faixa mais distante do rio, a despeito da diminuição do intervalo de localização do PIM. Os dados sugerem que a umidade e a luminosidade fornecidas pelo curso d'água desde a base dos forófitos da primeira faixa de parcelas favoreceriam a concentração de espécies em intervalos mais baixos.

As faixas um e três também apresentaram maior número de espécies por intervalo e maior número de intervalos ocupados, o que está de acordo com a distribuição das densidades entre as faixas, onde foi registrada diminuição na abundância na segunda faixa de parcelas.

Figura 29 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Campo do Tenente.



NOTA: ----- intervalo não existente.

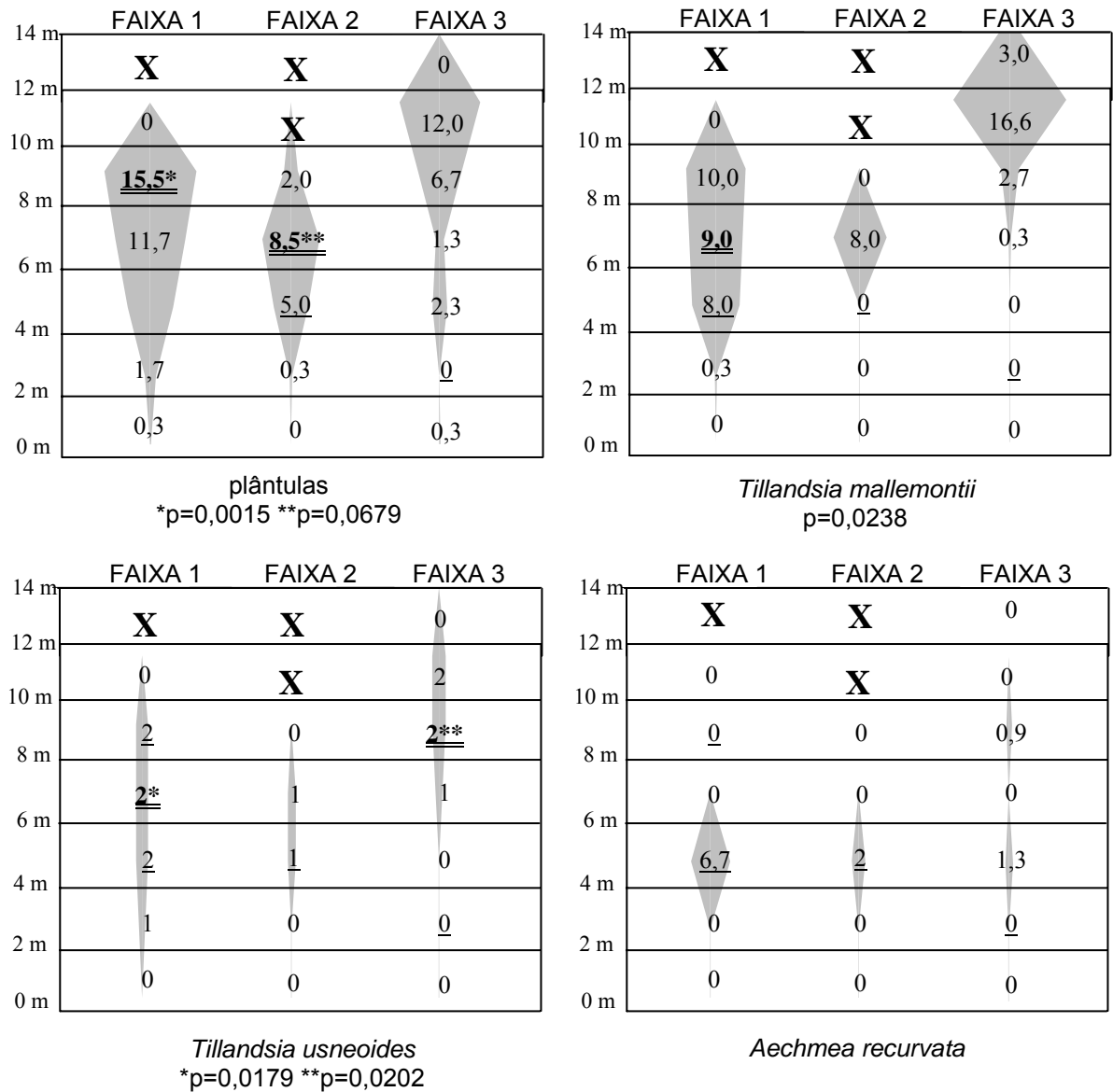
O intervalo de altura preferencial das plântulas foi mais alto na faixa um do que na faixa dois (figura 30), provavelmente devido à maior altura dos forófitos amostrados na faixa mais próxima ao rio em relação aqueles da segunda linha. Do mesmo modo, as maiores alturas dos forófitos na faixa três favoreceram alta densidade em intervalo mais alto. Estes indivíduos jovens foram registrados no fuste, na periferia e no centro das copas, sem apresentar qualquer tendência à concentração em alguma parte das árvores nas três faixas de parcelas.

De modo semelhante, o maior porte dos forófitos na faixa três possibilitou o deslocamento da maior densidade de *T. mallemontii* e *T. usneoides* para intervalos de altura maiores (figura 30). Como estas espécies são caracteristicamente heliófilas (REITZ, 1983), seu comportamento está de acordo com as condições estabelecidas na copa, explorando as porções mais expostas dos seus suportes. Sua distribuição nos forófitos tende a ser semelhante, ocorrendo principalmente na periferia das copas ou simultaneamente no centro e na periferia.

A. recurvata, por sua vez, com tendência de ocorrer em associações, apresenta sua distribuição concentrada em poucos intervalos de altura. Nas três faixas de parcelas suas maiores densidades estão diretamente associadas ao início da copa ou logo acima dele. Esse ponto de ramificação das árvores representa um aumento em superfície para a colonização por bromélias, como já discutido, além de possivelmente servir como poleiro para as aves da região. Sendo *A. recurvata* uma espécie com frutos carnosos (tabela 3), assim com *A. distichantha* abordada no compartimento anterior, e as aves serem consideradas as principais dispersoras de bromélias com estes frutos (BENZING e STILES, 1998), sugere-se que estas espécies apresentem estratificações verticais relacionadas ao local de pouso das aves.

A estratificação vertical de *A. recurvata* também indica sua tolerância a menores intensidades lumínicas características de microhábitats mais distantes do topo e menos expostos do forófito (PARKER, 1987; STEEGE e CORNELISSEN, 1989; MADIGOSKI, 2004). É classificada como heliófila ou de luz difusa por REITZ (1983) e CERVI e DOMBROWSKI (1985), o que está de acordo com a estratificação vertical observada. Foi registrada tanto no centro como na periferia das copas, não demonstrando qualquer preferência.

Figura 30 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Campo do Tenente.



NOTA: agrupamento/intervalo - *T. mallemonitii*; grau de cobertura/intervalo - *T. usneoides*; indivíduo/intervalo – outras espécies e plântulas.
0 = PIM, 0 = intervalo significativamente diferente. X = intervalo não existente.

4.4 COMPARTIMENTO FURNAS

4.4.1 Superfície de Agradação

4.4.1.1 Descrição do ambiente

Este compartimento possui o arenito Furnas como substrato para o rio Iguaçu que, por sua vez, apresenta forte controle estrutural, sendo caracterizado por grandes angulosidades produzidas por falhas e/ou fraturas (lineamentos tectônicos), predominando o padrão sinuoso encaixado, alternado com segmentos retelinizados (CURCIO, 2006). Segundo esse autor, a planície é muito estreita, de 120 a 150 m de largura, os vales são fortemente entalhados, com declives acentuados, resultando em um canal com padrões encachoeirados e largura entre 70 a 90 m.

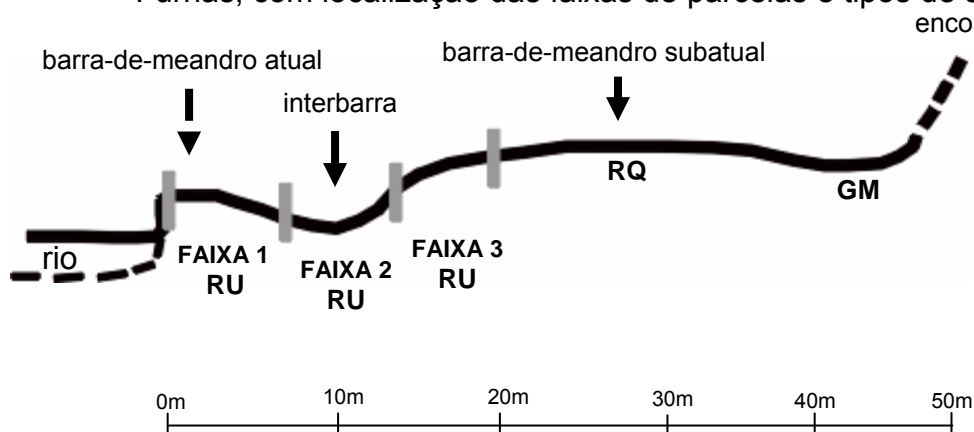
A superfície de agradação, mesmo sob controle estrutural, apresenta as feições típicas deste ambiente – barra e interbarra, mas de pequeno porte e número (figura 31). Como a planície é caracteristicamente estreita, a encosta é contígua, influenciando através dos fluxos hídricos superficiais e subsuperficiais e determinando campos hidrófilos adjacentes à floresta fluvial (CURCIO, 2006).

A barra-de-meandro atual, onde foi instalada a primeira faixa de parcelas, apresenta alçamento em torno de 1 m e largura aproximada de 5 até 7 m (CURCIO, 2006). Nesta feição, o autor identificou Neossolo Flúvico com caráter gleizado, ou seja, com regime redutor sazonal dentro de 50 cm de profundidade, reiterado pelas flutuações piezométricas registradas por BARDDAL (2006), e enquadrado como imperfeitamente drenado.

Na seqüência, a interbarra, com largura média de 6 m e leve concavidade (figura 31), foi o local da instalação da segunda faixa de parcelas. Esta feição também apresenta Neossolo Flúvico, com elevado grau de hidromorfia temporária (mal drenado), determinada principalmente pela forma côncava da feição (CURCIO, 2006).

No início da barra-de-meandro subatual foi implantada a terceira faixa de parcelas. Esta feição se estende por cerca de 20 m, terminando em uma pequena depressão na confluência com a encosta. Sob a terceira faixa existe Neossolo Flúvico, já em transição para Neossolo Quartzarênico, em regime fortemente a excessivamente drenado, passando à Gleissolo Melânico em contato com a encosta (CURCIO, 2006).

Figura 31 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Furnas, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: RU = Neossolo Flúvico, RQ= Neossolo Quartzarênico, GM = Gleissolo Melânico.

Baseado em Curcio (2006).

4.4.1.2 Caracterização do componente arbóreo

De modo geral, existe um padrão decrescente de densidades de árvores nesta superfície, mas com pequenas diferenças entre as faixas (tabela 18). O número médio de fustes por árvore também diminuiu da faixa mais próxima ao rio para a mais distante. Como esta superfície apresenta controle estrutural, seu avanço não é significativo, pois a margem oposta está incidindo substrato rochoso. Desse modo, grande parte da vegetação, exclusive algumas árvores mais próximas ao rio, ocupam a superfície a um período de tempo que possibilita, inclusive, a existência de grandes indivíduos arbóreos. Neste sentido, grandes cheias provocam mais perturbações no ambiente da barra-de-meandro atual e da interbarra do que a barra-de-meandro subatual, pouco mais alçada.

Dentre as 20 espécies registradas no levantamento, os grandes exemplares arbóreos, concentrados nas faixas um e três, correspondem principalmente à *Ficus eximia*, *Araucaria angustifolia* e *Ocotea pulchella*, com altura máxima de 13 m e diâmetro em torno 54 cm. Na barra-de-meandro subatual foi observado um sub-bosque, com aproximadamente 2,5 m de altura e densidade intermediária quando comparado às outras áreas estudadas na planície do rio Iguaçu.

A faixa de parcelas mais próxima ao rio apresentou árvores com menores alturas totais e de inversão morfológica (tabela 18), na maior densidade (2.733,3 ind./ha), maior dominância e maior média de fustes por árvore registrada na planície.

Essa densidade, em comparação as superfícies de agradação dos compartimentos anteriores que também apresentam controle estrutural, pode ser considerada consequência do regime hídrico do ambiente (imperfeitamente drenado), mais adequado para estabelecimento e desenvolvimento de arbóreas, assim como também ocorreu em Campo do Tenente.

Sete espécies compõem a comunidade da faixa um, dominada por *S. commersoniana* (51,2%), seguida por *Myrcia laruotteana* (12,2%) e árvores mortas (12,2%). *Ficus eximia*, com baixa densidade (4,9%), *S. commersoniana* e árvores mortas apresentaram a maior diversidade e abundância de bromélias nesta feição.

A faixa dois, mesmo com menor densidade (2.266,7 ind./ha) de arbóreas do que aquela registrada na faixa um, foi composta por 15 espécies. *S. commersoniana* apresentou densidade de 20,6%, seguida muito proximamente por *Rudgea jasminoides*, com 17,6%, além de *Psychotria longipes* e árvores mortas, como 8,8% cada, e *Myrcia multiflora*, *Ilex theezans*, *Casearia sylvestris* e *Blepharocalyx salicifolius*, cada uma com 5,9%. No entanto, mesmo com maior variedade de substratos disponíveis para colonização pelas bromélias, *S. commersoniana* foi a espécie com registro da maior diversidade e abundância dessas epífitas, uma vez que é mais abundante.

As árvores da terceira faixa apresentaram as maiores alturas totais e de inversão morfológica, além dos diâmetros mais altos dentre os indivíduos amostrados na curva, o que é ratificado pela dominância (tabela 18). Dez espécies ocorreram no início da barra-de-meandro subatual em baixa densidade (1.800 ind./ha). A espécie com maior densidade foi *R. jasminoides* (25,9%), além de *S. commersoniana* (14,8%), *Roupala brasiliensis* e árvores mortas (11,1% cada). Destaca-se nesta faixa a presença de um indivíduo de *A. angustifolia*, com o maior diâmetro (54,1 cm) dentre as árvores amostradas, sendo também suporte da maior abundância e diversidade de bromélias.

Nesta superfície, assim como em várias outras, as árvores mortas representaram grande parte das árvores amostradas, assim como já foi registrado em outros trabalhos nas florestas fluviais do rio Iguaçu e afluentes (BARDDAL, 2002; ZILLER, 1995; BARDDAL, 2003; BUFREM, 1997; PASDIORA, 2003). Neste estudo as árvores mortas foram considerados como uma categoria por apresentar substrato diferenciado o que, no entanto, não se mostrou como um fator de influência na

distribuição das bromélias. Isso se deve, provavelmente, à quase independência dessas epífitas do substrato, considerando que nutrientes e umidade provém diretamente da atmosfera no caso das atmosféricas e da decomposição de matéria orgânica na água acumulada nas rosetas das bromélias tanque.

Tabela 18 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Furnas.

| Faixas | DA (ind./ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|--------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 2.733,3 | 4,5 | 1,9 | 13,7 | 1,7 | 62,3 |
| 2 | 2.266,7 | 5,3 | 2,9 | 11,6 | 1,1 | 30,1 |
| 3 | 1.800,0 | 6,8 | 6,5 | 14,3 | 1,3 | 45,9 |

4.4.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Na faixa de parcelas mais próxima ao rio, altura e diâmetro dos forófitos foram significativos para a ocorrência de espécie de bromélias ($p < 0,0001$) e plântulas ($p = 0,0139$ e $p = 0,0245$, respectivamente) (anexo 2). Estes dados estão de acordo com a importância do tempo de exposição dos forófitos na diversidade de bromélias, como já discutido. Apesar da alta média de fustes por árvore desta faixa (tabela 18), as bromélias não apresentaram relação significativa com este parâmetro forofítico.

Na faixa dois, a despeito da ausência de grandes exemplares arbóreos, o diâmetro também foi importante estatisticamente na ocorrência de espécies ($p < 0,0001$) e plântulas ($p = 0,0527$).

Na faixa três não foi obtida relação da ocorrência de espécies ou plântulas com os parâmetros forofíticos avaliados, o que é intrigante considerando a presença de grandes árvores e de bromélias, tanto na sua forma jovem quanto adulta.

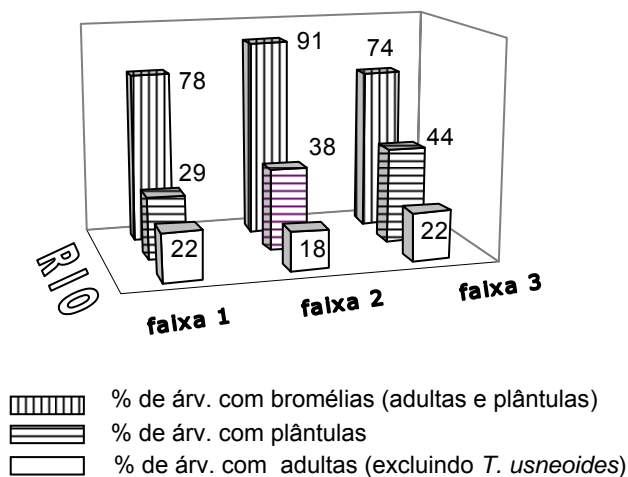
Na figura 32 pode-se notar que, do substrato disponível, a faixa dois apresentou a maior taxa de ocupação por bromélias. Quando consideramos apenas as bromélias adultas, sem *Tillandsia usneoides*, as porcentagens de colonização foram muito baixas nas três faixas de parcelas, mas iguais entre a primeira e a terceira faixa, diminuindo pouco na segunda.

Levando em conta a densidade de árvores em cada faixa (tabela 18), pode-se afirmar que a quantidade de árvores com bromélias é praticamente a mesma nas duas primeiras faixas de parcelas, diminuindo pouco em direção a segunda barra de meandro. A análise é a mesma quando se exclui *T. usneoides*.

A distribuição das bromélias e suas densidades (figuras 32 e 33) devem ser analisadas considerando a alta umidade proporcionada ao componente epifítico pelo pequeno alçamento da barra-de-meandro atual, ou seja, proximidade do rio, e a existência de uma interbarra com solos com elevado grau de hidromorfia. Do mesmo modo, a luminosidade que incide nos forófitos deve ser muito semelhante, considerando que a faixa um e dois estão próximas ao rio e a terceira faixa de parcelas foi instalada no início da segunda barra-de-meandro, em um degrau que projeta a vegetação. Sendo assim, alta umidade associada à intensa luminosidade disponível para grande parte do conjunto de arbóreas favorece o desenvolvimento das bromélias nas três faixas de parcelas.

Nesta superfície também existe uma dinâmica de colonização ativa, com plântulas colonizando quantidades crescentes de árvores a partir da faixa mais próxima ao rio em direção às árvores mais distantes, sempre em maiores porcentagens do que árvores com bromélias adultas.

Figura 32 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Furnas.



4.4.1.3 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

A curva espécies-área (anexo 3) mostra que a totalidade de espécies de bromélias foi amostrada antes de ser alcançada metade do número total de forófitos amostrados (102), indicando suficiente esforço amostral.

- distribuição horizontal

As ocorrências de cinco espécies de bromélias, registradas no levantamento fitossociológico, resultaram em um índice de Shannon ($H' = 1,02$) intermediário. Além delas, mais quatro outras espécies foram observadas na área: *Tillandsia tenuifolia*, *Tillandsia mallemonii*, *Aechmea distichantha* e *Wittrockia cyathiformis*. Esta última espécie pertence ao grupo das bromélias de ocorrência restrita, tendo sido registrada em apenas três compartimentos geograficamente seqüenciais – Furnas, Mafra/Rio do Sul e Rio Bonito. Foi observada, nesta superfície de agradação, crescendo em grandes associações de várias plantas sobre um forófito.

Nove espécies de bromélias foi o número máximo registrado em um compartimento (tabela 5) e pode ser relacionado ao bom estado de conservação destes fragmentos que compõem as estepes (ou campos). Apesar dos campos que cobrem as encostas não fornecerem propágulos de bromélias para as florestas fluviais (figura 41), sua intensa utilização provavelmente poupa os fragmentos que beiram os cursos d'água da forte ação antrópica, conservando a diversidade de epífitas. Ao mesmo tempo, as grandes propriedades, que é o contexto predominante desta superfície, tornam-se outro fator favorável à conservação, diminuindo o acesso às florestas e, conseqüentemente, a degradação da floresta fluvial.

A equidade entre as espécies, detectada pelo índice de Pielou ($E = 0,63$), é baixa, indicando relações de dominância na comunidade. O valor de importância calculado para *T. usneoides* reitera este índice, sendo muito superior às outras espécies tanto na curva como um todo (tabela 19) como em cada faixa separadamente (tabela 20). O grau de cobertura médio obtido para cada faixa de parcelas (figura 33) também evidencia a grande abundância desta espécie, que cobre grande parte dos forófitos.

Nesta superfície não foram detectadas diferenças significativas entre as faixas quanto à ocorrência de espécies e de plântulas nos forófitos (anexo 2). Estes dados reiteram as similaridades já discutidas entre as faixas quanto às taxas de colonização das arbóreas por adultas e por plântulas, e quanto à semelhança entre as condições de umidade e luminosidade.

A. recurvata, que na agradação do compartimento anterior foi relacionada com floresta mais desenvolvida e estruturada, ocorre nesta superfície com o

segundo maior valor de importância nas faixas um e dois (tabela 20). Nestas parcelas ela ocorre principalmente na forma associada, colonizando árvores de maior porte e onde outras espécies de bromélias já estão instaladas. Deste modo, reitera-se a relação desta espécie com forófitos disponíveis no ambiente há um período maior de tempo, principalmente na forma de associações de indivíduos.

Tabela 19 – Valor de importância epífita (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Furnas.

| Espécies | VIE |
|-----------------------------|------|
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 60,2 |
| <i>Tillandsia stricta</i> | 13,5 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 12,2 |
| <i>Tillandsia recurvata</i> | 7,2 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 6,8 |

Tabela 20 - Valor de importância epífita (VIE) das espécies de bromélias nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Furnas.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|-----------------------------|------|-----------------------------|------|-----------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 52,8 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 72,2 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 64,5 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 15,5 | <i>Aechmea recurvata</i> | 12,7 | <i>Tillandsia stricta</i> | 24,3 |
| <i>Tillandsia stricta</i> | 14,5 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 11,3 | <i>Tillandsia recurvata</i> | 5,6 |
| <i>Tillandsia recurvata</i> | 11,4 | <i>Tillandsia stricta</i> | 3,8 | <i>Aechmea recurvata</i> | 5,6 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 5,8 | | | | |

Assim como as porcentagens de colonização de arbóreas e ocorrência de espécies e plântulas indicaram uma ocupação relativamente homogênea entre as faixas, estatisticamente também não foi detectada diferença (anexo 2) entre as densidades das espécies de bromélias e das plântulas (figura 33).

No entanto, pôde-se observar claramente menor densidade ou nenhum registro de indivíduos na faixa dois da maioria das espécies quantificadas. Essa redução ou ausência deve-se, provavelmente, ao menor porte dos forófitos escolhidos para o levantamento quantitativo nesta faixa de parcelas, à menor média de fustes por árvore, assim como ao fato de um deles ser uma mirtácea. Mirtáceas apresentam caracteristicamente ritidoma liso e descamante, o que significa baixa qualidade e pouca estabilidade de substrato para fixação de epífitas como já foi discutido no compartimento CGM Costeiro, superfície de degradação.

Mesmo que em baixo número, *T. stricta* nesta superfície ocorreu apenas como plantas isoladas sobre seus suportes. Esse dado ratifica o que já tinha sido observado e discutido no compartimento CGM Costeiro, superfície de agradação.

De acordo com o levantamento quantitativo, o número de plântulas por forófito e por intervalo de altura diminuiu em até 72% nas faixas dois e três (figuras 33 e 35). Ou seja, a despeito da disponibilidade de substrato (presença de uma grande *A. angustifolia* na terceira faixa de parcelas) e da proximidade entre as três faixas de parcelas, esta redução poderia estar refletindo uma diminuição na dinâmica de produção de sementes e estabelecimento de plântulas considerando que a maioria das adultas ocorrem mais próximas ao rio.

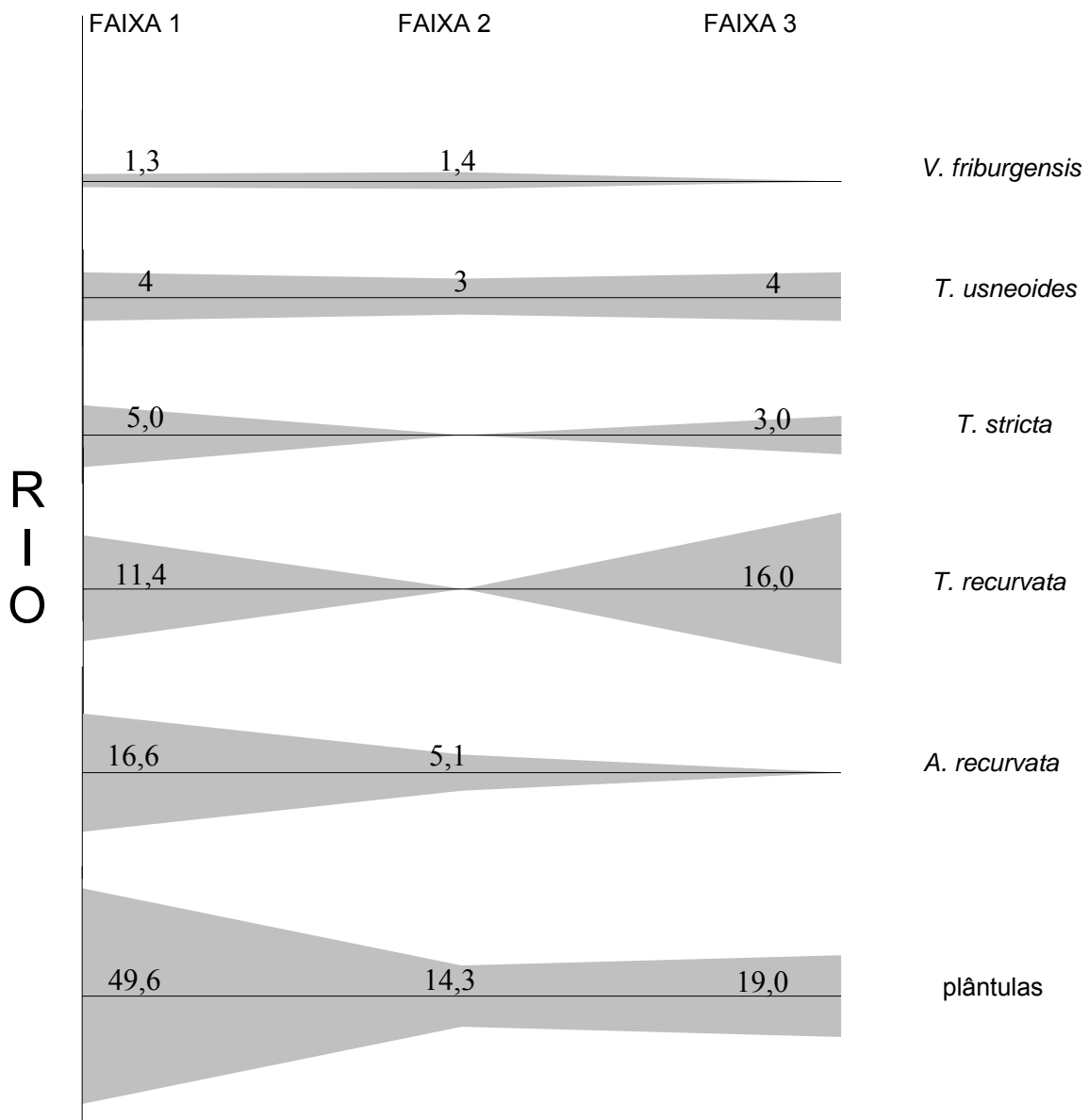
T. usneoides cobriu, na primeira e na terceira faixa, 76% a 100% da área dos forófitos, o que resultou em grau de cobertura máximo – 4 (figura 33). Estes dados expressam a sensação visual que se tem nesta superfície, e em várias outras da planície do rio Iguaçu, onde seus longos emaranhados pendem dos ramos e fustes arbóreos, imprimindo uma coloração acinzentada ao ambiente. Sua ocorrência característica em ambientes com grande luminosidade e alta umidade (REITZ, 1983) foi enfaticamente confirmada neste estudo, sendo enquadrada como espécie típica de planícies fluviais próximo à cursos d'água da FOM (MARTIN e SIEDOW, 1981; REITZ, 1983). Estudos demonstraram que a espécie apresenta absorção direta de vapor de água da atmosfera, principalmente com taxas de umidade mais altas e no período noturno, além de redução na taxa de captação de CO₂ em noites com baixa umidade relativa (VIRZO DE SANTO, 1976; MARTIN e SIEDOW, 1981).

A preferência de *T. usneoides* por ambientes úmidos é intrigante quando consideramos que seus caules e folhas são densamente cobertos por tricomas, e que bromélias com esta característica têm a troca gasosa inibida quando em contato com a umidade (BENZING e RENFROW, 1971; SUDGEN, 1981; MARTIN, 1994).

Com base nestes dados e nas observações em campo, afirma-se que *T. usneoides* está relacionada a locais com maior luminosidade, pois estes são, na verdade, locais mais abertos, com livre circulação do ar que proporciona a remoção constante de umidade da superfície das plantas, além de permanente evaporação, impedindo seu acúmulo. Altas taxas de umidade relativa do interior da floresta, ambientes com menores temperaturas e circulação do ar mais restrita (MADIGOSKI, 2004) são fatais para esta espécie completamente coberta por tricomas.

Sendo assim, *T. usneoides* suporta altas intensidades lumínicas, o que é característico das plantas que possuem metabolismo CAM (ADAMS III, 1988), em ambientes onde a umidade está sempre presente, considerando sua dependência exclusiva dos recursos disponíveis na atmosfera. Essa umidade, no entanto, deve existir em taxas adequadas, pois os tricomas não podem ser colapsados pelo excesso de umidade.

Figura 33 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Furnas.



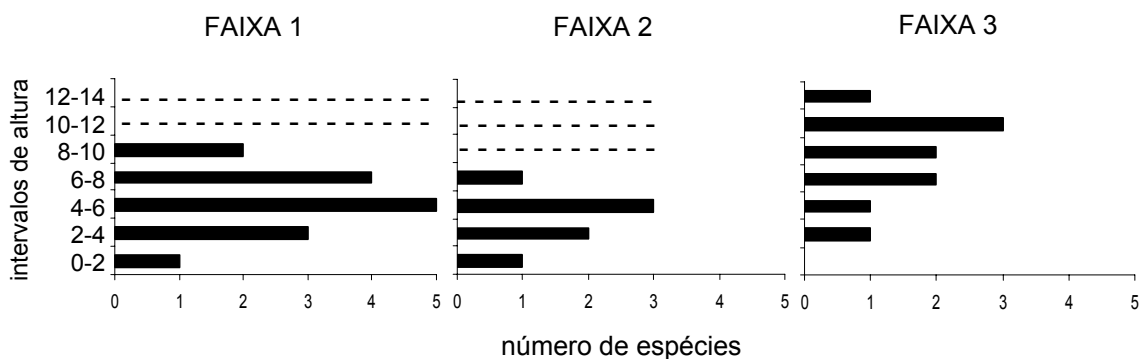
NOTAS: número de agrupamentos/forófito - *T. recurvata*; grau de cobertura/forófito - *T. usneoides*; número de indivíduos/forófito – outras espécies e plântulas.

- estratificação vertical

As bromélias da superfície de agradação distribuíram-se verticalmente sobre os forófitos, de modo geral, desde a base até 14 m de altura (figura 34). Como já ocorreu em outras superfícies, apenas forófitos de uma faixa de parcelas apresentam os intervalos mais altos; neste caso, os forófitos da terceira faixa são os maiores (figura 34).

Além das menores alturas, destacam-se nas faixas um e dois os fatores umidade e luminosidade fornecidas pelo rio, possibilitando a sobrevivência das bromélias desde a base dos forófitos, enquanto na faixa mais distante do rio apenas plântulas foram registradas abaixo de 2 m. Ao mesmo tempo, a concentração de espécies nas duas primeiras faixas deu-se em intervalo de altura menor (4-6 m) do que na terceira faixa (10-12 m).

Figura 34 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Furnas.



NOTA: ----- intervalo não existente.

Quando analisadas as densidades de cada espécie de bromélia por intervalo de altura (figura 35), esse padrão de semelhança entre as duas primeiras faixas é reiterado, o que pode ser relacionado ao tamanho dos forófitos e à sua posição na superfície. A maior proximidade do rio e o regime de drenagem dos solos na barra-de-meandro atual e interbarra propiciam às epífitas condições parecidas de umidade, além do tamanho de suas árvores suporte também ser menor, o que significa menos substrato disponível.

Por outro lado, observa-se claramente que, existindo forófitos mais altos disponíveis na superfície, as bromélias apresentam uma ascensão dos intervalos de colonização, como ocorre na faixa três. Esse padrão pode ser observado na

representação esquemática da estratificação vertical (figura 35) para *T. recurvata*, *T. stricta* e *T. usneoides*, além de plântulas. Na busca por luminosidade, as bromélias colonizaram com maior densidade os intervalos mais altos dos forófitos, explorando microhábitat específico, segundo a literatura (STEEGE e CORNELISSEN, 1989; PARKER, 1987; MADIGOSKY, 2004), pela combinação de baixa umidade, altas temperaturas, intensa luminosidade e pouca rugosidade de ritidoma. Plântulas e algumas espécies também foram registradas em alturas menores dos forófitos da terceira faixa, mas sempre em baixa densidade, indicando que as condições existentes não são ideais para seu pleno desenvolvimento.

Quanto à distribuição no forófito em relação à copa, plântulas ocorreram no fuste, na porção central da copa, assim como na periferia, independente da feição geomórfica. Isso reitera que o modelo de ocupação dos forófitos pelos indivíduos jovens é o modelo de dispersão das sementes.

A. recurvata não mostrou preferência pelo fuste, porção periférica ou central da copa, mas ocorreu associada e acima do início da copa nas duas faixas de parcelas, o que pode estar relacionado ao aumento de substrato disponível para colonização, assim como local de pouso para a avifauna, como discutido anteriormente.

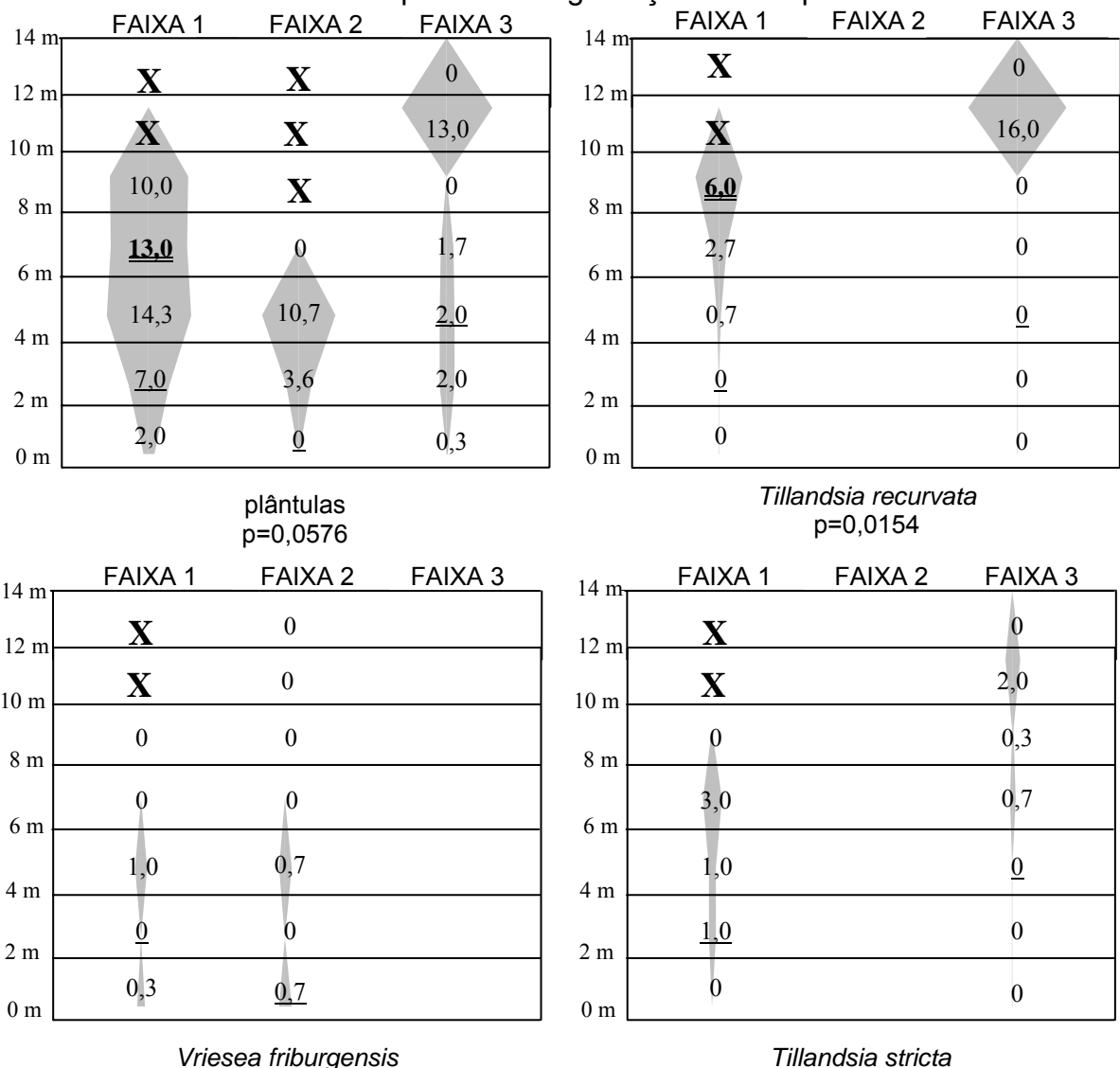
Nesta superfície, *T. stricta* ocorreu predominantemente na periferia das copas, o que favoreceria a maior captação por luminosidade, considerando ser ela uma bromélia heliófila (REITZ, 1983). No entanto, a espécie já foi registrada em outras superfícies deste estudo tanto na porção central como periférica da copa. Com base nestes dados e considerando que o ambiente na floresta muda continuamente (PARKER, 1995; MADIGOSKY, 2004) com queda de galhos, formação de clareiras e constante intervenção antrópica, sugere-se que a posição na copa não é comandada pelas necessidades de maior ou menor luminosidade nem para *T. stricta* nem para as outras bromélias. A distribuição espacial no forófito seria então primeiramente comandada pela capacidade de suporte dos ramos, ocorrendo as espécies maiores no fuste ou na porção central da copa, onde, segundo (RUDOLPH *et al*, 1998), se localizam predominantemente os ramos mais grossos. As espécies com menor tamanho que permanecem isoladas ou formam pequenas associações podem ser, por sua vez, encontradas tanto na periferia, onde os ramos são

geralmente mais finos, como na parte central da copa, assim como no fuste dos forófitos.

FREIBERG (1996) afirma que o microclima na copa está muito mais relacionado com o diâmetro dos ramos e indiretamente, acúmulo de matéria orgânica, do que com simples posições espaciais. A matéria orgânica acumulada sobre os ramos é responsável pelo armazenamento de umidade, o que não ocorre em galhos mais finos ou mais recentes em formação.

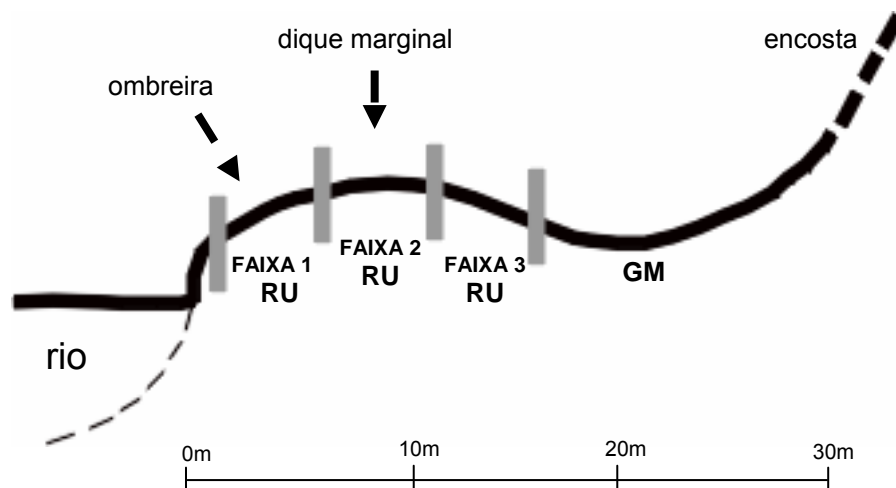
T. usneoides foi registrada tanto na parte central como na periférica da copa, assim como no fuste de *A. angustifolia*. Essa ampla distribuição deve-se ao formato assumido pela planta, com longos caules pendentes que ocupam grandes superfícies dos forófitos.

Figura 35 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Furnas.



transbordamento e dos fluxos hídricos da encosta, proporcionando, de acordo com BARDDAL (2006), hidromorfia acentuada e por longos períodos.

Figura 36 - Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Furnas, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: RU = Neossolo Flúvico, GM = Gleissolo Melânico.
Baseado em Curcio (2006).

4.4.1.2 Caracterização do componente arbóreo

De modo geral, a floresta dessa superfície, composta por 20 espécies de arbóreas, apresenta forte diminuição em densidade e aumento de altura das árvores partindo do dique marginal em direção ao retroambiente, adjacente à encosta. No entanto, é provável que exista uniformidade quanto às idades de ocupação da superfície pela vegetação, considerando ser este o lado da curva degradado pelo rio.

Destaca-se a ausência de grandes exemplares arbóreos, não sendo ultrapassada a altura aproximada de 10 m e o diâmetro de 39 cm. Os maiores diâmetros são alcançados por indivíduos de múltiplos fustes, muito comuns nesta superfície, principalmente na cimeira do dique marginal (tabela 21). Também o sub-bosque retrata a baixa estruturação da floresta, ocorrendo através de pouquíssimos indivíduos com aproximadamente 1,5 m de altura.

A faixa de parcelas mais próxima ao rio apresentou alta densidade de indivíduos (6.266,7 ind./ha) pertencentes a 17 espécies de arbóreas. O valor de dominância é resultante da elevada densidade de árvores, mas com baixos

diâmetros. O porte dos indivíduos é baixo em relação às outras faixas amostradas na curva (tabela 21). Poucas espécies apresentaram densidades altas, como *Sebastiania commersoniana* (55,3%), *Myrcia laruotteana* (9,6%) e *Myrcia rostrata* (6,4%). A espécie com maior densidade também é suporte da maior diversidade e abundância de bromélias.

Na faixa dois, além da diminuição em densidade (3.200 ind./ha) em relação à faixa um, também foi registrada diminuição em dominância e em diversidade: apenas dez espécies de árvores. No entanto, a média de fustes por indivíduo arbóreo e o diâmetro médio foram mais altos (tabela 21). *S. commersoniana* ocorreu novamente com maior densidade relativa (62,5%), seguida por *Rudgea jasminoides*, *Myrcia multiflora* e árvores mortas (6,3% cada). A maior diversidade e abundância de bromélias foram registradas novamente sobre *S. commersoniana*.

A vegetação da faixa três, mais distante do rio, foi composta por apenas sete espécies de árvores em baixa densidade (2.800 ind./ha). Dentre as espécies, *S. commersoniana* ocorreu em maior densidade (66,7%), além de *Protium heptaphyllum* (9,5%), e *Calyptanthes concinna*, *M. multiflora* e *Ocotea porosa* (4,8% cada). Novamente *S. commersoniana* foi o suporte da maior diversidade e abundância de bromélias o que, provavelmente, está relacionado ao fato desta espécie ser muito comum nas superfícies estudadas.

Tabela 21 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três de parcelas da superfície de degradação do compartimento Furnas.

| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 6.333,0 | 5,1 | 2,6 | 9,6 | 1,6 | 56,7 |
| 2 | 3.200,0 | 6,8 | 3,5 | 12,0 | 2,1 | 43,8 |
| 3 | 2.866,0 | 7,3 | 3,9 | 10,6 | 1,8 | 31,6 |

4.4.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Nesta superfície, as espécies de bromélias e suas plântulas não apresentaram relação significativa com os descritores forofíticos, indicando uma ocorrência aleatória sobre seus suportes (anexo 2). No entanto, em campo foi observada maior diversidade/abundância de bromélias em *S. commersoniana* com múltiplos fustes e indivíduos inclinados. Árvores com mais de um fuste significam, em qualquer análise, mais substrato disponível para colonização pelas epífitas. A

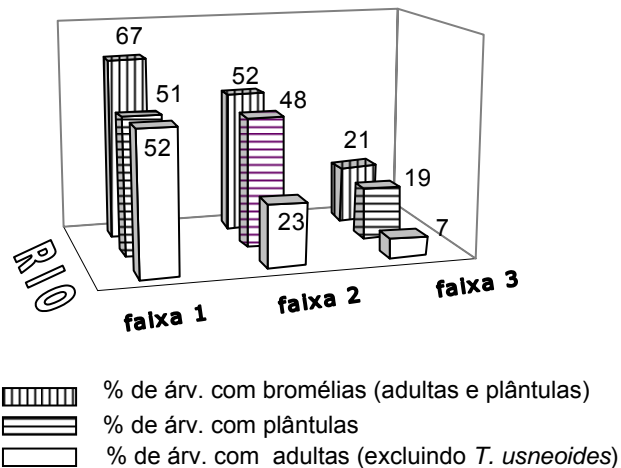
inclinação, do mesmo modo, propicia um substrato mais estável e, quando as árvores crescem em posição de ombreira, as epífitas são expostas diretamente à umidade fornecida pela evaporação da água do rio.

Nas parcelas mais próxima ao rio, grande parte do substrato disponível (67%) para as bromélias epifíticas foi colonizada (figura 37), diminuindo a porcentagem até 21% de ocupação na terceira faixa mais próxima à encosta.

Associando-se as densidades de arbóreas (tabela 21), as diferenças entre as taxas de colonização são acentuadas. A quantidade de árvores com bromélias em posição mais próxima ao rio é muito maior do que a quantidade na terceira faixa, o que pode ser relacionado tanto ao favorecimento pelas altas intensidades lumínicas e maior umidade fornecidas pelo rio para a faixa um, como à restrição pelo sombreamento imposto pela encosta adjacente à floresta fluvial. A encosta, nesta superfície, impõe sombreamento à vegetação a partir das 14h do dia, pois se encontra em distância inferior à 20m (figura 36) das arbóreas da faixa três. Infere-se que, mesmo com a umidade proporcionada pelo retroambiente, com forma côncava e solos de hidromorfia acentuada, a falta de luminosidade é decisiva na baixa colonização de bromélias.

Na faixa mais próxima ao rio, a quantidade de árvores com plântulas é praticamente a mesma que árvores com adultas (excluindo *T. usneoides*) (figura 37). Na faixa dois a diferença entre estas porcentagens aumenta consideravelmente em função da pequena quantidade de bromélias adultas registradas. Na terceira faixa, a redução foi tanto de árvores com plântulas como com adultas. Estes dados podem ser relacionados com o sombreamento da floresta pela encosta, pois mesmo com o estabelecimento de plântulas nas árvores da faixa dois, é baixa a quantidade de árvores com bromélias adultas.

Figura 37 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Furnas.



4.4.1.3 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

Nesta superfície, mesmo com grande número de árvores sendo avaliadas (184 indivíduos no total), já no primeiro forófito grande parte das espécies de bromélias foi amostrada (anexo 3). Houve incremento de apenas uma espécie em aproximadamente metade do levantamento.

- distribuição horizontal

Apesar do registro de apenas cinco espécies de bromélias epifíticas nesta superfície, o índice de Shannon ($H' = 1,47$) está próximo aos valores mais altos obtidos neste estudo. Do mesmo modo, a equitabilidade entre as espécies foi bastante alta ($E = 0,91$), considerando que o valor 1,0 representa a situação em que todas as espécies são igualmente abundantes na comunidade. Este índice é reiterado pelos valores de importância (tabela 22), muito semelhantes entre si.

Além das cinco espécies registradas sobre os forófitos incluídos nas parcelas, *Aechmea distichantha* também foi observada na área de trabalho, tendo sido incluída no levantamento florístico (quadro 1).

Foi detectada diferença significativa entre as faixas quanto à ocorrência de espécies sobre os forófitos ($p < 0,0001$), sendo a faixa mais próxima ao rio distinta ($p < 0,0001$) das faixas dois e três, e estas distintas ($p = 0,0028$) entre si (anexo 2). A ocorrência de plântulas também diferiu entre as faixas ($p = 0,0031$), sendo a faixa um diferente ($p = 0,0178$) das faixas dois e três, e estas distintas ($p = 0,0080$) entre si. Ou

seja, mesmo sendo as três faixas contíguas, as espécies e as plântulas ocorreram de modo distinto sobre os forófitos levantados em cada uma delas.

As cinco espécies registradas na superfície ocorreram nas duas faixas mais próximas ao rio, enquanto na terceira faixa apenas três espécies foram registradas (tabela 23). Sendo assim, as quatro espécies de bromélias (excluindo-se *T. usneoides*) da faixa dois ocorreram de modo concentrado em apenas 23% dos indivíduos arbóreos amostrados.

A espécie com maior valor de importância em todas as faixas foi *T. mallemonitii* (tabela 23), ocorrendo trocas de posições entre as outras de menor valor com o aumento da distância do rio.

Tabela 22 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Furnas.

| Espécies | VIE |
|--------------------------------|------|
| <i>Tillandsia mallemonitii</i> | 33,8 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 29,7 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 20,2 |
| <i>Tillandsia stricta</i> | 10,8 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 5,5 |

Tabela 23 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Furnas.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|--------------------------------|------|--------------------------------|------|--------------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia mallemonitii</i> | 34,8 | <i>Tillandsia mallemonitii</i> | 26,4 | <i>Tillandsia mallemonitii</i> | 41,6 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 31,6 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 23,6 | <i>Tillandsia stricta</i> | 29,2 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 20,6 | <i>Tillandsia stricta</i> | 21,4 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 29,2 |
| <i>Tillandsia stricta</i> | 8,1 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 16,8 | | |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 4,9 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 11,8 | | |

Assim como as detectadas diminuições nas taxas de colonização e na diversidade de espécies, também há um decréscimo na densidade das espécies em direção às faixas de parcelas mais distantes do rio, sob maior influência do retroambiente adjacente à encosta.

É o que acontece com *T. stricta* (figura 38), que apresenta diminuição em densidade sobre os forófitos mais distantes do rio e mais próximos à encosta, fato certamente relacionado à diminuição na luminosidade disponível (REITZ, 1983). Nas duas faixas mais próximas ao rio *T. stricta* ocorreu em associações, ao contrário do

que foi detectado nas superfícies do compartimento CGM Costeiro e na agradação anterior, onde a espécie foi registrada predominantemente na forma isolada.

T. usneoides, em congruência à diminuição da luminosidade disponível na terceira faixa de parcelas, apresenta uma forte redução no grau de cobertura médio nesta posição da superfície, o que está de acordo com a necessidade da espécie por ambientes com luminosidade e circulação do ar, conforme discutido na superfície anterior.

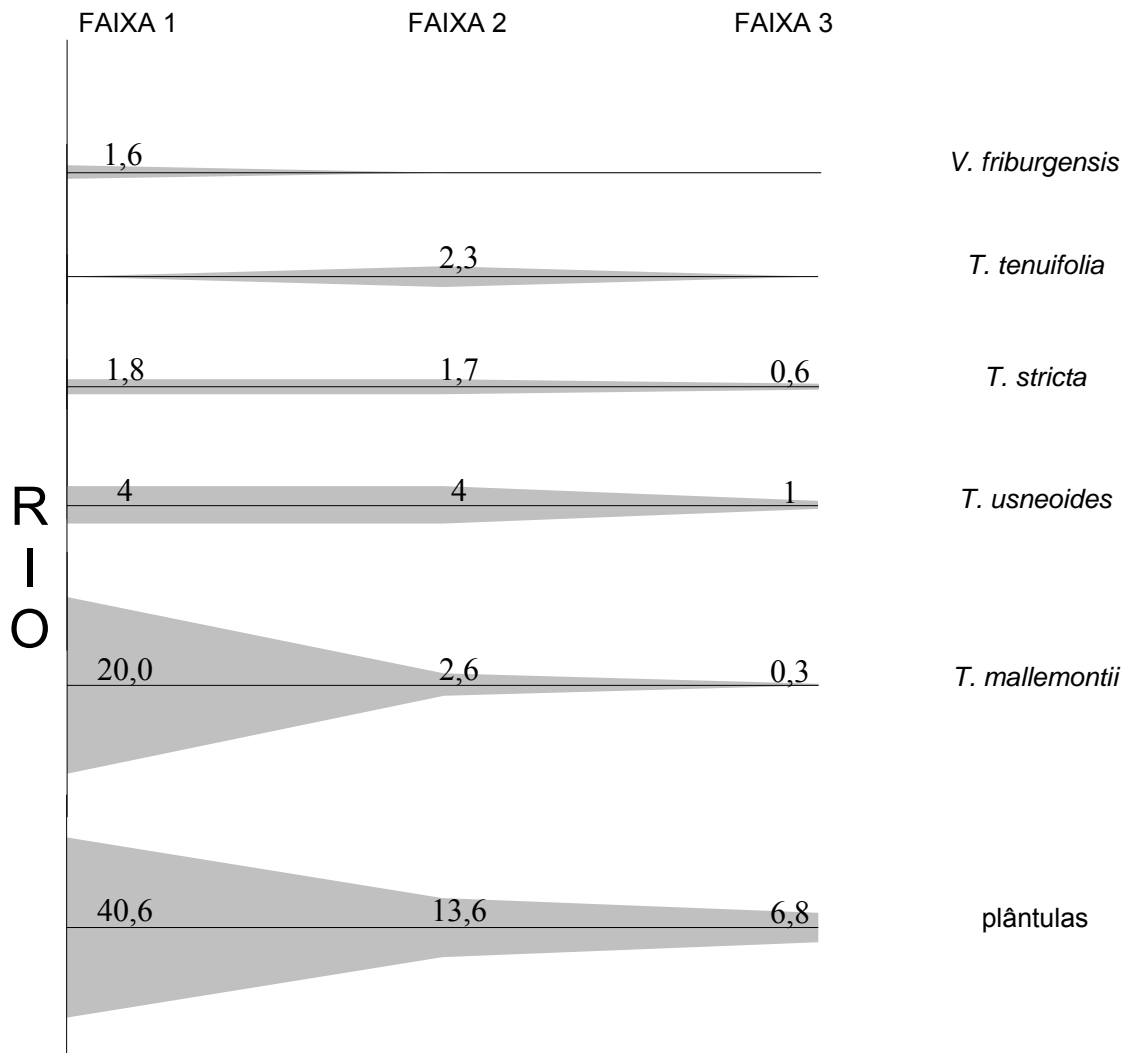
A redução em densidade *V. friburgensis* nas faixas de parcelas mais afastadas do rio pode ser relacionado com a exigência desta espécie por ambientes com altas intensidades lumínicas. Na segunda faixa de parcelas ela ainda foi registrada (tabela 23), mas com menor valor de importância. Nas parcelas mais sombreadas, adjacentes à encosta, a espécie está ausente.

Nesta superfície de degradação foram observados indivíduos de *V. friburgensis* e *A. distichantha* crescendo no chão da floresta (figura 41) em posição de cimeira do dique marginal. *V. friburgensis* também ocorreu sobre o solo na barra-de-meandro subatual da superfície de agradação. Considerando que estas espécies foram predominantemente observadas no ambiente epifítico, infere-se que tenham caído das árvores já na sua forma adulta, como observado por PETT-RIDGE e SILVER (2002) para outras espécies de bromélias epifíticas, e sua sobrevivência em ambiente terrestre dependa fundamentalmente das características do solo e do relevo nos quais os exemplares estão estabelecidos. Segundo CURCIO (2006), a barra-de-meandro subatual da superfície de agradação apresenta alçamento de aproximadamente 2 m em relação ao nível fluviométrico, com Neossolo Quartzarênico. Estes solos são pouco evoluídos, com ausência de horizonte B diagnóstico, apresentando textura areia ou areia franca até, no mínimo, 150 cm de profundidade a partir da superfície do solo (EMBRAPA, 1999). Com o citado alçamento, os solos apresentam permeabilidade muito rápida (>12 cm/h), em um relevo plano, o que resulta em um regime de drenagem excessivamente drenado. Ou seja, a água é rapidamente removida, ficando pouco tempo em contato com as raízes das plantas.

Do mesmo modo, é fortemente drenado o regime de drenagem na cimeira do dique marginal da superfície de degradação, onde predominam Neossolos Flúvicos (CURCIO, 2006). O autor verificou permeabilidades muito rápidas (>12 cm/h) no

horizonte A, que possui 30 cm de espessura. Esta característica, associada à altura do alçamento (cerca de 2 m), à forma convexa e textura média (CURCIO, 2006), possibilitam que as bromélias estejam livres de umidade excessiva e possam crescer no ambiente terrestre (figura 41).

Figura 38 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Furnas.



NOTAS: número de agrupamentos/forófito - *T. mallemonitii*; grau de cobertura/forófito - *T. usneoides*; número de indivíduos/forófito – outras espécies e plântulas.

- estratificação vertical

De modo geral, a estratificação vertical das bromélias, nesta superfície, ocorreu desde a base até 10 m de altura (figura 39).

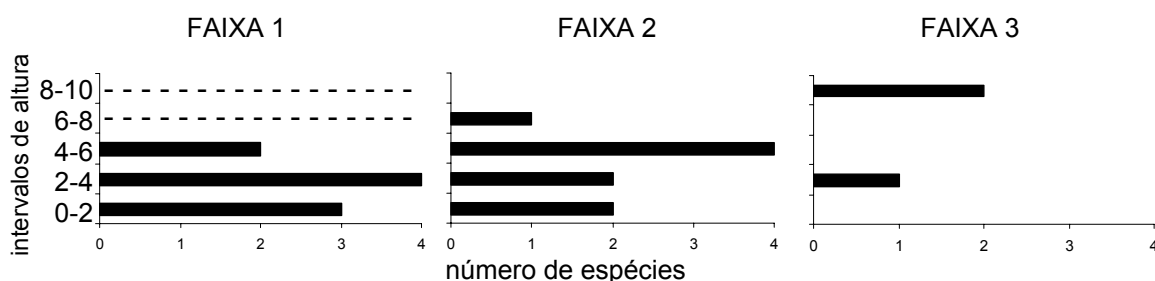
Os intervalos de alturas com a maior concentração de espécies aumentaram gradualmente entre as faixas com o aumento da distância do rio, com já verificado nos compartimentos anteriores.

Tanto na faixa um como na faixa dois a colonização inicia já na base dos forófitos, diferente da faixa três que apresenta bromélias apenas a partir de 2 m de altura. A presença de bromélias já nos primeiros dois metros dessas árvores é justificada pela luminosidade e umidade provenientes do rio, que age como uma grande clareira para a floresta fluvial. Mesma aquelas arbóreas estabelecidas na segunda faixa, por estarem na parte mais alta do dique marginal, provavelmente recebem luminosidade adequada para a sobrevivência das espécies.

T. stricta, que foi principalmente registrada na parte central da copa, apresenta uma nítida ascensão dos intervalos de crescimento com o aumento da distância do rio, o que ratifica sua relação com altas intensidades lumínicas (REITZ, 1983), e com a maior disponibilidade de substrato representada pela altura do PIM (figura 40).

T. usneoides e plântulas ocorreram no fuste, na parte central e na parte periférica da copa, o que está de acordo com as dimensões destas bromélias, que podem colonizar mesmo os galhos mais finos da periferia. Suas maiores densidades apresentaram uma ascensão dos intervalos de altura, sugerindo que as condições de luminosidade e exposição, caracteristicamente encontradas no topo dos forófitos, sejam mais adequadas para o seu crescimento.

Figura 39 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Furnas.



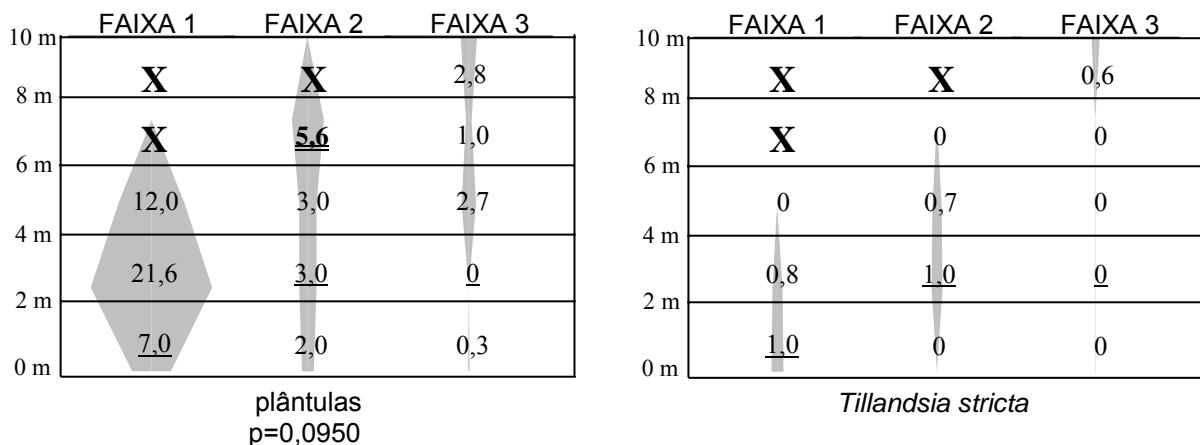
NOTA: ----- intervalo não existente.

T. mallemonitii, bromélia muito comum nos estádios iniciais de sucessão da FOD (BONNET, 2001), foi registrada apenas em dois compartimentos no presente

estudo. Na presente superfície, a espécie ocorreu em altas densidades na porção mais próxima ao rio, diminuindo em direção as faixas mais afastadas, o que está de acordo o fato de ser heliófila e atmosférica (REITZ, 1983). Nas árvores mais próximas da encosta (figura 40) foi registrada entre 2-4 m de altura por apenas um agrupamento que provavelmente não conseguirá sobreviver considerando a baixa intensidade lumínica incidente. Quanto à posição na árvore em relação à copa, ocorreu principalmente na periferia e no centro, tendo sido também observada no fuste das árvores mais próxima ao rio.

Vegetativamente esta espécie é muito semelhante à *T. recurvata*, da qual se assemelha devido ao crescimento em densos agrupamentos, com escamas cobrindo toda a planta, folhas dísticas e curvadas. Comparando-se plantas das duas espécies, algumas características são importantes na diferenciação, como: as plantas de *T. mallemonitii* são, em média, mais compridas, atingindo até 25 cm, enquanto *T. recurvata* atinge, em média 15 cm; *T. mallemonitii* apresenta maior número de folhas por planta (até 14) do que *T. recurvata* (até 5); as folhas de *T. mallemonitii* são mais regularmente posicionadas, formando quase sempre um ângulo de 90° com a planta, enquanto *T. recurvata* apresenta as folhas crescendo com ângulo menor (<90°) em relação á planta. Plantas floridas são facilmente diferenciáveis, pois *T. mallemonitii* apresenta flores muito mais vistosas, coloração lilás e aroma adocicado, enquanto *T. recurvata* possui flores pequenas, esbranquiçadas ou muito fracamente lilases, sem aroma. Na planície do rio Iguaçu *T. mallemonitii* apresentou flores em janeiro e *T. recurvata* em abril e maio do ano de 2005.

Figura 40 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Furnas.



| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|-------------|----------|------------|
| 10 m | X | X | 0 |
| 8 m | X | 1,6 | 0 |
| 6 m | 5,3 | 1,0 | 0 |
| 4 m | <u>14,4</u> | <u>0</u> | <u>0,3</u> |
| 2 m | <u>0,3</u> | 0 | 0 |
| 0 m | | | |

Tillandsia mallemonitii
p=0,0516

| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|----------|----------|----------|
| 10 m | X | X | 1 |
| 8 m | X | 2 | 0 |
| 6 m | 2 | 1 | 0 |
| 4 m | 2 | <u>1</u> | <u>0</u> |
| 2 m | <u>2</u> | 1 | 0 |
| 0 m | | | |

Tillandsia usneoides

NOTA: número de agrupamentos/intervalo - *T. mallemonitii*; grau de cobertura/intervalo - *T. usneoides*; número de indivíduos/intervalo – outras espécies e plântulas.

0 = PIM, 0 = intervalo significativamente diferente. X = intervalo não existente.

Figura 41 - Fatores de degradação e aspectos característicos da floresta da planície do rio Iguaçu. A – Presença do gado; B – Lixo sobre bromélias (6m de altura); C – rio Iguaçu no compartimento Furnas. D - *Aechmea distichantha* em ambiente terrestre; E – capão de floresta fluvial nas Estepes do compartimento Furnas.



4.5 COMPARTIMENTO MAFRA/RIO DO SUL

4.5.1 Superfície de Agradação

4.5.1.1 Descrição do ambiente

Nesse compartimento, a planície fluvial volta a se ampliar, possibilitando o divagamento do rio (CURCIO, 2006). No entanto, segundo o autor, também se observa controle estrutural em algumas curvas meândricas, expondo paredões rochosos com vertentes abruptas; a interação entre estes dois controles resulta em padrões estruturoesculturais.

A planície apresenta larguras próximas a 400 m, diferente do compartimento anterior, onde foram registrados valores em torno de 150 m (CURCIO, 2006). No entanto, o rio é mais estreito, aproximadamente 45 m, o que, segundo CURCIO (2006), é justificado pela faixa de talvegue estar incidindo em sedimentos do Holoceno, o que permite o aprofundamento do leito.

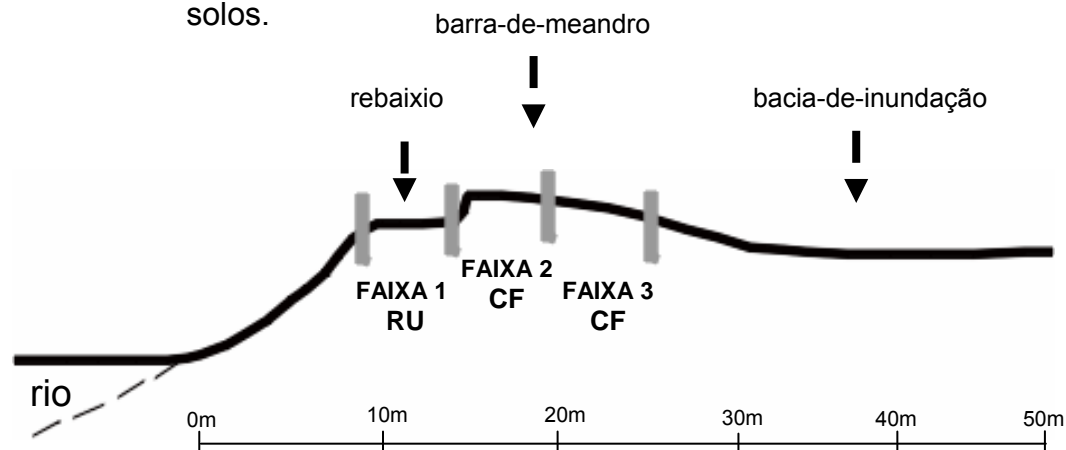
A superfície de agradação, suas feições e solos associados serão descritos a seguir, conforme CURCIO (2006), representadas na figura 42.

Sendo uma superfície com controle estruturoescultural, a agradação é composta por uma barra-de-meandro com aspecto semelhante a um dique marginal, alçada em torno de 3,5 m. Essa barra-de-meandro é composta, em sua posição frontal, por um estreito segmento com 5 a 8 m de largura, nomeado rebaixio, provavelmente resultante de processos de solapamento. Ou seja, mesmo sendo uma superfície de deposição, também foram identificados processos de degradação, expressos por esta feição que sofreu escorregamento para dentro do rio. No rebaixio, onde foi instalada a primeira faixa de parcelas (figura 42), é encontrado Neossolo Flúvico, com elevados níveis de gleização e mosqueamentos, expressões de um ambiente imperfeitamente drenado.

Na seqüência, a barra-de-meandro com relevo convexado, se estende até a bacia de inundação, onde o relevo é plano. A segunda e a terceira faixa ali instaladas (figura 42) estão presentes sobre Cambissolo Flúvico, em ambiente bem drenado. Como observação, a bacia-de-inundação, com Gleissolo Melânico, apresenta saturação hídrica total sazonal, em ambiente mal drenado.

A altura de alçamento, assim com a ausência de interbarra e de outras barras-de-meandro é atribuída à constituição rochosa da superfície de degradação correspondente.

Figura 42 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Mafra/Rio do Sul, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: RU = Neossolo Flúvico, CF=Cambissolo Flúvico.
Baseado em Curcio (2006).

4.5.1.2 Caracterização do componente arbóreo

Nesta superfície há uma evidente diminuição em densidade de arbóreas na porção mais próxima ao rio, o que pode estar relacionado às constantes acreções e retiradas de sedimentos pelo rio (intensa perturbação), como também à influência de plantas trepadeiras formando densa cobertura nas poucas árvores ali existentes. Por outro lado, como esta curva apresenta tanto os processos de sedimentação por acreção vertical como degradação pela retirada dos sedimentos, conseqüências do regime estruturoescultural (CURCIO, 2006), as diferenças entre as idades de ocupação pela vegetação não poderiam ser expressivas. No entanto, considerando a intensa perturbação no rebaixio, é possível que alguns forófitos sejam mais novos, estando a pouco tempo disponíveis, enquanto o grupo de árvores pertencentes às faixas da cimeira e reverso da barra, que inclusive já apresentam indivíduo morto com DAP muito acima da média geral (31,8 cm), deve estar instalado na área a um período de tempo maior.

Dentre as 17 espécies de árvores registradas na curva, poucas foram representadas por grandes exemplares, podendo-se citar *Ocotea pulchella*, *Luehea*

divaricata e *Syagrus romanzoffiana*. Ocorreram predominantemente nas faixas de parcelas mais interiorizadas, com altura máxima de 12 m e diâmetro de 42 cm.

No rebaixio, porção mais próxima ao rio (figura 42), além dos poucos indivíduos arbóreos, não foram registrados arbustos ou arvoretas formando outros estratos. Na barra-de-meandro, posição das faixas dois e três, a locomoção por dentro da floresta torna-se muito difícil devido a grande quantidade de cipós (*Dalbergia frutescens* (Vell.) Britton) somada a um estrato de arvoretas com 2-3 m de altura, que formam um sub-bosque enquadrado como intermediário. Como não existe gado na área, podem ser observados indivíduos, com cerca de 1 m, de altura formando outro estrato da regeneração.

A faixa situada sobre o desnível da barra-de-meandro, mais próxima ao rio, foi composta por poucas espécies (seis) e poucos indivíduos (866,7 ind./ha) que, por outro lado, apresentaram a maior média de fustes por forófito da superfície (tabela 24). A média de alturas foi a menor e a dominância também. As espécies e indivíduos mais comuns foram *Sebastiania commersoniana* (30,8%), árvores mortas (23,1%) e *Matayba elaeagnoides* (15,4%). *S. commersoniana* foi a única espécie que apresentou bromélias.

A faixa dois, com aumento significativo na densidade de árvores (3.200 ind./ha), apresentou 12 espécies com os menores diâmetros médios da superfície. As espécies com maior densidade foram *Rudgea jasminoides* (54,2%), *Actinostemon concolor* (10,4%) e *Myrcia multiflora* (8,3%). Outras espécies ocorreram em número de um ou dois indivíduos apenas, como *S. commersoniana*, *Vitex megapotamica*, *L. divaricata* e *S. romanzoffiana*. Bromélias ocorreram com maior densidade e diversidade sobre *V. megapotamica* que, juntamente com *L. divaricata* e *S.romanzoffiana*, foram os exemplares com maiores diâmetros.

As árvores da faixa três, formadas por 11 espécies, apresentaram as maiores alturas e a maior dominância da superfície, na densidade de 2.466,7 ind./ha. *R. jasminoides* (45,9%), *A. concolor* (16,2%) e *S. commersoniana* (13,5%) foram as espécies mais comuns. No entanto, *O. pulchella* (2,7%) foi o forófito com maior abundância e diversidade de bromélias.

Tabela 24 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na

altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três de parcelas da superfície de agradação do compartimento Mafra/Rio do Sul.

| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 866,7 | 4,3 | 1,6 | 15,5 | 1,5 | 19,2 |
| 2 | 3.200,0 | 5,3 | 2,8 | 9,5 | 1,1 | 32,2 |
| 3 | 2.466,7 | 6,4 | 3,1 | 11,7 | 1,1 | 40,3 |

4.5.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias

É provável que, na faixa um, devido à baixa densidade de árvores, e de bromélias, a ocorrência de espécies e de plântulas não apresentou relação com nenhum parâmetro forófito. Na faixa dois e três, no entanto, apesar dos poucos exemplares arbóreos de grande tamanho, as dimensões das arbóreas foram significativas para a ocorrência de bromélias.

Na faixa dois, a altura total ($p=0,0008$) e a de inversão morfológica ($p=0,0044$), além dos diâmetros ($p<0,0001$) apresentaram relação positiva e significativa para a ocorrência de espécies de bromélias (anexo 2). Do mesmo modo, árvores altas ($p<0,0001$) e com grandes diâmetros ($p<0,0001$) foram importantes para as bromélias na faixa três. Ou seja, bromélias ocorreram com maior diversidade nos maiores forófitos das faixas mais afastadas do rio.

Nas três faixas de parcelas não foi detectada relação da ocorrência de plântulas com nenhum dos parâmetros forófitos avaliados (anexo 2).

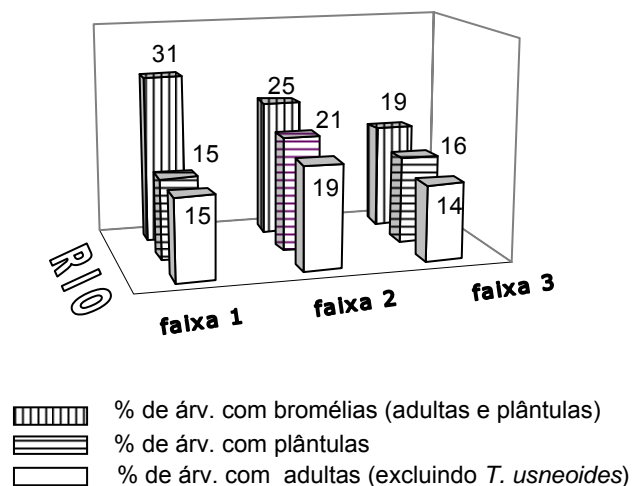
Na figura 43, observa-se que poucas árvores apresentaram registro de bromélias. Do substrato disponibilizado, aproximadamente uma terça parte foi colonizada por bromélias na faixa um, com diminuição à medida que aumenta a distância do rio. Quando se considera apenas as espécies adultas na análise, percebe-se que a faixa dois tem maior porcentagem colonizada por bromélias. Do mesmo modo, quando se associam as densidades de arbóreas (tabela 24), a faixa dois se destaca na superfície pela maior quantidade de árvores com bromélias.

Além do menor tempo de exposição de alguns forófitos da primeira faixa de parcelas e, com isso, um menor registro de bromélias, a presença de plantas trepadeiras crescendo sobre as poucas árvores encontradas na margem do rio parece muito importante como fator de impedimento da instalação das bromélias nesta feição de rebaixio. Como foram observados grandes maciços destas plantas puxando árvores e arvoretas para baixo, fica claro que sua ação mecânica também deve ser negativa no estabelecimento de plântulas de bromélias sobre estes

forófitos. Do mesmo modo, devido a sua forma de crescimento, os agrupamentos formavam grandes cortinas sobre as árvores, diminuindo muito a luminosidade disponível nesta posição da planície.

Plântulas, em todas as faixas da superfície, colonizaram forófitos em porcentagens muito semelhantes às bromélias adultas (excluindo-se *T. usneoides*) (figura 43). Estes dados podem estar indicando que as sementes estão sendo produzidas em pequena quantidade, que as sementes não estão aderindo ao substrato, o que já foi registrado por ROBERTSON e PLATT (1992) na Flórida, ou que as plântulas estão sendo removidas por ação da chuva ou outro ripo de ação mecânica. Provavelmente não existe falta de umidade nesta feição, a despeito da ausência de interbarras e da boa drenagem dos solos sob as faixas dois e três, pois os solos do rebaixio são gleizados e a bacia-de-inundação está próxima às arbóreas estudadas.

Figura 43 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Mafra/Rio do Sul.



4.5.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

A maior parte das espécies de bromélias (anexo 3) foi amostrada antes de ser alcançada metade do levantamento, que totalizou 98 indivíduos arbóreos. Depois dessa fase, apenas uma espécie foi acrescentada.

- distribuição horizontal

Apenas cinco espécies de bromélias foram registradas nessa superfície, e suas ocorrências resultaram em um índice de Shannon intermediário ($H' = 1,09$), quando comparado com outras áreas (tabela 2). Além das cinco espécies, também foi observado um grande agrupamento de *Wittrockia cyathiformis*, espécie freqüente na superfície de degradação localizada exatamente no lado oposto da curva do rio.

A eqüidade entre as espécies, detectada pelo índice de Pielou ($E = 0,68$), está entre os menores valores registrados na planície do rio Iguaçu, indicando forte relação de dominância na comunidade (tabela 25).

Quanto à ocorrência das espécies e de plântulas entre as faixas, não foram detectadas diferenças significativas (anexo 2), o que vem de encontro à baixa densidade de bromélias nas três faixas de parcelas amostradas nesta área.

As árvores mais próximas ao rio, devido aos fatores anteriormente discutidos, apresentaram baixa diversidade (tabela 26) e densidade de bromélias (figura 44), diferentemente da grande maioria das superfícies anteriores. Entre as faixas, no entanto, as densidades não foram significativamente diferentes.

A comunidade de bromélias foi amplamente dominada por *T. tenuifolia* nas faixas dois e três. Devido à sua baixa ocorrência na faixa um, sua presença não foi registrada no levantamento quantitativo (figura 44). Mas é fácil notar, mesmo sem diferenças estatisticamente significativas, seu aumento em densidade na faixa três. *T. tenuifolia* foi a espécie mais freqüente da planície do rio Iguaçu, tendo sido registrada tanto na FOM quanto na FES. Apenas no primeiro compartimento, CGM Costeiro, ela não foi observada, o que é intrigante, visto que a espécie é considerada de ampla e expressiva dispersão no sul do Brasil (REITZ, 1983, WAECHTER, 1986; BOLÓS *et al.*, 1991; WANDERLEY e MOLLO, 1992; PINTO *et al.*, 1995; FISCHER e ARAÚJO, 1996; DITTRICH *et al.*, 1999; TARDIVO e CERVI, 2001; KERSTEN e SILVA, 2002; BORGO e SILVA, 2003).

Na planície do rio Iguaçu *T. tenuifolia* apresentou caracteristicamente um caule expressivo, de tamanho variável, mas sempre condicionando a forma pendente da roseta. O caule freqüentemente era bifurcado e as folhas rígidas, características estas que, em conjunto, facilitavam o reconhecimento da espécie mesmo a grandes distâncias. Todas as bromélias desta espécie observadas no

levantamento quantitativo estavam na forma de associações, o que está de acordo com as observações de REITZ (1983), que a caracteriza por formar emaranhados de caules e densos agrupamentos da planta.

Tabela 25 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Mafra/Rio do Sul.

| Espécies | VIE |
|------------------------------|------|
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 61,1 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 14,6 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 12,1 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 6,1 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 6,1 |

Tabela 26 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Mafra/Rio do Sul.

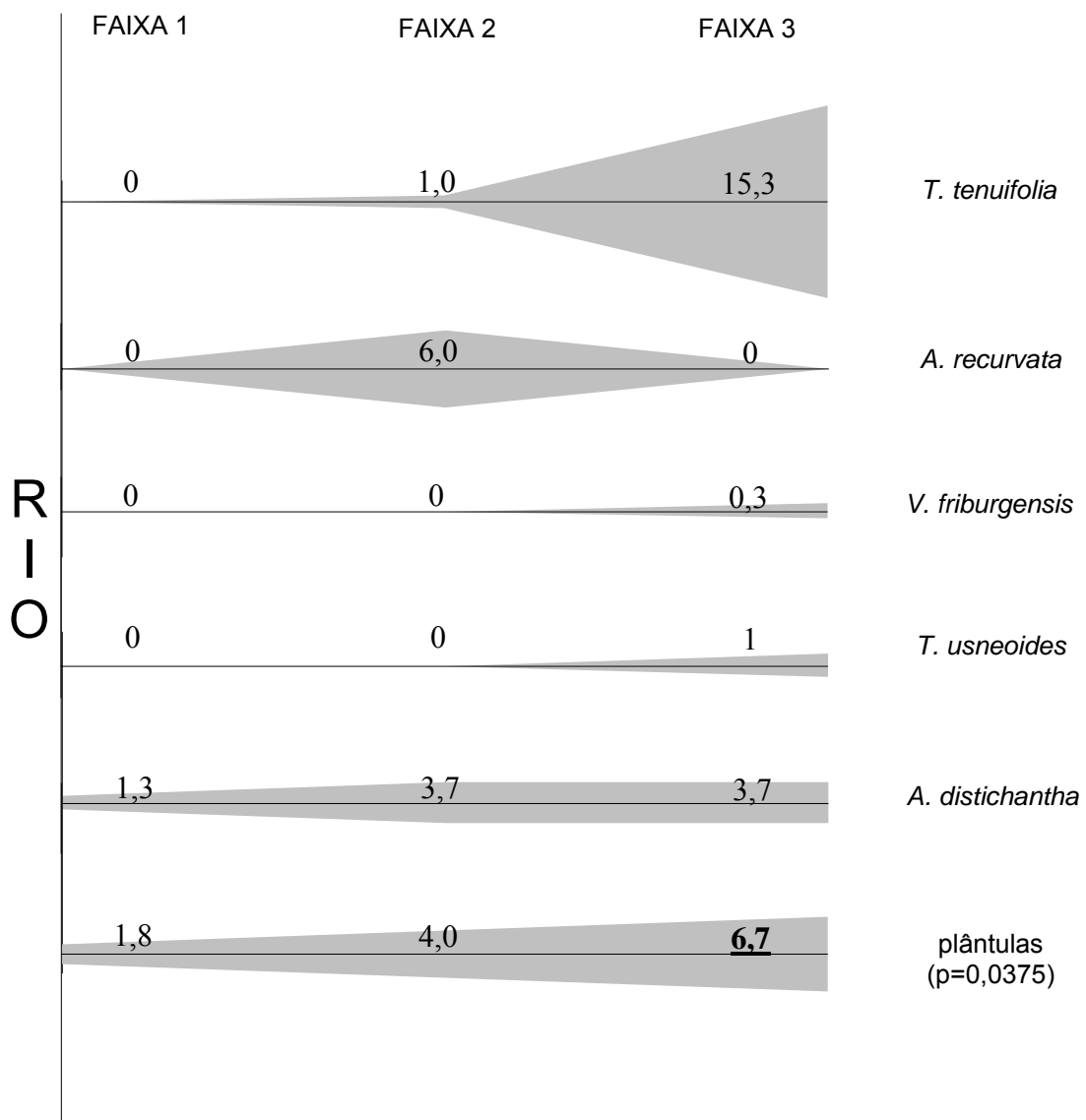
| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|------------------------------|-----|------------------------------|------|------------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 50 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 63,6 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 56,2 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 50 | <i>Aechmea distichantha</i> | 12,1 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 14,6 |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 12,1 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 14,6 |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 12,1 | <i>Aechmea distichantha</i> | 14,6 |

A. distichantha, registrada e quantificada nas três faixas de parcelas, apresentou densidades mais altas nas faixas dois e três (figura 44), onde ocorreu em duas grandes associações de 11 indivíduos cada. Na faixa mais próxima ao rio, a associação foi de apenas quatro indivíduos. Estes dados sugerem que as associações das faixas mais interiorizadas são mais antigas, e reiteram que a propagação vegetativa é um importante modo de reprodução para esta espécie na planície estudada.

No levantamento quantitativo a densidade de plântulas foi significativamente maior na faixa três (anexo 2), apesar do número de árvores com indivíduos jovens ter sido maior na faixa dois (figura 44). Ou seja, na porção mais afastada do rio as plântulas ocorreram de modo concentrado em poucas árvores, indicando possivelmente a baixa mobilidade de sementes. Estas plântulas provavelmente foram originadas de sementes de *T. tenuifolia*, que ocorre em alta densidade nesta faixa de parcelas em intervalos de altura (figura 46) muito semelhantes às plântulas.

A. recurvata, observada apenas na segunda faixa de parcelas, ocorreu na forma de agregações de até cinco indivíduos, o que ratifica a importância da reprodução vegetativa para esta espécie.

Figura 44 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Mafra/Rio do Sul.



NOTAS: grau de cobertura/forófito - *T. usneoides*; indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

0 = faixa significativamente diferente.

- estratificação vertical

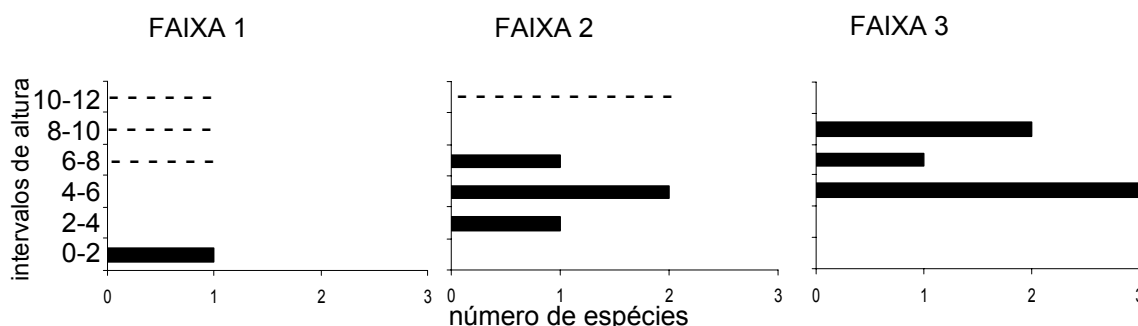
Em uma primeira análise, as bromélias desta superfície de agradação colonizaram os forófitos desde a sua base até 10 m de altura (figura 45), pouco abaixo do que foi disponibilizado pelos forófitos da terceira faixa de parcelas.

Na faixa um, considerando as menores alturas totais e de inversão morfológica dos forófitos e o baixo número de bromélias amostradas, apenas o

intervalo de altura mais basal (0-2 m) foi colonizado. Nas faixas dois e três a colonização inicia apenas aos 2 m, com o maior número de espécies no intervalo de 4-6 m.

Mesmo com poucas bromélias, os dados indicam que a estratificação das espécies apresenta uma tendência de deslocamento para intervalos de altura superiores nas faixas mais distantes do rio, padrão já identificado em superfícies anteriores e provavelmente relacionado ao maior substrato disponibilizado e à região com maior luminosidade dos forófitos. O sombreamento na porção mais basal nas faixas dois e três deve-se à maior densidade de árvores e à presença de cipós. A presença do sub-bosque, assim como já registrado por outros autores (BADER *et al.*, 2000), também aumenta o sombreamento, deslocando as bromélias para alturas superiores. Neste contexto destacam-se os maiores forófitos, como um indivíduo de *Ocotea pulchella* com 11 m de altura, que possibilitam a exploração de substratos mais expostos pelas bromélias.

Figura 45 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Mafra/Rio do Sul.



NOTA: ----- intervalo não existente.

Observando-se as espécies individualmente, assim como as plântulas (figura 46), o padrão de deslocamento das maiores densidades para intervalos superiores de altura fica mais evidente.

T. tenuifolia, assim como as plântulas, apresentou densidades significativamente maiores na região mais alta dos forófitos (8-10m) da faixa de parcelas mais afastada do rio, o que indica que estas plântulas sejam originadas desta espécie, como já comentado anteriormente. Sendo assim, a ocorrência de *T. tenuifolia* tanto na parte central como na parte periférica da copa está de acordo com

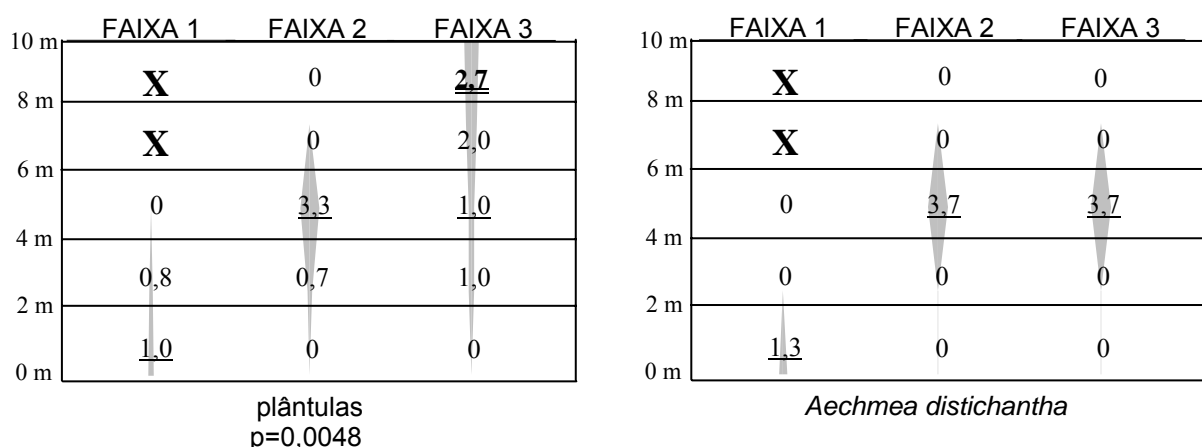
o pouco peso das suas associações, além da sua característica de planta heliófila (REITZ, 1983).

T. usneoides, não representada esquematicamente por ter ocorrido apenas em uma faixa de parcelas, foi registrada com baixo grau de cobertura colonizando a porção mais exposta (8-10 m) das árvores da terceira faixa, o que vem ao encontro das suas preferências ecológicas discutidas no compartimento Furnas.

A. distichantha apresentou comportamento muito semelhante ao observado na superfície de agradação do CGM Costeiro, colonizando exatamente o intervalo de início da copa dos forófitos das três faixas de parcelas. Como já discutido, este padrão está relacionado ao aumento de substrato disponível para colonização, assim como aos locais de pouso para aves, considerando ser esta uma espécie com frutos carnosos (tabela 3). Do mesmo modo, a espécie foi registrada na forma de grandes associações e na posição central da copa, o que vem ao encontro do maior peso da bromélia e à necessidade de galhos mais grossos como suporte, como abordado anteriormente.

Plântulas, que apresentaram distribuição ampla na estratificação vertical, ocorreram tanto no fuste como nas porções centrais e periféricas da copa, repetindo um padrão de distribuição aleatório já registrado e discutido nas outras superfícies.

Figura 46 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Mafra/Rio do Sul.



| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|----------|----------|------------|
| 10 m | | | |
| 8 m | X | 0 | <u>6,3</u> |
| 6 m | X | 1,0 | 3,7 |
| 4 m | | <u>0</u> | <u>5,3</u> |
| 2 m | | 0 | 0 |
| 0 m | | 0 | 0 |

Tillandsia tenuifolia
p=0,0517

NOTA: indivíduo/intervalo – outras espécies e plântulas.

0 = PIM, 0 = intervalo significativamente diferente. X = intervalo não existente.

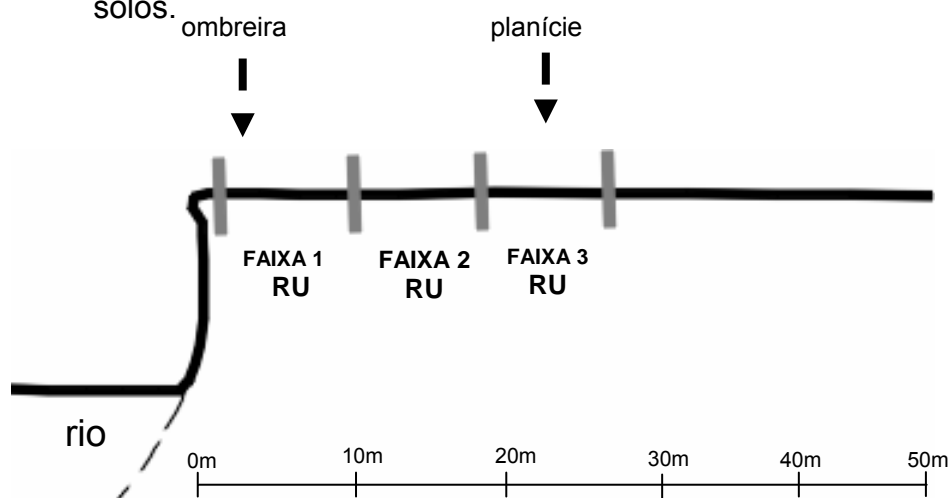
4.5.2 Superfície de Degradação

4.5.2.1 Descrição do ambiente

Esta superfície é típica de uma curva de degradação, bastante alçada (aproximadamente 4 m) com talude em processo de solapamento (CURCIO, 2006).

Possui uma ombreira retelinizada (figura 47), seguida por uma planície plana, resultando em homogeneidade que se reflete nos solos: predomina em toda a superfície Cambissolo Flúvico bem drenado, sobre o qual foram instaladas as três faixas de parcelas (CURCIO, 2006).

Figura 47 - Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Mafra/Rio do Sul, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: RU = Neossolo Flúvico.

Baseado em Curcio (2006).

4.5.2.2 Caracterização do componente arbóreo

A floresta presente nesta superfície é fisionomicamente um reflexo da homogeneidade de feições geomórficas e solos. Apresenta uma gradual diminuição na densidade de arbóreas da faixa mais próxima para a mais distante do rio, arbóreas que, neste mesmo sentido, aumentam em dimensões. Como é esperado em uma curva de degradação, provavelmente as idades de ocupação pela vegetação são muito similares.

Vale destacar, em primeira análise, que o estado de conservação da vegetação desta superfície é provavelmente um dos melhores dentre as 24 áreas avaliadas neste estudo. Deste modo, foi registrada uma floresta estratificada, com diversos exemplares arbóreos de grande porte nas três faixas de parcelas estudadas (figura 83), constituintes da comunidade composta por 19 espécies. A espécie representada pelos maiores indivíduos foi *Luehea divaricata*, com alturas que alcançaram 19 m e diâmetros de até 87 cm.

Do mesmo modo, o sub-bosque nesta superfície apresenta-se desenvolvido, classificado como denso quando comparado às outras áreas estudadas, com aproximadamente 2 m de altura e formado principalmente por indivíduos jovens de *Actinostemon concolor*, que dão um aspecto verde brilhante ao estrato.

A faixa de parcelas mais próxima ao rio apresentou a maior densidade de indivíduos (2.133,3 ind./ha) dentre as faixas estudadas, pertencentes a 12 espécies de árvores. Suas alturas são as menores (tabela 27), padrão este já discutido em superfícies avaliadas anteriormente. Esta floresta apresenta um conjunto de espécies comuns diferente das demais superfícies. Predomina *Cupania vernalis* (21,9%), seguida por *Campomanesia xanthocarpa* (15,6%), *Sebastiania commersoniana* (15,6%) e *L. divaricata* (12,5%). Surpreendentemente, *C. xanthocarpa*, uma mirtácea com ritidoma descamante, apresentou a maior diversidade de espécies de bromélias, enquanto *L. divaricata* foi suporte da maior quantidade de indivíduos.

A faixa dois, composta por 10 espécies de árvores, apresentou densidade menor (1.950,0 ind./ha), altura média e dominância menores (tabela 27). As árvores desta faixa de parcelas, assim como as mais próximas ao rio, apresentaram as maiores médias de fustes por forófito entre as faixas estudadas (tabela 27). As

espécies com maiores densidades são: *A. concolor* (28,6%), *S. commersoniana* (25%), árvores mortas (10,7%), *Blepharocalyx salicifolius* (7,1%) e *Casearia decandra* (7,1%). O único indivíduo de *L. divaricata* registrado na faixa de parcelas é o forófito com maior diversidade e densidade de bromélias.

A terceira faixa, mais distante do rio, também amostrou 10 espécies de árvores, com as maiores médias de diâmetro, dominância, altura total e altura de inversão morfológica da superfície (tabela 27). *A. concolor* (40%) dominou esta faixa, seguida por *Cupania vernalis* (12%) e *S. commersoniana* (12%). Assim como na faixa anterior, o único indivíduo de *L. divaricata* registrado na faixa é o forófito com maior diversidade e densidade de bromélias.

Tabela 27 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três de parcelas da superfície de degradação do compartimento Mafra/Rio do Sul.

| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 2.133,3 | 7,7 | 3,2 | 14,6 | 1,3 | 64,6 |
| 2 | 1.950,0 | 8,2 | 3,1 | 14,4 | 1,4 | 44,2 |
| 3 | 1.666,7 | 8,9 | 3,3 | 18,3 | 1,1 | 78,7 |

4.5.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Nesta superfície de degradação, a altura total e de inversão morfológica, os diâmetros e o número de fustes dos forófitos apresentaram relação significativa com a as espécies de bromélias e plântulas (anexo 2).

Na faixa um, a maior diversidade de bromélias ocorreu em árvores com maiores diâmetros ($p=0,0845$) e maiores alturas do ponto de inversão morfológica ($p=0,0086$). Do mesmo modo, nesta faixa a ocorrência de plântulas foi maior em forófitos de grande diâmetro ($p=0,0143$) e maior número de fustes ($p=0,0048$).

Na faixa dois, árvores com maiores diâmetros ($p<0,0001$), maiores alturas totais ($p<0,0001$) e de inversão morfológica ($p<0,0001$) influenciaram positivamente a diversidade de espécies. Árvores com maiores diâmetros ($p=0,0372$) e maior número de fustes ($p=0,0874$) influenciaram positivamente na ocorrência de plântulas.

As espécies de bromélias na faixa três mostraram-se positivamente relacionadas com grandes diâmetros ($p<0,0001$) e grandes alturas ($p=0,0059$) dos

forófitos. Do mesmo modo, plântulas apresentaram maior ocorrência em árvores com maior DAP ($p=0,0367$) e altas ($p=0,0877$).

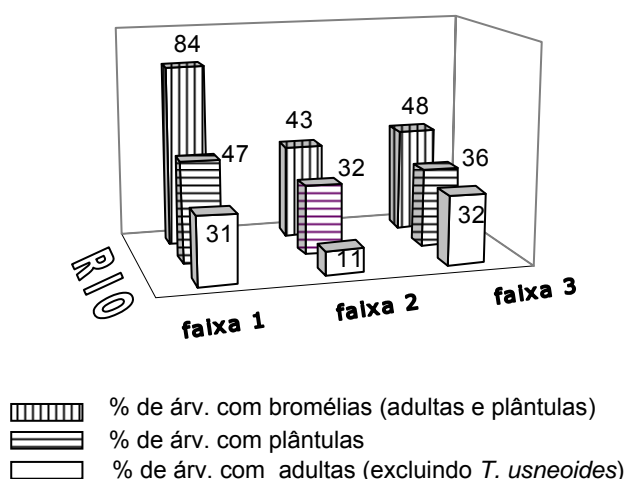
De acordo com estes dados, grandes árvores foram importantes tanto para as espécies de bromélias como para as plântulas nas três faixas de parcelas estudadas, o que ratifica a relação já discutida entre a diversidade de bromélias e as dimensões dos forófitos, que representam o tempo de exposição do substrato.

Plântulas também apresentaram relação com árvores de múltiplos fustes nas faixas de parcelas onde esta característica é comum (tabela 27), o que nos remete à quantidade de substrato como importante para as bromélias.

Apesar da grande diversidade (tabela 28) e das altas densidades (figuras 49 e 51) de bromélias e de plântulas registradas nesta superfície, de modo geral, apenas metade das árvores foi colonizada. Essa relação é um indicativo de que as bromélias se concentram, tanto em diversidade como em abundância, em poucas árvores. Os grandes exemplares arbóreos (figura 83) podem ser remanescentes do período de exploração da floresta pela navegação a vapor; ou árvores que ali se estabeleceram posteriormente e não foram retiradas.

Na faixa mais próxima ao rio, onde as condições de luminosidade e umidade são altas, a porcentagem de árvores colonizadas foi a mais alta (figura 48), principalmente por *T. usneoides*. Considerando, de modo associado, as densidades de arbóreas (tabela 27), a maior quantidade de árvores com bromélias adultas e com plântulas nesta superfície também foi registrada na faixa mais próxima ao rio.

Figura 48 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Maфра/Rio do Sul.



4.5.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

Grande parte das espécies de bromélias, nesta superfície, foi amostrada até a metade do levantamento (anexo 3), com pequeno incremento na sua porção final. Foram avaliados 85 forófitos.

- distribuição horizontal

A superfície de degradação, ao contrário da agradação deste mesmo compartimento, que está localizada na curva exatamente defronte, apresentou uma das maiores diversidades registradas neste estudo. As ocorrências de oito espécies de bromélias resultaram em um índice de Shannon ($H' = 1,47$) próximo aos valores mais altos registrados para a planície do rio Iguaçu.

A equidade é alta ($E = 0,71$), apesar da clara dominância de *T. usneoides* na comunidade de bromélias.

As diferenças quanto à ocorrência de espécies de bromélias e de plântulas entre as faixas não foram significativamente diferentes (anexo 2). Deste modo, as oito espécies de bromélias registradas colonizam as árvores desta superfície de modo homogêneo, padrão esperado para as curvas de degradação que apresentaram feições geomórficas, solos e estrutura florestal também homogênea.

Apesar da quantidade de árvores com bromélias ter sido maior na faixa um, a diversidade de espécies teve um incremento nas faixas mais afastadas do rio (tabela 29). Ou seja, poucas árvores foram suporte de grande diversidade de espécies. Há expressivo número de espécies encontrado sobre dois grandes exemplares de *L. divaricata*, que se destacaram pelas dimensões, alcançando diâmetros como 63,7 cm na faixa dois e 54,4 cm na faixa três, ambos com 17 m de altura.

Segundo os valores de importância calculados em cada uma das faixas (tabela 29), nas faixas um e dois *T. usneoides* ocorreu em um número muito maior de indivíduos e espécies arbóreas. Na faixa três, no entanto, sua ocorrência diminuiu, assemelhando-se em importância à *A. distichantha* e *T. tenuifolia*. Estas duas espécies, segundo as densidades apresentadas na figura 49, foram muito abundantes na superfície, principalmente na faixa mais distante do rio.

Tabela 28 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Mafra/Rio do Sul.

| Espécies | VIE |
|--------------------------------|------|
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 44,3 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 20,2 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 13,2 |
| <i>Wittrockia cyathiformis</i> | 8,7 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 5,6 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 3,1 |
| <i>Tillandsia recurvata</i> | 2,4 |
| <i>Billbergia nutans</i> | 2,4 |

Tabela 29 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Mafra/Rio do Sul.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|------------------------------|------|--------------------------------|------|--------------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 59,3 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 52,5 | <i>Aechmea distichantha</i> | 24,7 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 27,2 | <i>Wittrockia cyathiformis</i> | 13,6 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 22,5 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 4,5 | <i>Aechmea distichantha</i> | 13,6 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 22,5 |
| <i>Tillandsia recurvata</i> | 4,5 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 6,8 | <i>Wittrockia cyathiformis</i> | 15,1 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 4,5 | <i>Aechmea recurvata</i> | 6,8 | <i>Aechmea recurvata</i> | 10,1 |
| | | <i>Billbergia nutans</i> | 6,8 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 5,1 |

Apesar das condições de alta luminosidade e umidade existentes na porção mais próxima ao rio, os forófitos da primeira faixa de parcelas apresentaram menor diversidade (tabela 29) e mais baixas densidades de bromélias (figura 49). Estes dados podem ser relacionados com as pequenas dimensões de dois dos três forófitos analisados para o levantamento quantitativo.

Ao encontro do fato de que poucas árvores foram suporte de grande diversidade nas faixas dois e três, o levantamento quantitativo detectou que maiores abundâncias também se concentraram na faixa mais afastada do rio, mesmo sem diferenças significativas. Ou seja, as maiores densidades existem onde a diversidade também foi alta, e isso ocorreu em poucas árvores.

Para *T. tenuifolia* e para plântulas foi detectado um “efeito gargalo” na faixa dois (figura 49) devido à quase ausência destes dois grupos de bromélias nos forófitos da segunda faixa de parcelas. Esse padrão é intrigante, podendo ser talvez relacionado à diminuição esperada em bromélias devido ao aumento da distância do rio.

Por outro lado, um canal do rio que rompe o dique e adentra a superfície logo atrás da terceira faixa de parcelas poderia estar contribuindo com umidade para o estabelecimento das grandes densidades de bromélias ali registradas (figura 49). Ou

seja, em uma superfície onde a densidade de bromélias estaria diminuindo com o aumento da distância do rio devido ao grande alçamento em relação ao nível fluviométrico, da boa permeabilidade dos solos e relevo plano (CURCIO, 2006), um canal intermitente possibilitou o estabelecimento de plântulas e o aumento das associações de bromélias já estabelecidas, resultando em grandes densidades.

Em reforço ao padrão anteriormente descrito, *T. tenuifolia*, que apresenta tipicamente emaranhado de caules e cresce em densas associações (REITZ, 1983), foi registrada na forma associada na primeira e na terceira faixa, onde ocorreu com até 18 indivíduos por agregação. Na segunda faixa, por outro lado, onde o número de indivíduos foi bem menor, apenas a forma de crescimento isolada foi observada. Estes dados sugerem que quanto maior a densidade de indivíduos desta espécie, menor a probabilidade de encontrar indivíduos isolados. Se esse padrão fosse real, poder-se-ia inferir que quando as plantas adultas ocorrem em pequenas densidades, a espécie se estabelece na forma de indivíduos isolados. Por outro lado, quando as adultas apresentam altas densidades, grande quantidade de sementes podem ter suas plumas entrelaçadas e assim, como um grande novelo, serem dispersadas pelo vento, estabelecendo-se em densas associações.

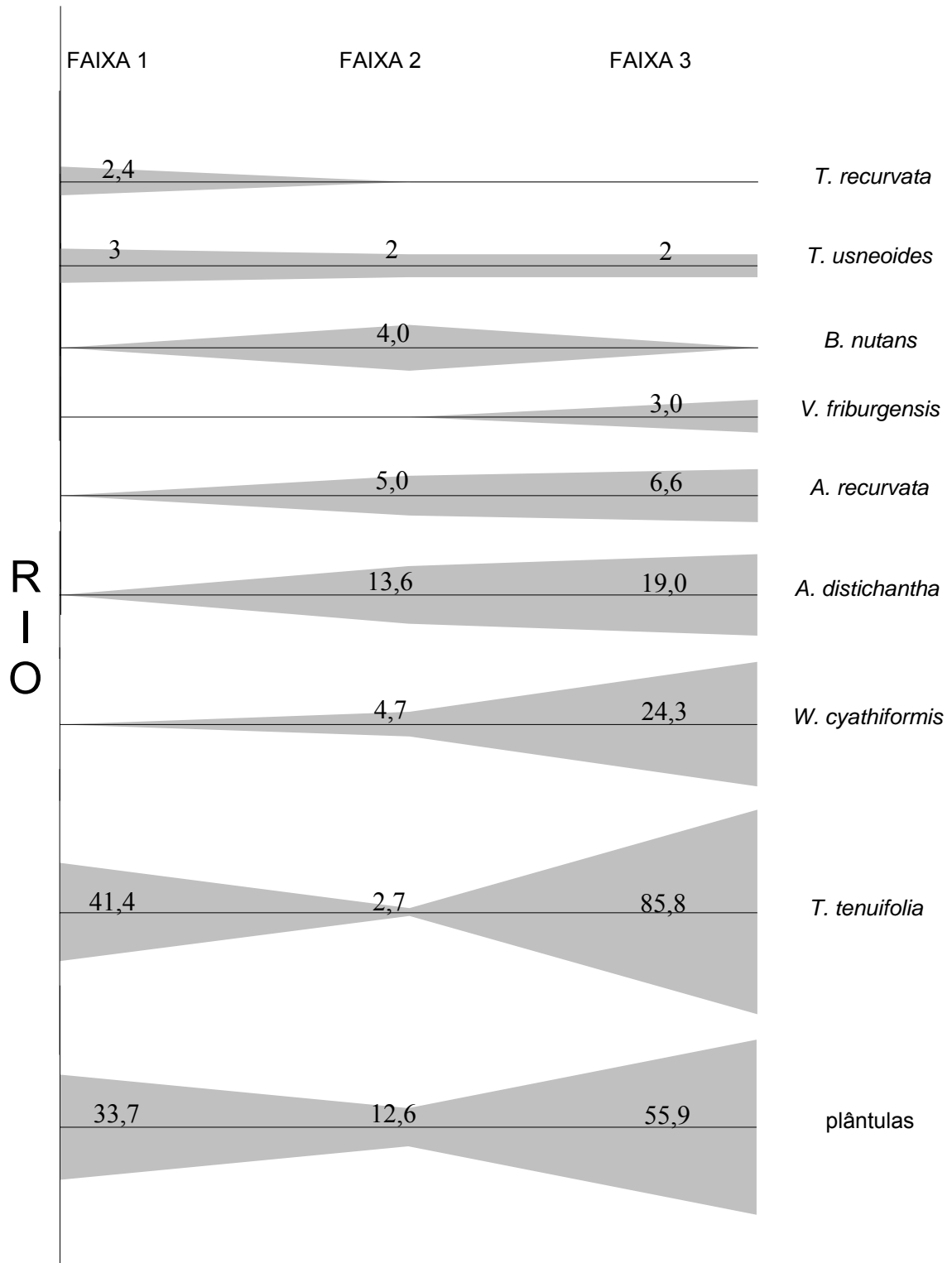
A. recurvata, *A. distichantha* e *W. cyathiformis* foram registradas predominantemente na forma associada nas faixas de parcelas dois e três. Para as duas primeiras espécies citadas, este comportamento já foi registrado e discutido anteriormente.

W. cyathiformis foi registrada em quatro superfícies da planície estudada, mas quantificada apenas na atual. Na terceira faixa de parcelas desta superfície, uma das associações desta espécie apresentou 36 indivíduos que circundavam completamente o fuste de *L. divaricata*. A propagação por brotos é característica do gênero (LEME, 1997). Segundo o autor, o gênero é endêmico da Floresta Ombrófila Densa, sendo *W. cyathiformis* a espécie de distribuição mais interiorana. No entanto, considerando seu registro no compartimento Rio Bonito, que se localiza no Segundo Planalto paranaense (figura 3), sua distribuição certamente poderia ser ampliada até a unidade fitogeográfica Floresta Ombrófila Mista.

Do mesmo modo, *B. nutans*, inédita na descrição das áreas estudadas, ocorreu somente na forma associada presa ao fuste em um conjunto de 12 plantas,

indicando ser a forma de crescimento em associações característica comum da espécie.

Figura 49 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Mafra/Rio do Sul.



NOTAS: agrupamento/forófito - *T. recurvata*; grau de cobertura/forófito - *T. usneoides*; indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

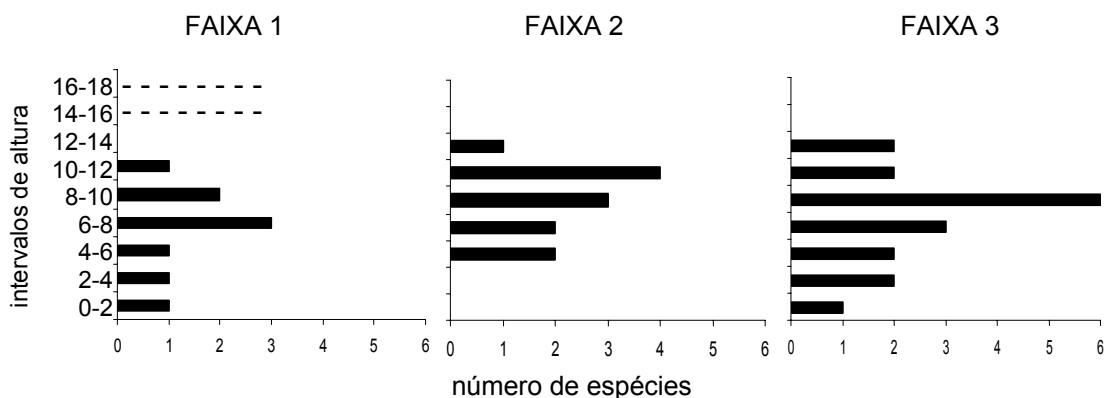
- estratificação vertical

A estratificação vertical das bromélias nesta superfície ocorreu a partir da base até 14 m de altura, aproximadamente 4 m abaixo do que foi disponibilizado pelos forófitos das faixas dois e três (figura 50). A ausência de bromélias nas extremidades dos ramos mais externos da copa já foi discutida em outros estudos (BONNET, 2001; ROGALSKI, 2002; HOELTGEBAUM, 2003), e está relacionado com a idade, considerando o fator tempo como preponderante na colonização do substrato pelas bromélias (YEATON e GLADSTONE, 1982; HIETZ e HIETZ-SEIFERT, 1995a), e com a qualidade do substrato e do ambiente (RUDOLPH *et al.*, 1998; HIETZ *et al.*, 2002). Ou seja, além do menor tempo de exposição, é comum que as extremidades sejam muito verticalizadas, diminuindo sua qualidade. Por outro lado, FREIBERG (1996) não encontrou relação de colonização por epífitas com inclinação dos galhos. Altas temperaturas e baixa umidade da extremidade da copa também influenciam na fixação e sobrevivência de bromélias (RUDOLPH *et al.*, 1998; HIETZ *et al.*, 2002).

Como já observado em outras áreas, a altura de concentração da maior diversidade de espécies é menor na faixa mais próxima do rio do que nas faixas mais interiorizadas, o que nos remete à importância da luminosidade e da umidade fornecidas às bromélias pelo rio.

As árvores da faixa três, além de grande diversidade e abundância, tiveram registro de bromélias em todos os intervalos até os 14 m de altura, padrão ratificado pelas plântulas (figura 51) e que pode ser relacionado também com a umidade fornecida às bromélias pelo canal que adentra a superfície. Ao mesmo tempo, as espécies que colonizaram os intervalos mais basais das árvores nesta terceira faixa de parcelas (figura 50) são provavelmente adaptadas à menor luminosidade incidente.

Figura 50 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Mafra/Rio do Sul.



NOTA: ----- intervalo não existente.

A. distichantha e *W. cyathiformis* apresentaram estratificações verticais (figura 51) muito semelhantes nesta superfície, colonizando os forófitos desde a base até 12 m de altura. Considerando que os forófitos possuem até 18 m, este comportamento está de acordo com a literatura, onde as espécies são denominadas mesófilas ou de luz difusa (REITZ, 1983; LEME, 1997), pois crescem em ambientes com luminosidade e temperaturas mais baixas e umidade mais alta. Segundo MADIGOSKI (2004), na porção superior da copa as temperaturas registradas são altas em relação ao restante da árvore; no nível do solo, por outro lado, as temperaturas permanecem 0,5°C a 2,5°C abaixo daquelas registradas na porção mais exposta da copa e são decorrentes da menor luminosidade incidente. Temperaturas variam inversamente à umidade relativa, resultando em níveis superiores de umidade próximo ao chão da floresta, que também é mantida pela circulação do ar mais restrita (PARKER, 1987; MADIGOSKI, 2004). A maior umidade destes ambientes favorece bromélias tanque, pois estas dependem da água acumulada em suas rosetas.

W. cyathiformis foi registrada predominantemente no fuste e no centro da copa, enquanto *A. distichantha* ocorreu também na periferia da copa, o que é possível quando o forófito apresenta grandes ramos que se estendem lateralmente a partir do PIM, como ocorreu na terceira faixa. Tanto na segunda, quanto na terceira faixa, *W. cyathiformis* foi observada em bifurcações, posição bastante importante na sustentação de grandes associações.

No entanto, *W. cyathiformis* e *A. distichantha*, que apresentam frutos carnosos (tabela 3), colonizaram os forófitos tanto abaixo quanto acima do início da copa dos forófitos nas três faixas. Este dado indica que em florestas mais

conservadas a estratificação vertical das espécies da família Bromelioideae não apresenta relação tão nítida com o PIM, como registrado nas outras áreas estudadas, e que a dispersão pode estar sendo feita por outros organismos além de aves (BENZING e STILES, 1998). Por outro lado, *A. recurvata* foi registrada apenas em altura superior ao início da copa, onde a quantidade e diversidade de substrato são maiores do que na região do fuste.

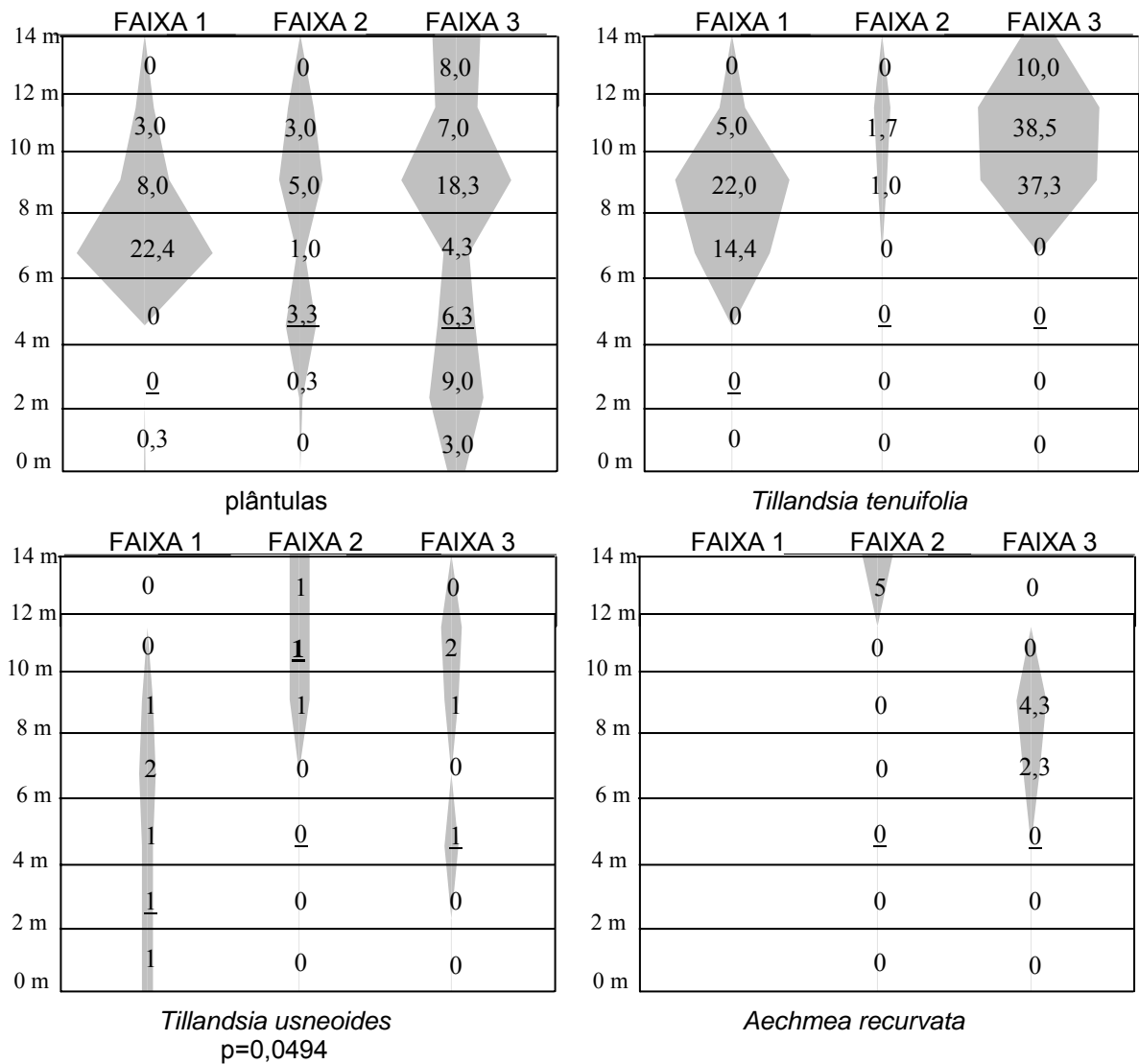
As associações de *A. recurvata* ocorreram predominantemente na porção central da copa, colonizando intervalos de altura bastante expostos na segunda faixa de parcelas, e mais sombreados na terceira faixa. Estes dados estão de acordo com a caracterização de REITZ (1983) e CERVI e DOMBROWSKI (1985) que afirmam ser esta espécie heliófila ou de luz difusa.

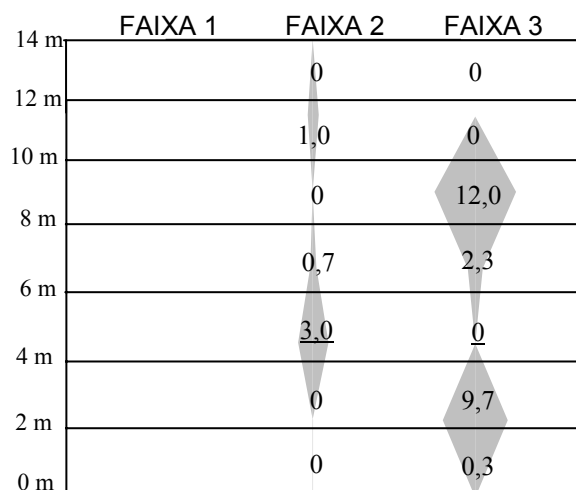
KELLY (1985), estudando epífitas na Jamaica, encontrou relação entre a estratificação vertical e as estratégias de dispersão, identificando as espécies com diásporos carnosos em alturas menores e com diásporos plumosos em alturas maiores dos forófitos. No entanto, para bromélias deste estudo esta relação não parece válida (figura 51). As espécies do gênero *Aechmea*, *Wittrockia* e *Billbergia*, que apresentam diásporos carnosos, ocorrem desde a base até 14 m de altura nos forófitos desta superfície. Do mesmo modo, *Tillandsia* e *Vriesea*, com diásporos plumosos, foram registrados em todos os intervalos de altura disponíveis nos forófitos.

T. usneoides foi registrada com maior grau de cobertura na faixa mais próxima ao rio, onde ocorre desde a base até 10 m de altura. Nas faixas mais distantes do rio a espécie é registrada apenas nos intervalos de maior altura dos forófitos (figura 51). Estes dados de distribuição horizontal e estratificação vertical estão de acordo com a necessidade da espécie por altas intensidades lumínicas e umidade (REITZ, 1983), associadas à maior circulação do ar característica dessas áreas. A colonização em intervalos mais altos nas faixas dois e três também pode ser relacionada com a umidade proveniente da evapotranspiração do sub-bosque, que nesta superfície foi considerado denso, e com seu sombreamento (PARKER, 1987; BADER *et al.*, 2000), dificultando o estabelecimento de bromélias abaixo dos 2 m de altura. Nas árvores esta bromélia ocorre em todas as posições possíveis, fato já esperado considerando seus longos caules emaranhados que pendem de várias porções dos forófitos.

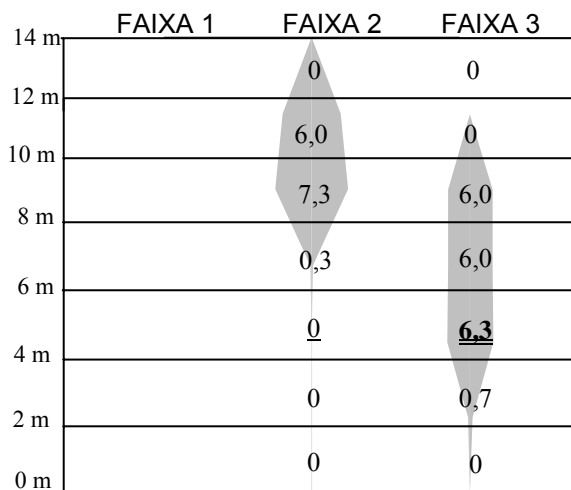
Plântulas e *T. tenuifolia* também foram observadas nas mais diversas posições dos forófitos, independente de, no caso de *T. tenuifolia*, ocorrerem em associações ou isoladamente. Novamente estes grupos de bromélias apresentaram comportamentos semelhantes, como já constatado na distribuição horizontal.

Figura 51 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Mafra/Rio do Sul.





Wittrockia cyathiformis



Aechmea distichantha
p=0,0728

NOTA: grau de cobertura/intervalo - *T. usneoides*; indivíduo/intervalo. – outras espécies e plântulas.

0 = PIM, 0 = intervalo significativamente diferente; X = intervalo não existente.

4.6 COMPARTIMENTO RIO BONITO

4.6.1 Superfície de Agradação

4.6.1.1 Descrição do ambiente

A forma do vale do rio Iguaçu neste compartimento diferencia-se bastante dos compartimentos anteriores e dá início a uma seqüência de compartimentos semelhantes. Prevaecem conformações de vales e planícies mais abertas, com padrão de leito meandrante (CURCIO, 2006). Segundo o autor, como resultado da esculturalização fluvial, é comum nesta planície a existência de meandros abandonados que determinam, em maior ou menor grau, a disposição dos agrupamentos florestais na paisagem. Outra característica resultante deste padrão é a elevada saturação hídrica dos solos das superfícies (CURCIO, 2006).

A planície apresenta larguras bastante inconstantes, variando de 625 a 2.375 m, muito superiores às larguras dos compartimentos anteriores; a largura média do canal é de 50 m é mais semelhante ao compartimento Mafra/Rio do Sul, com 45 m de largura (CURCIO, 2006).

A descrição da superfície de agradação, quanto às feições geomórficas e solos existentes, foi baseada em CURCIO (2006).

Esta superfície é composta por duas barras-de-meandro, separadas por uma interbarra, e seguidas por uma interbarra que está se transformando em bacia-de-inundação (figura 52). Ou seja, esta interbarra mais interna está recebendo influência constante das águas fluviais devido a um processo de rompimento ou atalho (atalho de interbarra) provocado pelo rio. Aspectos gerais de barras-de-meandro e interbarras podem ser visualizados na figura 69.

A primeira barra, ou barra-de-meandro atual, alçada em 1,8 m, apresenta um topo com relevo plano e largura aproximada de 5 m. Nesta porção foi instalada a primeira faixa de parcelas (figura 52), onde existe Depósito Psamo-pelítico gleizado, que denota a pequena idade dessa feição. Seu regime de drenagem é moderadamente drenado, influenciado diretamente pela oscilação do lençol freático.

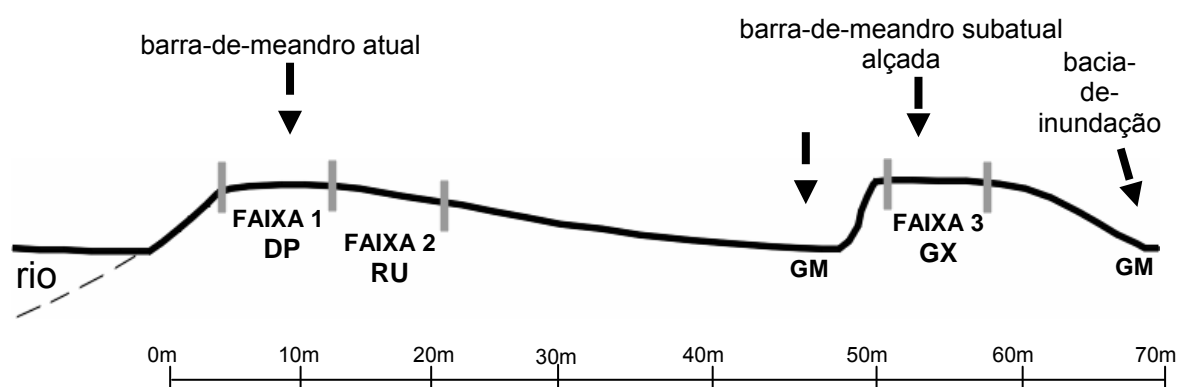
O reverso da barra-de-meandro atual, onde a vegetação foi amostrada através da segunda faixa de parcelas, declina de forma gradual por cerca de 35 m até atingir a interbarra (figura 52). Sob as parcelas pode ser encontrado Neossolo Flúvico, também em ambiente moderadamente drenado. Na interbarra que se segue

existem Gleissolos Melânicos enquadrados em classe de drenagem muito mal drenada.

A terceira faixa de parcelas encontra-se na barra-de-meandro subatual, que se configura após a interbarra, com alçamento de 2 a 2,3 m e largura aproximada de 12 m. Sob esta vegetação encontra-se Gleissolo Háplico em regime imperfeitamente drenado.

A interbarra/bacia-de-inundação formada na seqüência apresenta Gleissolo Melânico, regime muito mal drenado.

Figura 52 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Rio Bonito, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: DP = Depósito psamo-Pelítico, RU = Neossolo Flúvico, GM = Gleissolo Melânico, GX = Gleissolo Háplico.
Baseado em Curcio (2006).

4.6.1.2 Caracterização do componente arbóreo

Esta superfície pode ser dividida na sua porção de deposição mais recente – a barra-de-meandro atual e sua porção mais antiga – barra-de-meandro subatual. A porção mais recente apresenta densidade de arbóreas muito baixa (tabela 30), onde dominam duas espécies denominadas por CURCIO *et al.* (2005) e CURCIO (2006) de ocupação pioneira: *Salix humboldtiana* e *Sebastiania commersoniana*. Na porção mais antiga, a floresta apresenta, de modo geral, maior densidade (tabela 30), diversidade e estrutura, apesar da degradação provocada pelo gado e pelo homem.

S. humboldtiana, presente na margem adjacente ao rio, detém grandes diâmetros (em torno de 57 cm) e dominância, resultantes geralmente de indivíduos com múltiplos fustes, além das maiores alturas (14 m). A floresta da barra alçada, devido à intervenção antrópica, não apresenta indivíduos arbóreos de grande porte.

Também em decorrência à presença do gado, o sub-bosque quase inexistente devido ao pastoreio, tanto na barra-de-meandro atual como subatual, o que significa que a floresta não está se regenerando, proporcionando também menor possibilidade de formação de microclimas na floresta pela evapotranspiração. A diversidade de arbóreas registrada nesta superfície é a mais baixa dentre todas as áreas estudadas na planície, tendo sido levantadas apenas 12 espécies.

A faixa de parcelas mais próxima ao rio apresenta baixíssima densidade de árvores (333,3 ind./ha), formada exclusivamente por *S. humboldtiana* (100%). Seus indivíduos apresentam grandes diâmetros e alturas médias (tabela 30), muitas vezes com múltiplos fustes que assumem as mais variadas formas e resultam na maior média de fustes por indivíduo arbóreo calculada para a superfície. Além da baixa densidade, *S. humboldtiana* permite a passagem de altas intensidades lumínicas através de suas copas (figura 69). Isto se deve ao distanciamento que existe entre seus fustes, como também à pequena área foliar característica da espécie.

A segunda faixa de parcelas, adjacente a primeira e localizada no reverso da barra (figura 52), apresenta um número maior de árvores (1.066,7 ind./ha) pertencentes a *S. commersoniana* (75%) e *S. humboldtiana* (25%), e sendo os indivíduos da primeira espécie citada sempre menores que os da segunda. Devido ao número maior de *S. commersoniana*, o diâmetro, dominância e altura média desta faixa de parcela diminuem em comparação à primeira faixa (tabela 30). *S. humboldtiana*, é a espécie portadora da maior diversidade e abundância de bromélias nesta faixa.

Na barra-de-meandro subatual, um conjunto de 11 espécies ocorre com a maior densidade (1.800 ind./ha) registrada na superfície. As espécies mais comuns são *S. commersoniana* (37,5%), árvores mortas (12,5%), *Myrcia guianensis* (8,3%) e *Myrsine coriacea* (8,3%). No entanto, foi um indivíduo de *Ocotea pulchella*, espécie que ocorreu apenas uma vez nesta faixa de parcelas, o portador da maior diversidade e abundância de bromélias.

Tabela 30 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Rio Bonito.

| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 333,3 | 11,3 | 1,2 | 35,4 | 3,6 | 36,4 |
| 2 | 1.066,7 | 5,0 | 1,4 | 16,5 | 1,9 | 31,7 |
| 3 | 1.800,0 | 5,3 | 1,9 | 15,7 | 1,6 | 41,0 |

4.6.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Na faixa mais próxima ao rio, provavelmente devido à baixa densidade de árvores, não foi detectada relação das bromélias com os parâmetros forofíticos analisados (anexo 2). Destaca-se que menor densidade de árvores na porção mais próxima ao rio, padrão este verificado em todas as superfícies estudadas com controle escultural, representa menos substrato disponível para as bromélias.

Na faixa dois, árvores mais altas ($p=0,0641$) apresentaram maior diversidade de bromélias. Na faixa três, a diversidade de espécies mostrou-se positivamente relacionada ao diâmetro ($p=0,0173$) dos indivíduos arbóreos. Estes dados reiteram o fato de que maior diversidade de bromélias pode ser relacionada com forófitos que estão expostos para colonização a períodos de tempo maiores na planície do rio Iguaçu. Plântulas, ao contrário, não apresentaram distribuição relacionada significativamente com as características dos forófitos analisadas, indicando que sua ocorrência depende primordialmente de outros fatores, como fonte de sementes, correntes de ar, dispersores, qualidade de substrato e condições microclimáticas.

Grande parte das árvores incluídas no levantamento fitossociológico apresentou algum registro de bromélias (figura 53). Considerando as densidades das árvores em cada faixa de parcelas, as arbóreas da barra-de-meandro subatual foram as que apresentaram a maior quantidade de árvores com bromélias, o que está de acordo com o fato desta floresta ser mais estruturada, mais diversa e estar a um período de tempo maior exposta para colonização. Esse dado também ratifica que o tempo é um fator preponderante na discussão, pois mesmo com a maior média de fustes por árvore, maiores diâmetros e alturas médios do substrato da faixa um (tabela 30), representando mais substrato disponível, as árvores mais antigas tiveram maior ocorrência de bromélias.

Na figura 53 são evidentes as diferenças entre as colunas que representam as taxas de colonização por bromélias em geral (adultas e plântulas) e por adultas, excluindo-se *Tillandsia usneoides*. Uma quantidade tão grande de árvores

colonizadas por *T. usneoides* nas três faixas de parcelas resultou nos altos valores de importância calculados para esta espécie (tabela 31).

Nesta superfície inserida em vales mais abertos, onde predomina padrão de leito meandrante, as características do ambiente são bastante específicas. Na porção mais próxima ao rio, além da elevada saturação hídrica proporcionada pelo pequeno alçamento da barra-de-meandro atual associado ao regime de drenagem moderadamente drenado dos solos (CURCIO, 2006), as intensidades lumínicas incidentes na vegetação também são grandes. Isso ocorre nas faixas de parcelas um e dois (figura 52) e se deve à baixa densidade de arbóreas, assim como à permeabilidade das copas de *S. humboldtiana* instaladas sobre sedimentos recentes e solos recém formados. A floresta instalada na barra-de-meandro subatual, por sua vez, recebe alta luminosidade lateralmente, pois não existem arbóreas na área adjacente (interbarra) e a floresta se encontra projetada pelo alçamento da feição (figura 62) que, segundo CURCIO (2006), forma um degrau de aproximadamente 2 m. Apesar de crescer mais afastada do rio, a floresta é influenciada pela umidade proveniente da interbarra e da bacia-de-inundação (figura 83), onde predominam Gleissolos Melânicos, em regime de drenagem muito mal drenado (CURCIO, 2006).

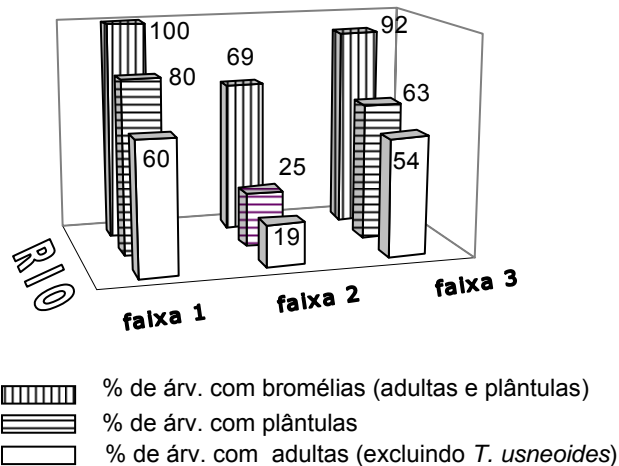
Considerando estas condições de alta umidade e luminosidade dos ambientes que compõem a superfície, justifica-se o destacado valor de importância assumido por *T. usneoides* (tabela 31), que demonstra claras preferências por elevada umidade e luminosidade, associados com constante deslocamento do ar. Seu intenso crescimento nos forófitos, por vezes, sugere que a espécie possa eliminar outros indivíduos epifíticos, como pode ser visto na figura 62.

Deste modo, pode-se afirmar que, enquanto as arbóreas respondem em composição e em densidade às classes de solos que predominam nas planícies fluviais (CURCIO, 2006), bromélias aparentemente respondem em diversidade ao regime de saturação hídrica dos solos. Algumas espécies de bromélias, como *T. usneoides*, também apresentam variações em abundância conforme a umidade disponibilizada pelos solos de interbarras (Gleissolos Melânicos e Háplicos) e solos existentes em bacias-de-inundação (Organossolos).

Nesta superfície constata-se uma dinâmica de colonização ativa através das plântulas, que foram registradas ocupando mais árvores do que as bromélias adultas (figura 53). Considerando que estas plântulas são indivíduos jovens de todas as

espécies (com menor probabilidade de *T. usneoides*), estes dados estão de acordo com o esperado que pressupõem um maior número de jovens do que de adultos na população.

Figura 53 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Rio Bonito.



4.6.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

Segundo a curva espécies-área, a totalidade das espécies de bromélias registradas nesta superfície foi amostrada com o levantamento de aproximadamente metade dos 45 forófitos avaliados (anexo 3).

- distribuição horizontal

As ocorrências das seis espécies de bromélias registradas nessa superfície resultaram em um dos maiores valores calculados para o Índice de Shannon ($H' = 1,51$) no trecho estudado por este trabalho. Do mesmo modo, a equidade é alta ($E=0,85$), dado ratificado pelos valores de importância (tabela 31).

Ou seja, mesmo com a forte degradação da floresta detectada pelo estudo, a diversidade de bromélias é alta e isso pode ser relacionado com a proximidade das encostas, pois esta superfície localiza-se em um estreitamento da planície, o que aproxima os poucos remanescentes florestais da encosta às florestas fluviais.

Ao mesmo tempo, infere-se que a degradação pelo gado causa impacto menor do que aquela decorrente de corte seletivo ou raso da floresta, pois mantém

algumas arbóreas que podem sustentar grandes comunidade de bromélias. Neste sentido, a diversidade de bromélias pode ser relacionada também com a existência de árvores isoladas entre a beira do rio e a encosta, deixadas para fornecer sombra ao gado e que podem estar servido como suportes para a manutenção de uma maior diversidade de bromélias que, de outro modo, teria sido perdida.

Como já comentado, *T. usneoides* é uma espécie importante nesta superfície de agradação, tanto na curva como em cada uma das faixas separadamente. Mesmo comportamento apresenta *T. tenuifolia*, que se destaca na comunidade apesar do incremento em espécies registrado na faixa três (tabela 32).

T. tenuifolia, que apresentou maior densidade na segunda faixa de parcelas (figura 54), ocorreu de modo associado, formando conjuntos de até 34 indivíduos, ratificando a discussão feita na superfície de agradação do compartimento Maфра/Rio do Sul sobre seu típico crescimento em associações. Salienta-se que, devido ao fato das plantas desta espécie freqüentemente apresentarem caule bifurcado, o número de indivíduos ao longo de todo o estudo foi certamente superestimado, pois os indivíduos eram contados através das extremidades, que por vezes, apresentavam as inflorescências. A contagem através das extremidades foi uma adaptação da metodologia ao que era possível fazer em campo, considerando as alturas de fixação, a dificuldade de acesso e de contagem dos indivíduos das associações, a não ser de modo destrutivo.

Entre as faixas de parcelas estudadas, foram detectadas diferenças ($p=0,0223$) apenas quanto à ocorrência de plântulas (anexo 2), que foram registradas sobre um maior número de árvores na barra-de-meandro subatual (figura 53 e tabela 30). No entanto, sua maior densidade ocorreu na segunda faixa de parcelas (figura 54), o que resulta em uma concentração de plântulas sobre poucas árvores na faixa dois (figura 53). Estes dados podem indicar que houve pouco deslocamento das sementes produzidas por grande quantidade de adultas, o que pode ser provocado pela baixa mobilidade, fixando-se próximo à planta-mãe e germinando em grandes associações (HIETZ e HIETZ-SEIFERT, 1995b). Ao mesmo tempo, *T. tenuifolia* se assemelhou das plântulas nas suas distribuição horizontal e estratificação vertical das densidades, sugerindo relação de origem.

Tabela 31 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Rio Bonito.

| Espécies | VIE |
|------------------------------|------|
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 36,1 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 19,6 |
| <i>Tillandsia stricta</i> | 16,7 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 15,9 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 6,5 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 5,1 |

Tabela 32 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Rio Bonito.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|------------------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 30,8 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 41,4 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 32,7 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 22,5 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 20,4 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 20,1 |
| <i>Tillandsia stricta</i> | 18,3 | <i>Tillandsia stricta</i> | 20,4 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 17,6 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 14,2 | <i>Aechmea distichantha</i> | 8,9 | <i>Tillandsia stricta</i> | 16,9 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 14,2 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 8,9 | <i>Aechmea recurvata</i> | 9,4 |
| | | | | <i>Aechmea distichantha</i> | 3,1 |

Além de *T. tenuifolia* e plântulas, *Aechmea distichantha*, *Tillandsia stricta* e *Vriesea friburgensis* também apresentaram maiores densidades na segunda faixa de parcelas, instalada no reverso da barra-de-meandro atual. Para explicar as diferenças nas quantidades de bromélias entre a faixa de parcelas um e dois pode-se inferir que os forófitos mais distantes do rio estão expostos para colonização a um período de tempo maior do que os forófitos mais próximos do rio. Considerando ser esta uma superfície em constante formação, a porção mais interna da curva existe a mais tempo do que a porção mais externa, dado ratificado pela existência de Neossolos Flúvicos sob a faixa de parcelas mais interna (faixa dois) e de Depósitos Psamo-pelíticos na faixa mais próxima ao rio, identificados por CURCIO (2006).

Segundo BOTOSSO (Botosso, P. C., com. pessoal) indivíduos de *Salix humboldtiana* com diâmetros aproximados de 36 cm desta superfície possuem, em média, 30 anos de idade. Como os forófitos utilizados no levantamento quantitativo apresentaram diâmetros muito semelhantes, podem-se relacionar as densidades de bromélias com este período de exposição do forófito no ambiente, considerando que as árvores da barra-de-meandro alçada são mais antigas.

Tillandsia stricta e *Vriesea friburgensis* ocorreram nas três faixas de parcelas tanto na forma associada como isolada, o que está de acordo com o observado nas outras superfícies, indicando não haver predomínio entre as formas de crescimento.

V. friburgensis é uma espécie que, quando plântula, apresenta formas típicas de bromélias atmosféricas, e quando adulta forma tanque entre as folhas. No entanto, essa forma de plântula só é registrada quando a plântula está isolada, ou seja, quando foi formada a partir de semente. Quando a plântula é formada por brotamento a partir da planta-mãe, essa forma atmosférica não é vista, gerando diretamente as folhas da forma adulta. Em outra espécie com características similares (ADAMS e MARTIN, 1986), a taxa de crescimento das plântulas produzidas por brotamento foi maior, o que sugere que esta forma de crescimento vegetativo é propulsora do estabelecimento de *V. friburgensis* no ambiente, aumentando a quantidade de indivíduos para formação de sementes.

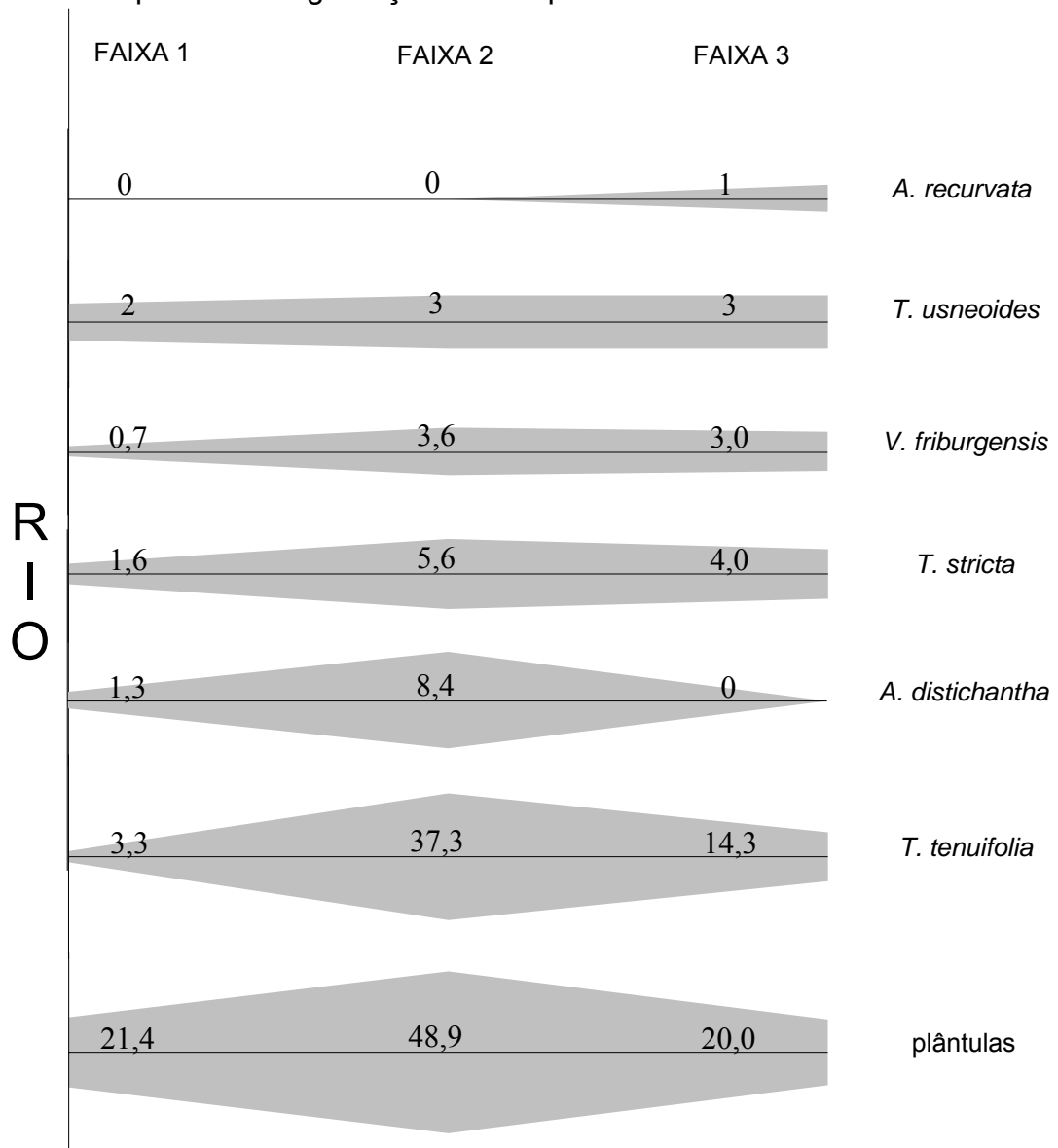
Aechmea distichantha, por outro lado, ocorre apenas nas faixas com maior incidência de luminosidade (faixas um e dois) e na forma de associações de até 11 plantas (figura 54). Pode-se inferir que as aves que provavelmente dispersam suas sementes utilizam *Salix humboldtiana* como poleiro. No entanto, a espécie é considerada de luz difusa (REITZ, 1983; CERVI e DOMBROWSKI, 1985), o que não está de acordo com suas ocorrências observadas em campo. Certo é que a espécie apresenta distribuição entre ambientes muito distintos (CERVI e DOMBROWSKI, 1985; BROWN, 1990; BOLÓS *et al.*, 1991; WANDERLEY e MOLLO, 1992; FISCHER e ARAÚJO, 1996; DISLICH e MANTOVANI, 1998; DITTRICH *et al.*, 1999; TARDIVO e CERVI, 2001; KERSTEN e SILVA, 2002; BORGIO, 2003), possuindo provavelmente grande plasticidade para crescer em diferentes intensidades lumínicas. SMITH e DOWNS (1974) registraram a espécie com folhas 4-5 vezes mais compridas em ambientes sombreados do que ensolarados, uma adaptação muito comum para bromélias amplamente distribuídas e que está relacionada à maior ou menor abertura da roseta e conseqüente evaporação da água acumulada.

A. recurvata foi registrada apenas nas parcelas instalada sobre a barra-de-meandro subatual, o que ratifica sua provável relação com suportes mais antigos, disponíveis há mais tempo para colonização, conforme discutido no compartimento Campo do Tenente agradação.

Apesar da maior diversidade de espécies de bromélias registrada na barra-de-meandro subatual não ter sido acompanhada por maiores densidades (figura 54), pode-se inferir que esta comunidade, onde 92% das árvores apresentaram alguma

bromélia, serve como uma importante fonte de propágulos para a superfície como um todo.

Figura 54 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Rio Bonito.



NOTAS: grau de cobertura/forófito - *T. usneoides*; indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

- estratificação vertical

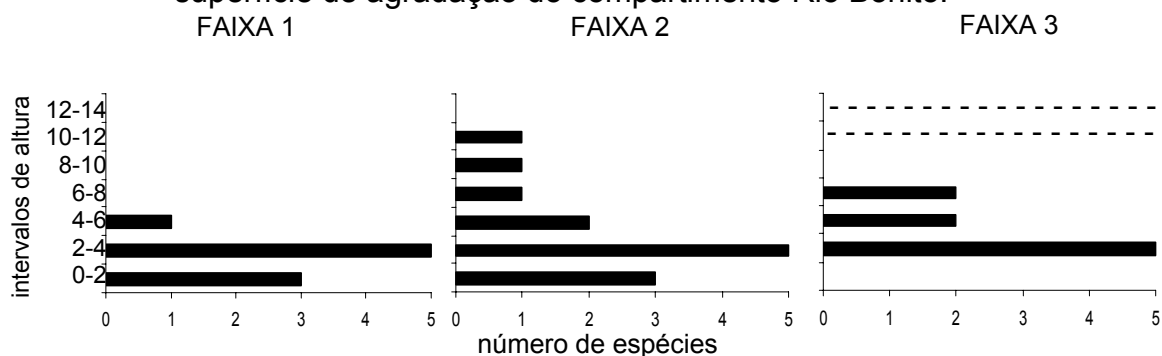
De modo geral, observa-se que as bromélias colonizaram todos os intervalos compreendidos entre a base e 12 m de altura (figura 55), restando apenas os últimos 2 m de ramos sem bromélias, padrão discutido no compartimento anterior.

Nas duas faixas instaladas na barra-de-meandro atual, onde a luminosidade e a umidade são intensas, a colonização inicia na base dos forófitos, ao contrário da faixa instalada na floresta, onde o registro de bromélias, como também de plântulas, inicia apenas aos 2 m.

Destaca-se que, nestas duas faixas de parcelas onde a colonização inicia no primeiro intervalo de altura, foi registrada a marca de uma cheia no fuste dos forófitos a uma distância de 0,5 m do chão. Diante deste fato pode-se inferir que a velocidade com que a água alcança as bromélias não é forte o suficiente para remover as plantas adultas. Plântulas, por sua vez, podem ter se estabelecido nas árvores após este evento, considerando sua maior fragilidade ao impacto mecânico.

Cinco espécies de bromélias ocorreram no mesmo intervalo de altura (2-4m) nas três faixas de parcelas, a despeito das diferenças entre os ambientes e até entre as alturas das árvores suporte, mas provavelmente relacionado à presença do PIM em intervalo imediatamente inferior (figura 55).

Figura 55 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Rio Bonito.



NOTA: ----- intervalo não existente.

Na estratificação vertical das espécies (figura 56), nota-se a colonização dos menores intervalos de altura nos forófitos mais próximos ao rio, e uma estratificação mais ampla nas árvores do reverso da barra-de-meandro atual. Considerando que os forófitos da primeira faixa são mais recentes do que os da segunda faixa, este padrão de colonização sugere que as bromélias colonizam inicialmente regiões mais basais dos forófitos da planície do rio Iguaçu, explorando maiores alturas em momento posterior. Do mesmo modo, quando se comparam florestas mais desenvolvidas, como aquelas existentes nas superfícies de degradação dos compartimentos Mafra/Rio do Sul, Palermo e Serra Alta, podem-se observar maiores

densidades em intervalos mais altos dos forófitos. Diante destes dados, pode-se inferir que a colonização dos forófitos mais próximos ao rio, com alturas semelhantes, ocorrerá em intervalos inferiores naqueles expostos a um menor período de tempo no ambiente e em intervalos superiores naqueles forófitos mais antigos.

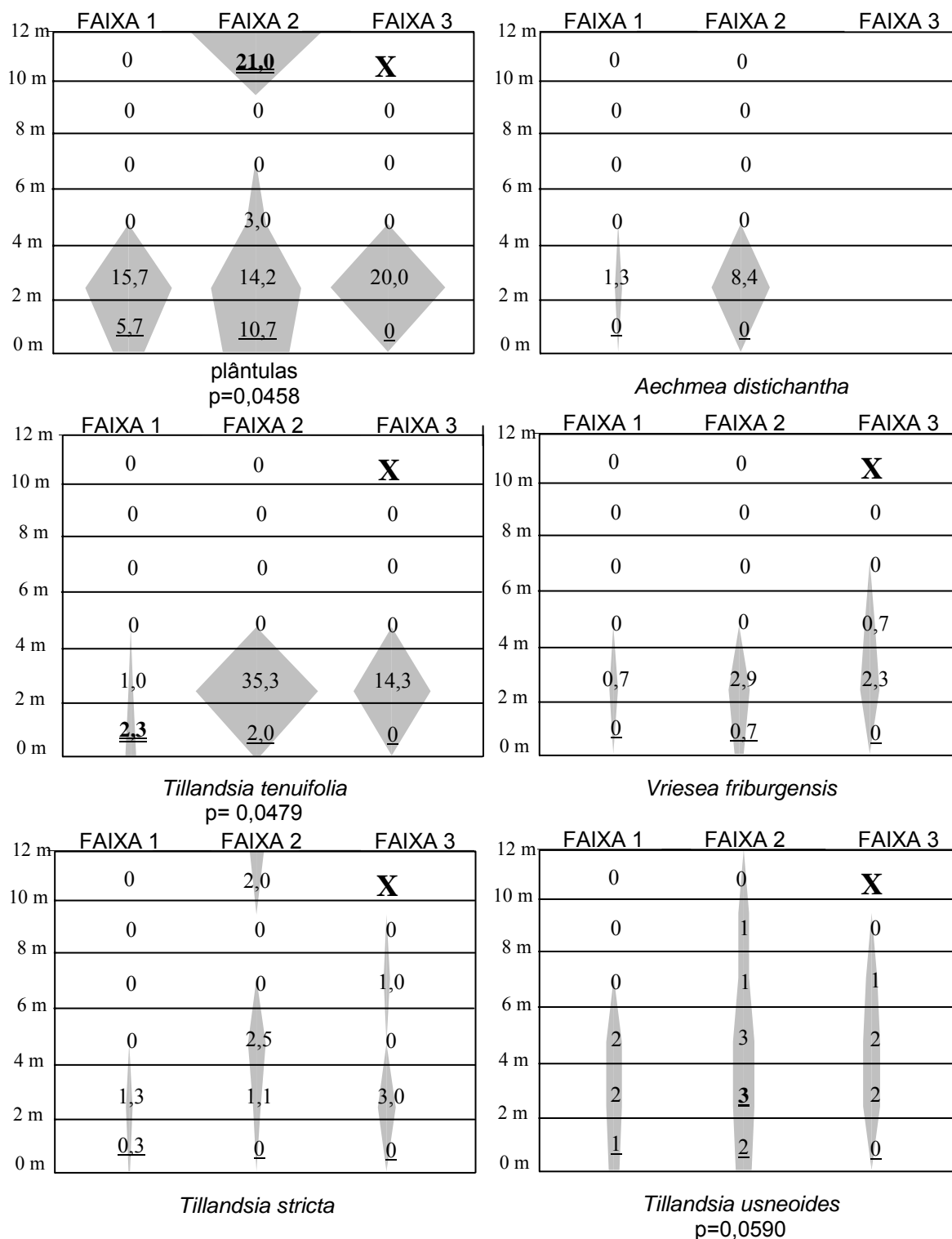
As estratificações verticais de plântulas nas três faixas de parcelas, assim como de *T. stricta* e *T. tenuifolia*, foram muito semelhantes entre si (figura 56), explorando por vezes vários intervalos de altura, o que está de acordo com a necessidade por altas intensidades lumínicas (REITZ, 1983), disponíveis aos forófitos desde a base. Considerando a semelhança na distribuição espacial, as plântulas devem ter sido originadas principalmente pelas duas espécies citadas.

Aechmea distichantha teve suas associações registradas em intervalo muito próximo à base dos forófitos (2-4 m), sempre na porção central da copa e também em bifurcações. Como já comentado, grandes associações de bromélias tanque necessitam de fortes suportes para sustentação, o que é mais freqüentemente encontrado próximo ao PIM e no centro da copa.

Vriesea friburgensis, como já discutido anteriormente, indica ser uma espécie exigente quanto às altas luminosidade e umidade, tendo sido observada em quase todos os compartimentos estudados no domínio da FOM. Na presente superfície, onde a luminosidade é intensa em todas as posições, ocorreu em intervalos de altura próximos à base dos forófitos e predominantemente na porção central da copa, o que está de acordo com o fato de ser uma bromélia tanque e assim, mais pesada.

T. usneoides, espécie com maior valor de importância da superfície, apresentou a mais ampla estratificação entre as espécies (figura 56), colonizando as mais variadas posições dos forófitos. Nas faixas um e dois o crescimento é mais vigoroso, considerando a baixa densidade de arbóreas e conseqüente alta luminosidade e circulação do ar, além da alta taxa de umidade fornecida pelo rio e pelos solos da interbarra. Na barra-de-meandro subatual o registro da espécie nos intervalos de altura basais dos forófitos é possível porque estes indivíduos arbóreos recebem luminosidade lateral, como já discutido.

Figura 56 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Rio Bonito.



NOTA: grau de cobertura/intervalo - *T. usneoides*; indivíduo/intervalo – outras espécies e plântulas.

0 = PIM, 0 = intervalo significativamente diferente. X = intervalo não existente.

4.6.2 Superfície de Degradação

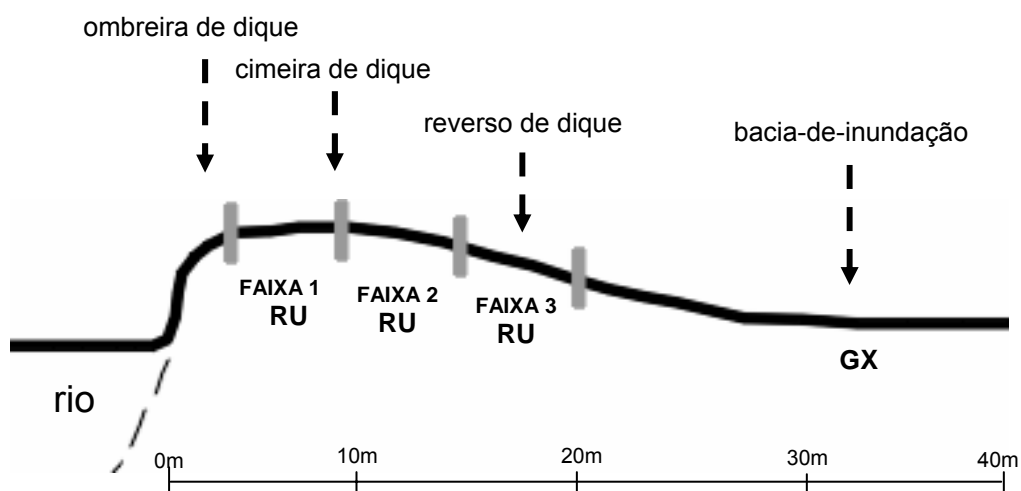
4.6.2.1 Descrição do ambiente

Com meandrância livre, a curva de degradação apresenta um dique marginal que se estende até uma bacia-de-inundação (CURCIO, 2006). Segundo o autor, esta conformação indica que a atual curva de degradação está se desenvolvendo onde houve um atalho de colo, ou seja, houve um rompimento de uma curva maior, formando-se novas superfícies de agradação e degradação onde antes se configurava o centro da curva. Deste modo, a porção da superfície onde foram instaladas as parcelas – dique marginal – recebe influência da água por dois lados: do rio e da bacia de inundação, que antes ficava mais distante da margem imediata ao rio.

Esta superfície, como era esperado, é simplificada quanto às feições geomórficas e solos (figura 57). A ombreira do dique, onde inicia a primeira faixa de parcelas, está alçada em aproximadamente 2,3 m e possui forma convexa (CURCIO, 2006).

Em toda a feição de dique marginal, que apresenta largura média de 25 m e onde estão instaladas as três faixas de parcelas, predominam os Neossolos Flúvicos, em ambiente moderadamente drenado (CURCIO, 2006). A bacia-de-inundação configurada na seqüência, segundo CURCIO (2006), apresenta Gleissolo Háplico com regime de drenagem mal drenado.

Figura 57 - Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Rio Bonito, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: RU = Neossolo Flúvico, GX=Gleissolo Háplico.
Baseado em Curcio (2006).

4.6.2.2 Caracterização do componente arbóreo

A floresta que se desenvolve nesta superfície apresenta um aspecto bastante heterogêneo, tanto por influência da bacia-de-inundação tão proximamente localizada ao dique marginal, quanto por interferência antrópica. A floresta sofre uma diminuição acentuada na densidade de arbóreas da primeira para a segunda faixa (tabela 33), além de diminuição no diâmetro médio. Poucos exemplares arbóreos com grandes dimensões foram registrados, como *Erythrina crista-galli* e *Matayba elaeagnoides* sendo representadas por indivíduos que não ultrapassam 43 cm de diâmetro e 12 m de altura.

Além da proximidade da bacia-de-inundação que reduz a área de floresta, nesta superfície também foi registrado intenso pastoreio por bovinos e eqüinos, resultando em um sub-bosque muito pouco desenvolvido, com altura aproximada de 3 m.

Surpreendentemente, considerando o aspecto da vegetação, 25 espécies compõem a comunidade de arbóreas nesta superfície, o maior valor encontrado nas áreas inseridas na Floresta Ombrófila Mista deste estudo. Neste sentido, esta diversidade é intrigante, pois a idade de ocupação da superfície deve ser homogênea, além do regime moderado a mal drenado dos solos (CURCIO, 2006). Infere-se que a relação desta alta diversidade possa ser estabelecida com uma suposta situação pretérita da superfície: considerando que houve um atalho de colo (o que pode ser inferido através da foto aérea), a área que agora está em contato direto com o rio compunha anteriormente a porção interior de uma curva de agradação. Estas áreas mais interiorizadas geralmente têm maior contato com outros fragmentos de floresta, além de estarem livres de alta hidromorfia dos solos, o que resultaria em maior diversidade de espécies arbóreas.

A faixa de parcelas mais próxima ao rio, composta por 21 espécies, apresentou árvores em maior densidade (4.733,3 ind./ha), a maior média de diâmetro e maior dominância desta curva de degradação (tabela 33). As espécies com maior densidade foram *Sebastiania commersoniana* (32,3%), *Eugenia hiemalis* (16,1%), *M. elaeagnoides* (11,3%) e *Syagrus romanzoffiana* (6,5%). A grande

maioria das espécies foi representada por apenas um exemplar, inclusive *E. crista-galli* que, juntamente com *S. commersoniana*, foram os forófitos mais importantes para a diversidade e abundância de bromélias.

O grupo de árvores da segunda faixa de parcelas, com menor densidade (2.733,7 ind./ha), também apresentou menor diversidade - 11 espécies. *S. commersoniana* foi a espécie com maior densidade (35%), seguida por *Vitex megapotamica* (12,5%), árvores mortas (10%), *Eugenia hiemalis* (7,5%), *Ocotea pulchella* (7,5%) e *Schinus terebinthifolius* (7,5%). Maior abundância e diversidade de bromélias foram registradas sobre *Ilex theezans*, *Vitex megapotamica* e *Schinus terebinthifolius*.

Apenas dez espécies compuseram a comunidade de árvores da faixa mais afastada do rio, em densidade semelhante à faixa dois (2.733,7 ind./ha), mas com a maior média de fustes por indivíduo arbóreo (tabela 33). Nesta faixa, *S. commersoniana* também apresentou a maior densidade relativa (56,8%), como também *E. hiemalis* (8,1%) e árvores mortas (8,1%). A espécie com registro da maior abundância e maior diversidade de bromélias foi *S. commersoniana*.

Tabela 33 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Rio Bonito.

| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 4.733,3 | 6,3 | 3,3 | 13,4 | 1,4 | 93,1 |
| 2 | 2.733,7 | 6,4 | 3,7 | 11,3 | 1,9 | 35,0 |
| 3 | 2.733,7 | 6,7 | 3,4 | 11,9 | 2,3 | 34,3 |

4.6.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Nesta superfície, a diversidade de espécies e a ocorrência de plântulas apresentaram relação significativa com as dimensões dos forófitos, e com a inclinação e número de fustes apresentados por eles (anexo 2).

Na faixa um, as árvores com maior diâmetro ($p=0,0161$) foram portadoras de maior número de espécies de bromélias. Pode-se exemplificar esta relação com um indivíduo de *E. crista-galli*, já citado, localizado exatamente sobre a ombreira do dique, portadora de cinco das oito espécies de bromélias registradas na superfície.

Nesta mesma faixa de parcelas, maior diversidade de bromélias também foi registrada em árvores com maior grau de inclinação ($p=0,0624$). Esta relação detectada nas árvores adjacentes ao rio, demonstra como a inclinação sobre a água favorece a diversificação/propagação de bromélias através da exposição direta à umidade proveniente do rio, à luminosidade, além da estabilidade do substrato através de superfície mais horizontalizadas.

Na faixa dois, árvores com maiores diâmetros ($p<0,0001$), maiores alturas ($p=0,0065$) e maior número de fustes ($p=0,0050$) influenciaram positivamente na diversidade de espécies.

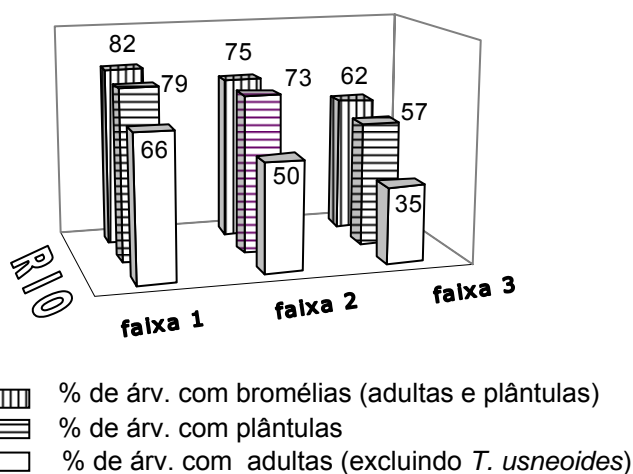
O número de fustes dos forófitos também influenciou positivamente na diversidade de bromélias ($p<0,0001$) e a ocorrência de plântulas ($p=0,0877$) na faixa mais afastada do rio.

Nestas duas faixas mais interiorizadas, provavelmente sob influência do regime mal drenado dos solos e do alto nível do lençol freático (CURCIO, 2006; BARDDAL, 2006), foi muito comum a ocorrência de múltiplos fustes, relação discutida em BARDDAL (2002) e BARDDAL *et al.* (2003), resultando em altas médias por forófito (tabela 33). A ocorrência de maior diversidade de bromélias sobre estas arbóreas pode estar relacionada aos seguintes fatores: vários fustes representarem mais superfície disponível para colonização; ao fato das árvores com múltiplos fustes serem comuns na área (tabela 33) e por isso mais espécies de bromélias foram ali registradas; ao fato destas árvores com múltiplos fustes promoverem a formação de microambientes diversificados para as bromélias.

Em congruência à grande diversidade de bromélias, a maioria das árvores da faixa mais próxima ao rio foi colonizada (figura 58). No entanto, a despeito da proximidade da bacia-de-inundação, a porcentagem de árvores com bromélias diminuiu com o aumento da distância do rio, padrão comum nas degradações anteriores.

Nesta superfície foi detectada uma dinâmica ativa de colonização, com plântulas em praticamente todas as árvores em que foram registradas bromélias (figura 58). Essas proporções certamente estão relacionadas com a alta taxa de umidade fornecida pelo rio e pelos solos da superfície, possibilitando a sobrevivência dos indivíduos jovens nas mais diversas porções da planície.

Figura 58 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Rio Bonito.



4.6.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

Grande parte das espécies de bromélias registradas nesta superfície de degradação foi amostrada nos primeiros forófitos incluídos no levantamento (anexo 3), onde 139 indivíduos foram avaliados. Houve incremento de apenas uma espécie no final da amostragem.

- distribuição horizontal

Nesta superfície, além do alto número de espécies registrado (oito), o índice de Shannon ($H' = 1,50$) também é um dos quatro mais altos do estudo. *Wittrockia cyathiformis*, na forma de associações, também foi observada crescendo na área estudada. Assim como no compartimento Furnas, esta diversidade representa o máximo alcançado pelo trabalho e pode ser relacionado à proximidade da encosta e a permanência de árvores isoladas na superfície, pois nesta propriedade a criação de gado também é uma atividade importante. Infere-se que os ambientes de encosta atuam como fonte de propágulos e as árvores distribuídas entre as encostas e a floresta fluvial servem como suportes únicos de uma diversidade de bromélias que, ao longo do tempo, também assume a função de fonte de sementes. Neste papel, além de *S. commersoniana*, pode-se citar *E. crista-galli*.

No entanto, recomenda-se que a importância das árvores presentes nas planícies fluviais como suportes de bromélias seja investigada, através de levantamentos simples, comparando-se a diversidade das espécies na encosta com a diversidade das espécies na planície com larguras variadas. Deste modo, pode-se avaliar se a largura da planície fluvial influencia na dispersão das espécies de bromélias entre os remanescentes de encosta e de planície.

De qualquer maneira, é patente que bromélias ocorreram nesta superfície em maior diversidade e abundância do que naquelas onde a bacia-de-inundação está mais afastada, as margens estão mais alçadas e/ou onde os solos apresentam boa drenagem, como nas superfícies de degradação do compartimento Campo do Tenente e agradação do compartimento Rio do Rasto. Estes dados ratificam a umidade como um importante elemento do microclima, o que também foi registrado por LEIMBECK e BALSLEV (2001), que encontraram maior diversidade e abundância de aráceas em solos saturados hidricamente na Amazônia equatoriana.

A equidade entre as espécies foi alta ($E = 0,72$), indicando baixa relação de dominância na comunidade (tabela 34).

A ocorrência de espécies de bromélias ($p=0,0012$), assim como de plântulas ($p=0,0641$), diferiram significativamente entre as parcelas, sendo a faixa um diferente das faixas dois e três, mais semelhantes entre si neste aspecto (anexo 2). A maior quantidade de árvores com bromélias e a maior diversidade na faixa mais próxima ao rio indica que as espécies distribuíram-se em vários suportes, ao contrário da terceira faixa onde a diversidade mostrou tendência de se concentrar em poucos indivíduos arbóreos.

Tabela 34 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Rio Bonito.

| Espécies | VIE |
|------------------------------|------|
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 37,4 |
| <i>Tillandsia stricta</i> | 21,3 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 20,9 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 10,5 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 3,7 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 3,0 |
| <i>Tillandsia recurvata</i> | 1,5 |
| <i>Vriesea reitzii</i> | 1,5 |

Tabela 35 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Rio Bonito.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|------------------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 37,0 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 35,1 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 36,7 |
| <i>Tillandsia stricta</i> | 20,9 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 34,5 | <i>Tillandsia stricta</i> | 31,6 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 18,4 | <i>Tillandsia stricta</i> | 21,8 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 15,5 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 12,7 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 8,5 | <i>Vriesea reitzii</i> | 8,1 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 5,1 | | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 8,1 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 3,9 | | | | |
| <i>Tillandsia recurvata</i> | 1,9 | | | | |

No entanto, o grande exemplar de *Erythrina crista-galli*, na faixa mais próxima ao rio, foi portador de cinco das oito espécies registradas na superfície. Dessas espécies, apenas uma não se repetiu sobre outras árvores: *Aechmea distichantha*, observada em uma grande associação de 24 plantas sobre o fuste do forófito.

Erythrina crista-galli, típica da Floresta Ombrófila Mista Aluvial (RODERJAN *et al.*, 2003) e pioneira em ambientes com alta saturação hídrica (BACKES e IRGANG, 2002), foi observada freqüentemente nas bordas das bacias de inundação da planície do rio Iguaçu. Nesses ambientes, a espécie comumente apresentava epífitas, principalmente bromélias, o que está certamente relacionado ao fato dessa arbórea ser o único suporte adequado (considerando que as outras plantas existentes na bacia de inundação são herbáceas), com alta luminosidade e onde a taxa de umidade relativa é muito alta, favorecendo as bromélias. WAECHTER (1992) registrou o número máximo de epífitas sobre *Erythrina crista-galli* em solos com alta saturação hídrica (florestas turfosas) na planície costeira do Rio Grande do Sul.

As mesmas três espécies de bromélias apresentaram os maiores valores de importância nas três faixas de parcelas (tabela 35), sempre com a liderança de *T. tenuifolia*, mas com alternância de posições entre as outras duas: *Vriesea friburgensis* e *Tillandsia stricta*.

Tillandsia stricta e *Vriesea friburgensis*, ocorreram tanto nas formas associada como isolada; *T. tenuifolia* foi observada predominantemente na forma associada, assim como já registrado em outras áreas.

Várias associações de *T. tenuifolia* ocorreram sobre os forófitos das três faixas de parcelas, em conjuntos de até 18 plantas, o que vem ao encontro dos dados da literatura que citam a espécie como formadora de densos emaranhados de caules (REITZ, 1983).

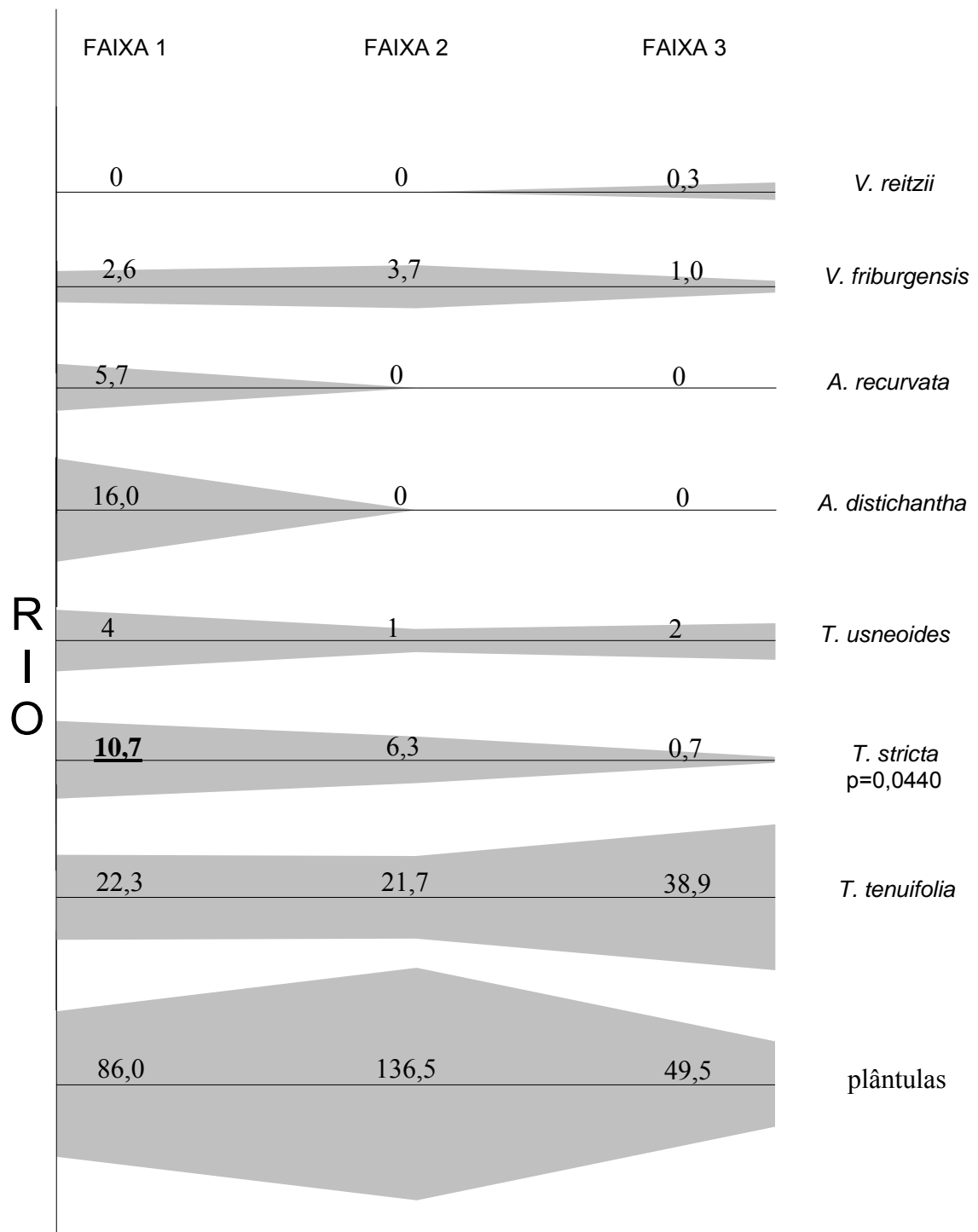
De modo geral, nesta superfície não foram detectados padrões comuns de aumento ou diminuição da densidade de bromélias entre as faixas amostradas (figura 59), o que está de acordo com o teste estatístico (anexo 2). Algumas espécies ocorreram em maior densidade ou com exclusividade na faixa mais próxima ao rio (*Tillandsia stricta*, *Tillandsia usneoides*, *Aechmea distichantha*, *Aechmea recurvata*), outras na faixa dois (plântulas e *Vriesea friburgensis*) e, outras ainda, na faixa três (*Vriesea reitzii* e *Tillandsia tenuifolia*).

Pode-se inferir que, além das condições de umidade e luminosidade adequadas ao estabelecimento e crescimento das bromélias, a faixa um também apresentou mais substrato disponível para fixação devido à alta densidade de árvores (tabela 33). Por outro lado, *Tillandsia tenuifolia* possivelmente respondeu em densidade, na terceira faixa, à alta média de fustes por indivíduo arbóreo, o que justifica, em parte, a relação detectada pelo teste estatístico entre este parâmetro e a diversidade de bromélias.

Pontualmente, na faixa dois, muitas plântulas (229 indivíduos) ocorreram sobre um mesmo indivíduo forófito com múltiplos fustes. Este forófito apresentava três espécies de bromélias: *Tillandsia stricta*, *Tillandsia tenuifolia* e *Vriesea friburgensis*, espécies estas que provavelmente deram origem aos indivíduos jovens. Interessante ressaltar o padrão observado neste forófito, onde as plântulas praticamente só ocorreram na face voltada para o rio, indicando a provável influência de luminosidade para germinação das sementes / estabelecimento das plântulas.

A ocorrência de *Vriesea reitzii* apenas na faixa mais afastada do rio e menos exposta à luminosidade vem ao encontro das características da espécie observadas neste estudo, que não foi registrada em locais com forte luminosidade, ocorrendo preferencialmente em ambientes mais sombreados na planície do rio Iguaçu.

Figura 59 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Rio Bonito.



NOTA: cobertura/forófito - *T. usneoides*; indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

0 = faixa significativamente diferente.

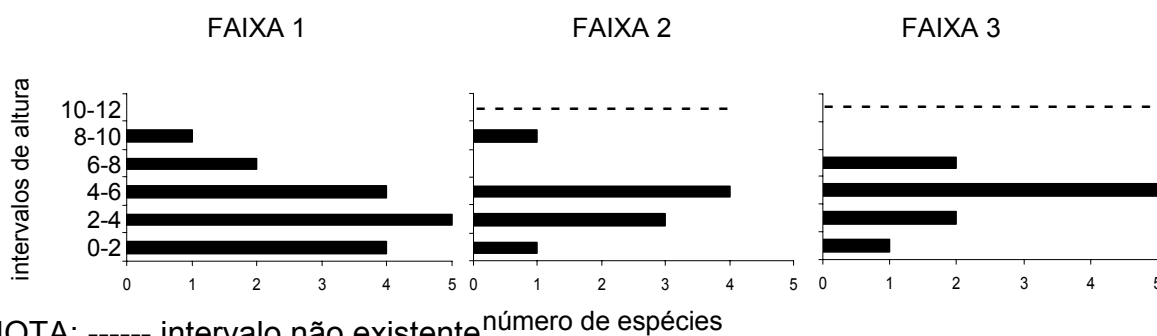
- estratificação vertical

A estratificação vertical das bromélias nesta superfície deu-se, de modo geral, desde a base até 10 m de altura, pouco abaixo do total disponibilizado pelos forófitos da primeira faixa de parcelas (figura 60).

Em todas as faixas houve registro de pelo menos uma espécie de bromélia no intervalo mais basal dos forófitos, além das plântulas. Este padrão não é coerente com aquele registrado em outras superfícies de degradação, onde apenas as árvores mais próximas do rio apresentavam bromélias na sua parte basal. No entanto, suas densidades são muito baixas neste intervalo, o que possivelmente está relacionado ao aumento no sombreamento e está de acordo com a diminuição na quantidade de árvores com bromélias (figura 58) e na diversidade (tabela 35) nas faixas mais distantes do rio.

O registro destas espécies no intervalo de altura mais basal também indica que as alturas das cheias não alcançaram grandes metragens nesta superfície, o que é intrigante já que a parte mais alta da ombreira possui alçamento de poucos 2 m, ou indica que o impacto da água não é suficiente para remover as bromélias.

Figura 60 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Rio Bonito.



NOTA: ----- intervalo não existente

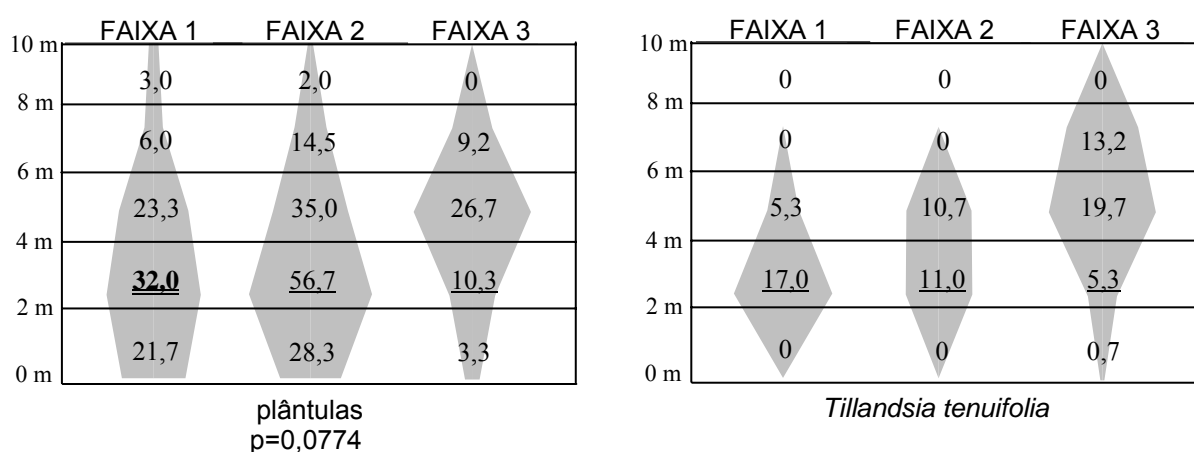
Reiterando as grandes densidades de plântulas na distribuição horizontal (figura 59), todos os intervalos de altura, em todas as faixas, apresentaram plântulas, à exceção do maior intervalo na última faixa de parcelas. Como já discutido, a grande umidade disponibilizada para as bromélias é determinante na sobrevivência dos indivíduos mais jovens (BENZING, *et al.*, 1985; ZOTZ e ANDRADE, 1998; ZOTZ e HIETZ, 2001). Nesta superfície, além da luminosidade e umidade, a disponibilidade de sementes provavelmente possibilitou a presença de plântulas em ampla distribuição ao longo dos forófitos.

Nas árvores mais próximas ao rio, 100% do substrato (figura 59) disponibilizado pelos forófitos estava coberto por *T. usneoides*, com diminuição nos graus de cobertura nas faixas dois e três. A ocorrência da espécie em intervalos mais restritos está provavelmente relacionada à diminuição na luminosidade associada à saturação por umidade nos ambientes mais distantes do rio (figura 60 e 61). A espécie foi observada em todas as posições dos forófitos, o que foi discutido em outras áreas.

Vriesea friburgensis, assim como na superfície anterior, foi registrada em todas as faixas de parcelas, mas com as maiores densidades nos intervalos de altura mais altos, onde a luminosidade é maior. Estes dados estão de acordo com observações deste estudo que constata sua exigência por altas intensidades lumínicas e umidade, fatores disponíveis em abundância neste ambiente.

A. recurvata e *A. distichantha* (não representadas esquematicamente) ocorreram apenas na forma associada, tanto no fuste como na periferia das copas das árvores mais próximas ao rio, entre a base e 6 m de altura. Nesta região dos forófitos concentrou-se grande maioria das espécies registradas na faixa um, o que sugere relação com aumento de substrato condicionado pelo início da copa, como também relações entre membros da população de bromélias e fauna. Locais onde grande quantidade de bromélias e, conseqüentemente de recursos, se concentra nos forófito devem atrair aves que, por sua vez, dispersam sementes dos frutos carnosos de bromélias da subfamília Bromelioideae. Deste modo, a presença de *A. recurvata* e de *A. distichantha* poderia ser justificada pela presença concentrada de outras bromélias, que oferecem gama variada de recursos para a avifauna.

Figura 61 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Rio Bonito.



| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|------------|------------|----------|
| 10 m | | | |
| 8 m | 0 | 1,0 | 0 |
| 6 m | 0 | 0 | 0 |
| 4 m | 1,3 | 2,0 | 1,0 |
| 2 m | <u>0,3</u> | <u>0,7</u> | <u>0</u> |
| 0 m | 1,0 | 0 | 0 |

Vriesea friburgensis

| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|------------|------------|------------|
| 10 m | | | |
| 8 m | 0 | 0 | 0 |
| 6 m | 6,0 | 0 | <u>0,4</u> |
| 4 m | 0 | 3,7 | 0,3 |
| 2 m | <u>3,7</u> | <u>2,3</u> | <u>0</u> |
| 0 m | 1,0 | 0,3 | 0 |

Tillandsia stricta
p=0,0607

| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|----------|----------|----------|
| 10 m | | | |
| 8 m | 3 | 0 | 0 |
| 6 m | 2 | 0 | 0 |
| 4 m | 2 | 1 | 1 |
| 2 m | <u>2</u> | <u>0</u> | <u>1</u> |
| 0 m | 2 | 0 | 0 |

Tillandsia usneoides

NOTA: grau de cobertura/intervalo - *T. usneoides*; indivíduo/intervalo. – outras espécies e plântulas
0 = PIM, 0 = intervalo significativamente diferente.

Figura 62 - Aspectos das superfícies de agradação da planície do rio Iguaçu. A – barra-de-meandro atual com *Salix humboldtiana*; B – reverso de barra-de-meandro atual e interbarra; C – interbarra que precede uma barra-de-meandro subatual alçada; D – bacia de inundação com água acumulada; E – *Tillandsia usneoides* sobre um exemplar de *Aechmea distichantha*; F – *Tillandsia usneoides* sobre uma plântula de bromélia.



4.7 COMPARTIMENTO PALERMO

4.7.1 Superfície de Agradação

4.7.1.1 Descrição do Ambiente

O modelamento do leito do rio Iguaçu neste compartimento é semelhante ao anterior, com padrão divagante livre e amplas curvas meândricas (CURCIO, 2006), com vale de configuração aberta, mas diversa, podendo existir contato da planície com relevos forte ondulados a escarpados da encosta.

Assim como no compartimento anterior, o padrão de leito meandrante resulta em um complexo mosaico de formações florestais e campos hidromórficos das bacias-de-inundação, dependendo do curso do leito atual e pretérito do rio Iguaçu.

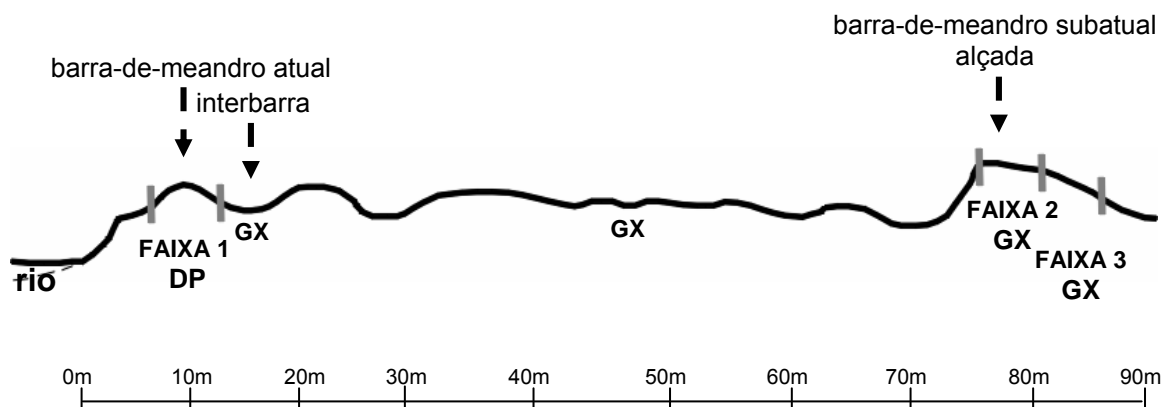
A planície é muito ampla, variando entre 1.620 a 2.125m, com redução para 890 m à jusante das áreas estudadas; a largura média do canal é de 55 m (CURCIO, 2006).

A descrição da superfície de agradação, associando feições geomórficas e solos, foi baseada em CURCIO (2006).

A barra-de-meandro atual, onde a primeira faixa de parcelas do levantamento foi instalada (figura 63), apresenta largura média de 14 m, e é formada por Depósito psamo-pelíticos, em ambiente de drenagem moderadamente drenado. Estes sedimentos são compostos por camadas que não apresentam relações pedogenéticas entre si, sendo esta característica, associada à ausência de horizonte A, a indicação do pequeno tempo de formação da feição.

Na seqüência, a interbarra possui Gleissolo Háplico, com saturação hídrica plena constante devido à textura argilosa e à forma concavada do seu relevo. Após esta feição é observada uma sucessão de barras e interbarras reafeiçoadas (figura 63), até ser alcançada uma grande interbarra, em ambiente muito mal drenado, com presença da água em superfície (figura 83) ou próximo dela, grande parte do ano (BARDDAL, 2006). Adjacente a esta feição, forma-se uma barra-de-meandro subatual, alçada em aproximadamente 2,5 m, feição semelhante à identificada na curva de agradação do compartimento anterior. Seu reverso estende-se por cerca de 35 m até alcançar a bacia-de-inundação (figura 63). Nesta barra-de-meandro subatual foram instaladas a segunda e a terceira faixa de parcelas, sobre Gleissolo Háplico, em classe de drenagem imperfeitamente drenado.

Figura 63 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Palermo, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: DP = Depósito psamo-pelítico, GX= Gleissolo Háplico.
Baseado em Curcio (2006).

4.7.1.2 Caracterização do componente arbóreo

Esta superfície de agradação pode ser dividida na porção de deposição mais recente, a barra-de-meandro atual, cuja vegetação foi amostrada pela primeira faixa de parcelas, e de deposição mais antiga, a barra-de-meandro subatual, com as duas outras faixas.

Tanto a vegetação da feição mais recente como da feição mais antiga que, em conjunto foi representada por 15 espécies de árvores, apresenta grandes exemplares arbóreos, mas sempre em pequeno número. Estas árvores pertencem à *Salix humboldtiana* na primeira faixa de parcelas, e à *Sebastiania commersoniana*, *Ocotea pulchella* e *Vitex megapotamica* nas faixas mais interiorizadas. A altura máxima alcançada por estas espécies foi de 15 m, e o diâmetro em torno de 58 cm.

Como nesta superfície também foi constatado o pastoreio pelo gado, o sub-bosque é quase inexistente, formado por algumas arvoretas de aproximadamente 2,5 m de altura na barra alçada.

A faixa de parcelas mais próxima ao rio é formada exclusivamente por *S. humboldtiana* (31%) e *S. commersoniana* (69%), em baixa densidade (1.733,3 ind./ha), mas com a maior média de fustes por indivíduo arbóreo (tabela 36). Estas espécies apresentaram a menor altura média e a menor dominância, mas por outro lado, o maior diâmetro médio. *S. humboldtiana* foi o portador da maior diversidade e abundância de bromélias.

Na faixa dois, instalada na barra-de-meandro subatual alçada, foram registradas 12 espécies de árvores em grande densidade (3.733,3 ind./ha) e alta dominância. Suas alturas compuseram a maior média da superfície (tabela 36). *S. commersoniana* foi a espécie com maior densidade (47%), seguida por *Matayba elaeagnoides* (11%), *Casearia decandra* (5,7%), *Syagrus romanzoffiana* (5,7%), *Daphnopsis racemosa* (5,7%) e árvores mortas (5,7%). *O. pulchella* e *S. commersoniana* foram os forófitos com maior diversidade de bromélias, enquanto *Matayba elaeagnoides* apresentou maior abundância.

Na seqüência, a faixa três localiza-se no início do reverso da barra-de-meandro subatual, cuja floresta é composta por 10 espécies de arbóreas. Nesta faixa encontraram-se dois exemplares de grande porte, de *O. pulchella* e *V. megapotamica*, responsáveis pelo incremento no diâmetro médio. *S. commersoniana* (60%) apresenta novamente a maior densidade, além de *Coussarea contracta* (6,7%) e árvores mortas (6,7%). *Vitex megapotamica*, entre os forófitos escolhidos para levantamento quantitativo, apresentou a maior abundância de bromélias, como também maior diversidade, junto com *O. pulchella* e *S. commersoniana*.

Tabela 36 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Palermo.

| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 1.733,3 | 5,5 | 2,2 | 15,4 | 1,7 | 52,4 |
| 2 | 3.733,3 | 7,3 | 3,1 | 12,9 | 1,2 | 61,5 |
| 3 | 2.066,0 | 6,8 | 3,4 | 14,4 | 1,1 | 53,4 |

4.7.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Na barra-de-meandro atual, os indivíduos mais altos ($p < 0,0001$) e com maiores diâmetros ($p < 0,0001$) de *S. humboldtiana* e *S. commersoniana* apresentaram maior diversidade de bromélias (anexo 2). Nas árvores que crescem na barra-de-meandro subatual, esta relação da maior diversidade de bromélias foi detectada com o diâmetro dos indivíduos arbóreos na faixa dois ($p < 0,0001$) e faixa três ($p = 0,0060$). Ou seja, têm-se ratificada a relação da diversidade de bromélias com forófitos de grandes dimensões, e assim, expostos por maiores períodos de

tempo, tanto na floresta mais desenvolvida como nas arbóreas que crescem de modo isolado nas feições mais recentemente depositadas.

As plântulas, por sua vez, não responderam a nenhum dos parâmetros forofíticos avaliados (anexo 2), indicando uma ocorrência relacionada ao local de fixação das sementes.

Do substrato disponibilizado pelas arbóreas, grande parte, se não a totalidade, foi colonizada por bromélias nesta superfície (figura 64).

Na faixa próxima ao rio, a grande porcentagem de colonização deve-se principalmente à *Tillandsia usneoides*, que ocorre na maior parte dos indivíduos e espécies de forófitos (tabela 37).

Dentre as árvores amostradas na cimeira da barra-de-meandro alçada pela segunda faixa, todas apresentaram bromélias, enquanto 90% das árvores da segunda faixa foram colonizadas por elas. É certo que essa maior porcentagem de colonização nas faixas dois e três está relacionada ao grau de desenvolvimento e estruturação da floresta que ocupa os sedimentos depositados a um maior período de tempo, o que é ratificado pela existência de solos mais evoluídos pedogeneticamente na feição alçada (figura 63).

As porcentagens de árvores com bromélias nas faixas dois e três são muito semelhantes, o que indica que as condições similares para estabelecimento de plântulas e crescimento de bromélias, como luminosidade, umidade e substrato.

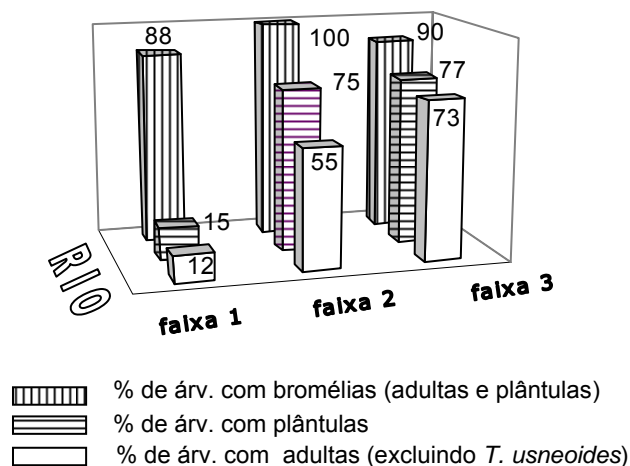
Associando-se as densidades de arbóreas (tabela 36), é ratificada a grande quantidade de árvores com bromélias na barra-de-meandro alçada (figura 64), mesmo com baixa média de fustes por árvore (tabela 36). Sendo assim, infere-se que as florestas instaladas na barra alçada das superfícies de agradação são importantes centros de dispersão de propágulos para as áreas mais recentes das porções próximas ao rio.

Plântulas ocorreram em maior quantidade de árvores do que as bromélias adultas em todas as posições da planície, o que é esperado em uma comunidade onde sementes das várias espécies estão sendo produzidas e plântulas estão se estabelecendo sobre os forófitos.

Assim como ocorreu na superfície de agradação do Compartimento Rio Bonito, *T. usneoides* foi a espécie com maior valor de importância nas três faixas de parcelas (tabela 37). Considerando sua afinidade com alta umidade e luminosidade

(REITZ, 1983), a existência de uma série de barras e interbarras onde existem solos com acúmulo de água (figura 83), associadas à baixa densidade de indivíduos arbóreos, tornam as superfícies de agradação locais propícios ao desenvolvimento pleno de *T. usneoides*. Mesmo onde existe uma floresta estabelecida, como na barra-de-meandro subatual, a citada espécie é a mais freqüente sobre espécies e indivíduos forófitos, indicando que ali as altas taxas de umidade também existem, além de luminosidade associada à circulação do ar, que aumenta a evaporação e impede o acúmulo de umidade sobre seus caules e folhas. Deste modo, é reforçada a relação da abundância de *T. usneoides* com o regime de saturação hídrica dos solos.

Figura 64 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Palermo.



4.7.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

Devido a grande heterogeneidade em feições e estruturação da vegetação suporte, as espécies de bromélias foram sendo gradativamente amostradas na superfície (anexo 3). Pode ser detectada uma tendência à estabilização da curva a partir da inclusão de 50% das árvores no levantamento, que incluiu 103 árvores na avaliação.

- distribuição horizontal

A ocorrência das oito espécies de bromélias registradas, número máximo alcançado por poucas das superfícies estudadas (tabela 2), resultou em um índice de Shannon ($H' = 1,28$) que ainda pode ser considerado alto, comparando-se as outras áreas estudadas.

Estes dados indicam que a diversidade de bromélias não está diretamente relacionada com a equidade de espécies arbóreas. Nesta superfície, mesmo com um baixo número de espécies de árvores e a forte dominância de *S. commersoniana* em todas as faixas de parcelas, a diversidade de bromélias foi uma das mais altas da planície do rio Iguaçu. Do mesmo modo, nas outras superfícies onde foi registrado grande número de espécies de bromélias, *S. commersoniana* ocorreu em alta densidade.

A equidade na comunidade de bromélias foi baixa ($E = 0,62$), indicando forte relação de dominância na comunidade, o que é ratificado através da tabela 37.

Estatisticamente, a ocorrência de espécies ($p=0,0002$) e de plântulas ($p<0,0001$) diferencia-se significativamente entre as faixas de parcelas, sendo a faixa um diferente ($p<0,0001$) das faixas dois e três, semelhantes entre si neste aspecto (anexo 2). Estes resultados, associados com o aumento em diversidade nas faixas dois e três (tabela 38), corroboram a relação entre os tempos diferenciados de exposição dos forófitos como também a estruturação da floresta como fatores determinantes na determinação da diversidade das bromélias.

Assim como já constatado em outras áreas deste estudo, *Aechmea recurvata* ocorreu em associação com a floresta mais estruturada, que nesta área localiza-se na barra-de-meandro alçada. *Billbergia nutans* e *Vriesea reitzii* apresentaram comportamentos semelhantes, tendo sido registradas somente na floresta, mas em número muito pequeno, justificando sua ausência no levantamento quantitativo.

Tabela 37 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Palermo.

| Espécies | VIE |
|------------------------------|------|
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 47,1 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 22,1 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 12,3 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 8,7 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 4,8 |
| <i>Vriesea reitzii</i> | 2,1 |
| <i>Tillandsia recurvata</i> | 1,5 |
| <i>Billbergia nutans</i> | 1,5 |

Tabela 38 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Palermo.

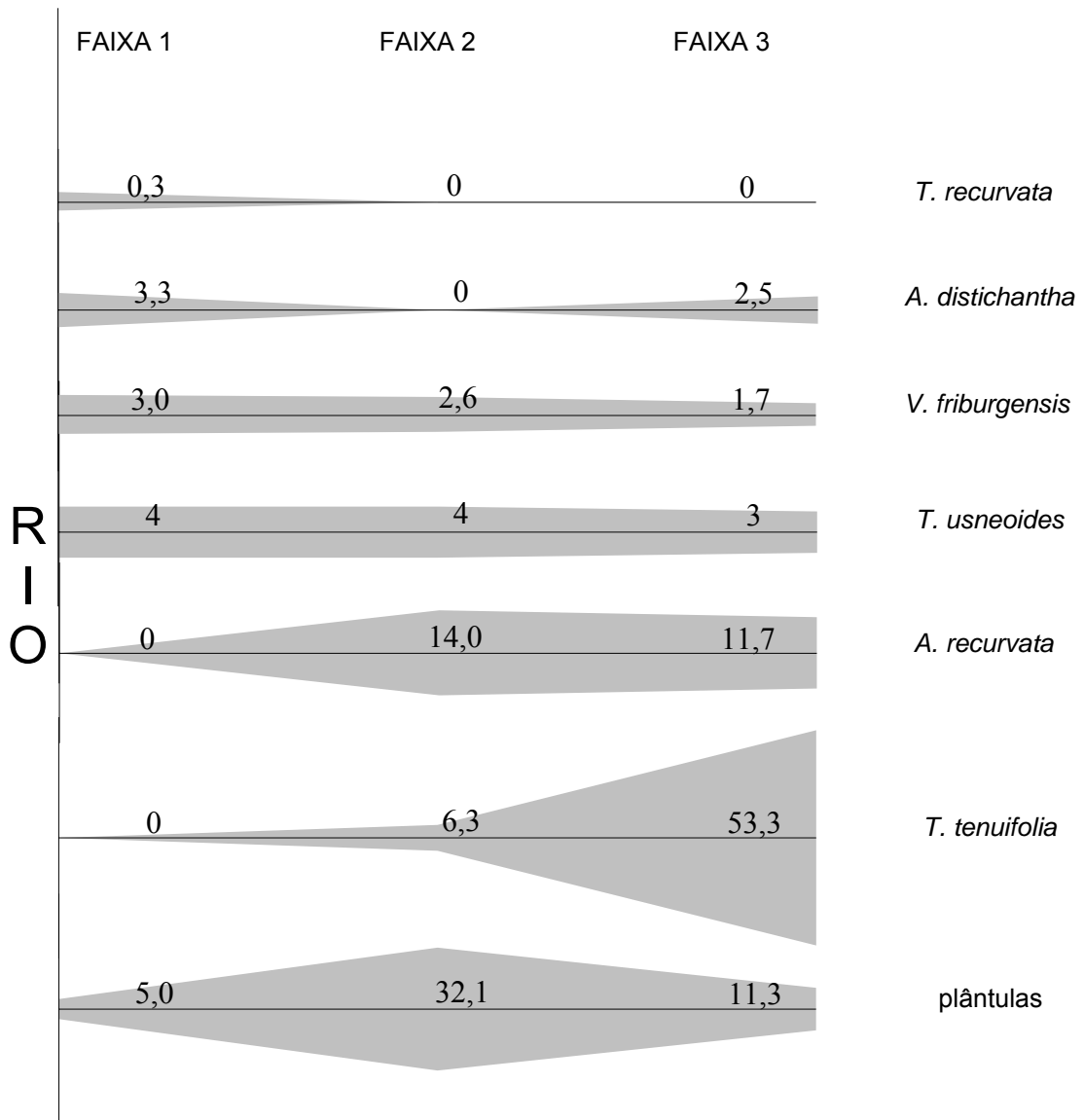
| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|-----------------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 62,6 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 48,8 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 41,8 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 13,7 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 24,7 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 29,6 |
| <i>Tillandsia recurvata</i> | 11,8 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 12,6 | <i>Aechmea recurvata</i> | 10,7 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 11,8 | <i>Aechmea recurvata</i> | 9,2 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 8,9 |
| | | <i>Vriesea reitzii</i> | 2,3 | <i>Vriesea reitzii</i> | 3,5 |
| | | <i>Aechmea distichantha</i> | 2,3 | <i>Billbergia nutans</i> | 2,7 |
| | | | | <i>Aechmea distichantha</i> | 2,7 |

As densidades das espécies de bromélias variaram de maneiras diversas entre as três faixas de parcelas (figura 65). *Tillandsia recurvata* e *Vriesea friburgensis* ocorreram com mais indivíduos nas árvores que crescem na barra-de-meandro atual. *Vriesea friburgensis*, a despeito da sua ocorrência nas três faixas de parcelas, foi observada em campo muito freqüentemente nas árvores isoladas que crescem na seqüência de barras e interbarras anteriores à barra-de-meandro alçada. Destaca-se que a umidade disponibilizada pelos solos das barras e interbarras (figura 83) é fundamental para a sobrevivência das bromélias tanque, pois mantém a evaporação da água da roseta em níveis menores do que nos ambientes mais secos. Apresentou-se tanto na forma associada como isolada, o que ratifica o padrão registrado em outras superfícies, incluindo a preferência desta espécie por altas intensidades lumínicas, altas taxas de umidade e investimento tanto na propagação vegetativa quanto na reprodução sexuada.

Aechmea distichantha ocorreu nas três faixas, mas foi quantificada apenas na primeira e na terceira, crescendo na forma de associações de até cinco plantas ou, em menor quantidade, como indivíduo isolado. Deste modo, tem-se confirmada que a propagação vegetativa é uma importante estratégia reprodutiva para esta espécie, como já foi discutido anteriormente.

Plântulas ocorreram com maiores densidades nas árvores pertencentes à floresta (figura 65), o que está de acordo com a presença de maiores diversidade e abundância de bromélias adultas.

Figura 65 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Palermo.



NOTA: cobertura/forófito - *T. usneoides*; indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

- estratificação vertical

Em uma primeira análise, observa-se que as bromélias colonizaram todos os intervalos de altura disponíveis nos forófitos (figura 66), considerando que o intervalo de 14-16 m existia apenas na faixa de parcelas mais afastada do rio.

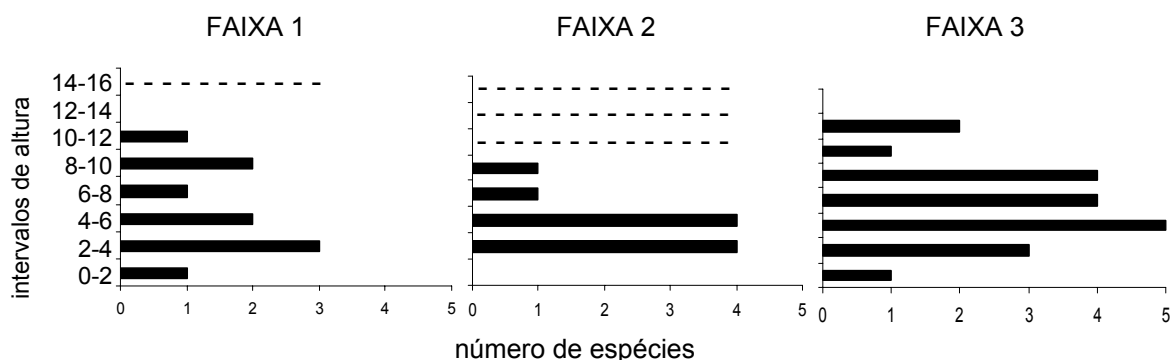
Na feição mais próxima ao rio, onde a luminosidade incidente é alta desde a base dos forófitos, a colonização inicia no primeiro intervalo de altura. No entanto, nas árvores da faixa três *T. tenuifolia* também ocorreu no intervalo até 2 m (figura 67), o que não está de acordo com os dados registrados nas outras superfícies, e pode indicar com maior luminosidade incidente na base dos forófitos desta floresta.

Relacionado às altas intensidades lumínicas incidentes está o alto valor de importância assumido por *T. usneoides* em toda a superfície (tabela 38), assim como seus elevados graus de cobertura em vários intervalos de altura da faixa três (figura 67).

Na primeira faixa de parcelas foi observado, ao longo do trabalho em campo, o pujante crescimento de *T. usneoides* sobre um exemplar de *A. distichantha* (figura 62), indicando que, em pouco tempo, a bromélia tanque não resistiria ao peso e sombreamento, sucumbindo sobre seu suporte.

Grandes forófitos, como aqueles amostrados na terceira faixa de parcelas, com *T. usneoides* crescendo vigorosamente, fazem o papel de núcleos de dispersão desta bromélia na floresta (figura 83). Através do vento e das aves (SMITH e DOWNS, 1974), considerando sua fraca fixação aos suportes, a facilidade de fragmentação e o uso conhecido pela fauna (REITZ, 1983; PIZO, 1994), a espécie é dispersada para as copas vizinhas, formando “ilhas de colonização”. Estas ilhas são facilmente identificadas na floresta, onde grandes árvores, circundadas por outras menores, servem de suporte para longos emaranhados pendentes de *T. usneoides*.

Figura 66 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Palermo.



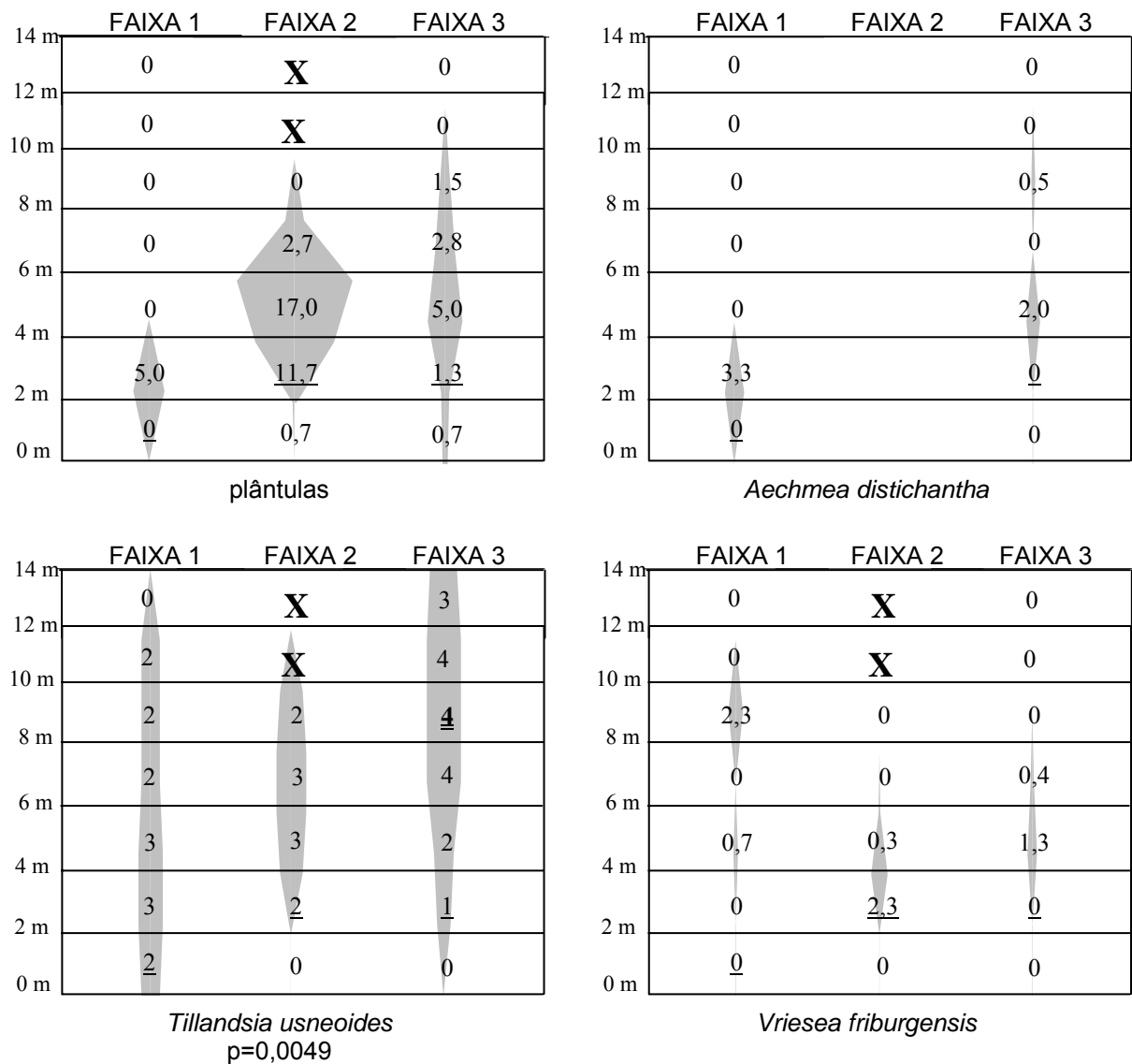
NOTA: ----- intervalo não existente.

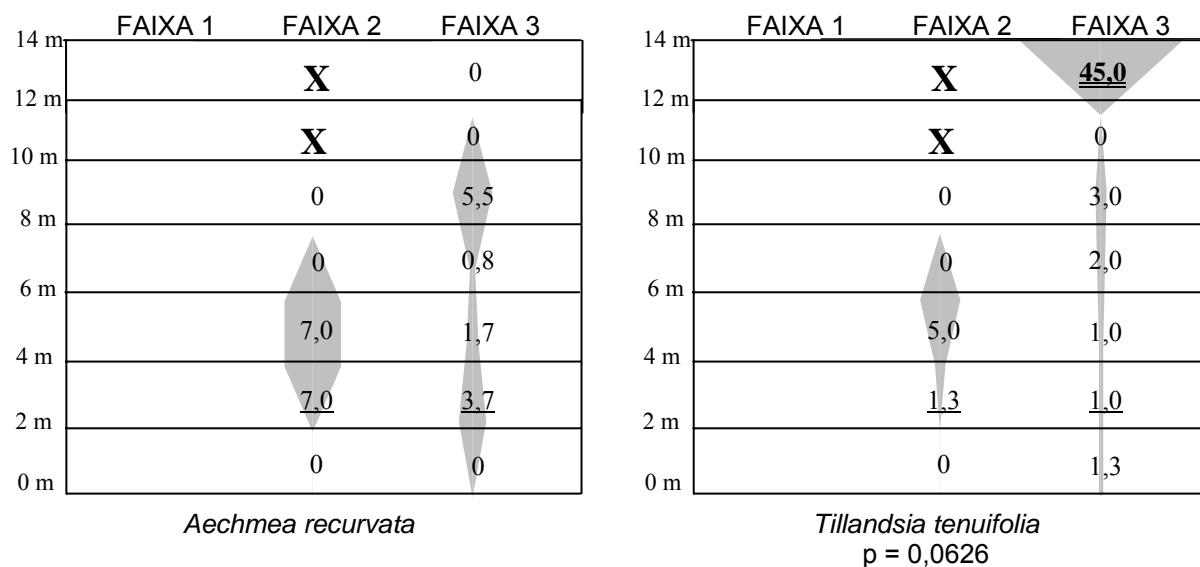
T. tenuifolia, que “supercolonizou” o grande indivíduo de *Vitex megapotamica*, resultando em elevada densidade na faixa três (figura 65), foi observada na forma de uma série de associações de até oito plantas, distribuídas em vários intervalos de altura (figura 67), tanto no fuste quanto nas porções central e periférica da copa. Nas grandes árvores apresentou preferência pelo maior intervalo de altura. Sua distribuição está de acordo com sua característica de bromélia atmosférica que

apresenta adaptações para ambientes com alta luminosidade, ocupando as porções mais expostas da copa.

Aechmea recurvata, observada apenas na floresta da barra-de-meandro subatual, foi registrada predominantemente na forma associada, em conjuntos de até 11 plantas, no fuste e na porção central da copa, sempre a partir do início da copa (figura 67), o que está relacionado ao aumento em substrato e local de pouso para aves, como já discutido em superfícies anteriores. Esta mesma relação pode ser feita com *A. distichantha*, que também ocorreu em intervalo adjacente ao início da copa.

Figura 67 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Palermo.





NOTA: grau de cobertura/intervalo - *T. usneoides*; indivíduo/intervalo – outras espécies e plântulas.
0 = PIM, 0 = intervalo significativamente diferente. X = intervalo não existente.

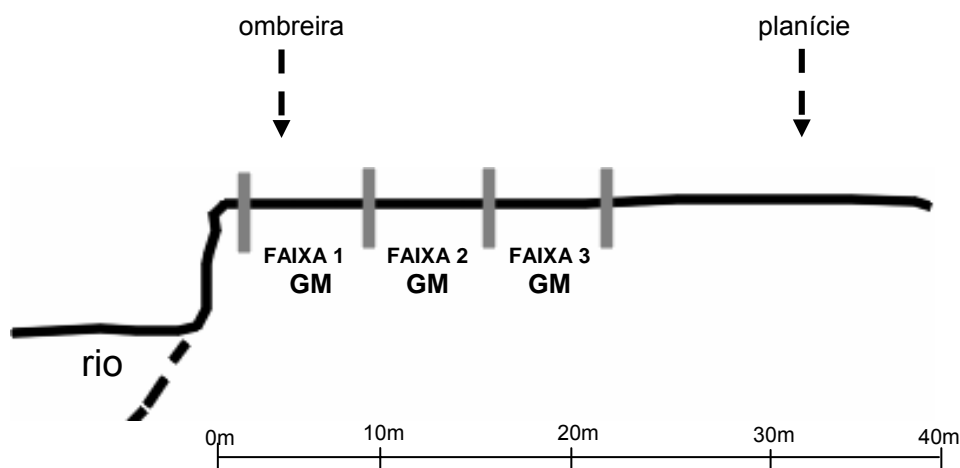
4.7.2 Superfície de Degradação

4.7.2.1 Descrição do ambiente

A superfície de degradação deste compartimento, onde o rio se apresenta em padrão meandrante livre assim como a superfície de degradação anterior, é bastante homogênea (figura 68), tanto no aspecto geomorfológico quanto pedológico (CURCIO, 2006). Segundo o autor, a ombreira, onde foi instalada a primeira faixa de parcelas, encontra-se alçada em 3 m, apresentando forma retilínea. As outras duas faixas encontram-se adjacentes à primeira. O relevo plano estende-se da ombreira em direção ao interior da planície, com predomínio de Gleissolos Melânicos em regime imperfeitamente drenado (CURCIO, 2006).

Segundo CURCIO (2006), os solos apresentam textura muito argilosa o que, associado ao relevo plano, conferem baixa permeabilidade. BARDDAL (2006) registrou acúmulo de água nos solos pela presença constante de lençol freático.

Figura 68 - Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Palermo, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: GM = Gleissolo Melânico.
Baseado em Curcio (2006).

4.7.2.2 Caracterização do componente arbóreo

A floresta que se desenvolve nesta superfície, formada por 16 espécies, impressiona pelas dimensões alcançadas por alguns exemplares arbóreos. Várias árvores de grande porte foram incluídas nas três faixas de amostragem, representantes de *Matayba elaeagnoides* e *Luehea divaricata* que alcançaram 66 cm de diâmetro e 14 m de altura.

De modo geral, seu aspecto é homogêneo e o tempo de ocupação da superfície deve ser muito similar, considerando ser esta uma superfície antiga que está sendo degradada pelo rio.

Essa formação florestal é uma das mais imponentes e estratificadas dentre as estudadas na planície do rio Iguaçu. No entanto, existe uma trilha bastante utilizada que separa a floresta do rio. Além dela, pôde-se constatar ao longo do período de estudo em campo, outras ações impactantes sobre estes trechos tão valiosos de floresta remanescente. Através da completa supressão do sub-bosque e das arvoretas em extensa área adjacente àquela estudada, as grandes árvores da floresta estavam caindo em consequência da falta de estrutura, expondo suas grandes raízes na superfície. Além disso, o gado também transita livremente pela planície, inclusive na área escolhida para estudo.

Deste modo, o sub-bosque nas faixas de parcelas estudadas apresentava cerca de 2,5 m de altura e densidade intermediária quando comparado com as outras superfície estudadas. Plântulas terrestres não foram registradas provavelmente devido ao pastoreio.

Na faixa um, em posição de ombreira, oito espécies ocorreram em baixa densidade (1.800 ind./ha), baixa dominância e com a menor altura média (tabela 39). Certamente essa baixa densidade de árvores é reflexo da ação antrópica, considerando o intenso uso da trilha adjacente e o padrão identificado em outras superfícies de degradação, onde arbóreas se concentravam em grande número na ombreira. *Sebastiania brasiliensis* (25,9%) apresentou a maior densidade relativa, seguida por *Sebastiania commersoniana* (18,5%), *M. elaeagnoides* (14,8%) e *Casearia decandra* (14,8%). O exemplar com maior diversidade e abundância de bromélias foi *Eugenia uniflora*, único desta espécie a ocorrer na faixa de parcelas.

A segunda faixa de parcelas, já no reverso da ombreira, apresentou a maior densidade e dominância dentre as faixas amostradas (2.466,7 ind./ha). Foi formada por nove espécies de arbóreas, sendo *S. brasiliensis* (24,3%) novamente a espécie com maior densidade relativa. Além dela, *Actinostemon concolor* (18,9%), *M. elaeagnoides* (16,2%) e *S. commersoniana* (13,5%) também se destacaram. Um indivíduo de *Matayba elaeagnoides* apresentou a maior diversidade e abundância de bromélias epifíticas.

Na faixa de parcelas mais afastada do rio, a altura média é a mesma da faixa anterior (tabela 39), mas a densidade das arbóreas é menor (2.200,0 ind./ha), assim como também a dominância. Doze espécies compõem este agrupamento que apresenta *S. commersoniana* (24,2%) como a espécie com maior densidade relativa, seguida por *Allophylus edulis* (15,2%), *A. concolor* (12,1%), *S. brasiliensis* (9,1%) e *M. elaeagnoides* (9,1%). Sobre *S. commersoniana* foram registradas a maior abundância e diversidade de bromélias.

Tabela 39 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Palermo.

| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 1.933,0 | 6,9 | 3,4 | 13,6 | 1,1 | 45,9 |
| 2 | 2.200,7 | 7,3 | 4,2 | 14,4 | 1,1 | 76,9 |
| 3 | 2.533,0 | 7,3 | 3,1 | 13,5 | 1,1 | 57,4 |

4.7.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Nesta superfície, várias foram as relações significativas detectadas entre as bromélias e as características dos forófitos (anexo 2). Na faixa de parcelas mais

próxima ao rio, árvores com maior diâmetro ($p < 0,0001$) e altura ($p < 0,0001$) apresentaram maior diversidade de bromélias.

Na segunda faixa, além da relação significativa entre a diversidade de bromélias e as alturas ($p < 0,0001$) e diâmetros ($p < 0,0001$), árvores com maior ponto de inversão morfológica ($p = 0,0197$) também se destacaram como suportes de diversidade. A significância da altura do PIM parece refletir a importância de grandes indivíduos arbóreos para a diversidade de bromélias, considerando que árvores grandes geralmente apresentam seu PIM em maiores alturas.

Na faixa mais afastada do rio, novamente as árvores mais altas ($p < 0,0001$) e com maior diâmetro ($p < 0,0001$) apresentaram maior diversidade de bromélias.

Nesta superfície, as plântulas também tiveram sua ocorrência relacionada com as maiores alturas totais ($p = 0,0772$) de inversão morfológica ($p = 0,0987$) e maiores diâmetros ($p = 0,0169$) na faixa dois (anexo 2). Na faixa três, as plântulas ocorreram mais em árvores mais altas ($p = 0,0182$) e com maiores diâmetros ($p = 0,0132$).

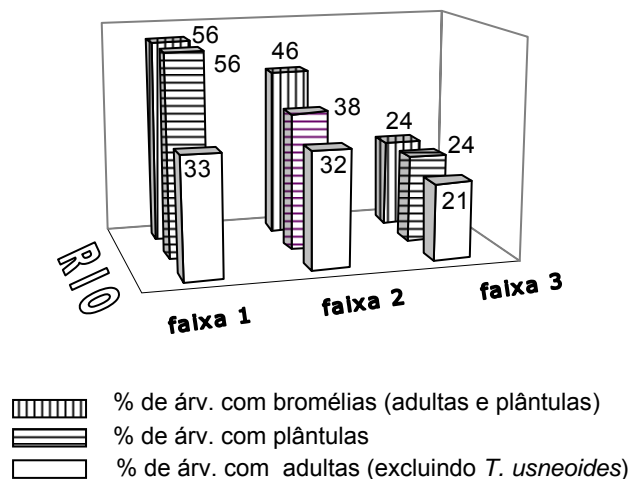
Ratificando os dados já discutidos nas superfícies anteriores, árvores com grandes dimensões, sejam elas parte de florestas conservadas ou não, apresentam estreita relação com grande diversidade de bromélias.

A relação das plântulas com as grandes dimensões dos forófitos, não registrada com frequência na planície, pode ser justificada pela presença das bromélias adultas nestas árvores. Considerando a distribuição horizontal, plântulas ocorreram em mais árvores na primeira faixa de parcelas (figura 69), fato relacionado provavelmente às condições de luminosidade e umidade fornecidas pelo rio.

Como era esperado para uma superfície de degradação, as porcentagens de colonização do substrato foram diminuindo com o aumento da distância do rio, resultando em apenas 24% de árvores com bromélias na terceira faixa (figura 69). A faixa de parcelas com maiores taxas de ocupação teve aproximadamente metade de suas árvores colonizadas pelas bromélias (figura 69), indicando que as espécies se concentraram em poucos indivíduos arbóreos. Considerando o porte das árvores e a estruturação da floresta, estas porcentagens são intrigantes. Levando-se em conta também a baixa permeabilidade dos solos que garante o fornecimento de umidade à vegetação e o longo tempo de exposição do substrato, uma quantidade maior de árvores poderia apresentar bromélias.

A superfície de degradação do compartimento Mafra/Rio do Sul apresentou padrão semelhante, com bromélias adultas em menos de 40% das árvores, apesar do bom estado de conservação da floresta. Infere-se, diante destes dados, que existe uma tendência da diversidade e abundância de bromélias se concentrar nos maiores indivíduos arbóreos em florestas mais antigas, considerando seu maior tempo de exposição, maior superfície disponível, além da existência de microclimas diversos.

Figura 69 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Palermo.



4.7.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

Todas as espécies de bromélias identificadas nesta superfície foram amostradas nos primeiros forófitos (anexo 3) incluídos no levantamento, resultando em rápida estabilização da curva. Foram avaliados 97 árvores.

- distribuição horizontal

Foram registradas sete espécies de bromélias epifíticas nesta superfície de degradação, valor próximo ao máximo (oito). O índice de Shannon calculado ($H' = 1,57$) foi o segundo mais alto entre todas as áreas estudadas, resultado da riqueza de espécies e suas ocorrências. Estes dados estão de acordo com o estado de conservação da vegetação.

Do mesmo modo, a equidade entre as espécies foi alta ($E=0,81$), indicando que as espécies apresentam abundâncias semelhantes na comunidade. Ratificando o índice, os valores de importância calculados para as espécies na superfície (tabela 40) apresentaram pequenas diferenças entre si.

Entre as faixas de parcelas estudadas não foram detectadas diferenças significativas entre as ocorrências de adultas (anexo 2). No entanto, plântulas ocorreram de modo diferenciado entre as faixas ($p=0,0443$), diferindo a faixa um ($p=0,0252$) das faixas dois e três, estas semelhantes entre si. A maior ocorrência de plântulas registrada na faixa mais próxima ao rio, demonstrada na figura 69, certamente está relacionada à maior umidade e luminosidade ali encontradas, como também à maior diversidade e abundância de algumas espécies.

A despeito da homogeneidade nas ocorrências, a diversidade de bromélias foi maior na faixa mais próxima ao rio (tabela 41), o que indica a influência da luminosidade e umidades fornecidas pelo rio. Ratificando a discussão anterior, a maior diversidade de bromélias (tabela 41) ocorre na faixa de parcelas onde as árvores estão em menor densidade (tabela 39), demonstrando a concentração em poucos indivíduos.

Ao contrário da superfície de agradação, *T. usneoides* ocorre em baixa frequência e menor densidade (tabela 40 e figura 70). Este resultado era esperado, considerando que a floresta é contínua, sem “clareiras naturais” provocadas pela ausência de arbóreas. No interior da floresta a espécie não consegue sobreviver, tendo sido registrada apenas na faixa de parcelas mais próxima ao rio.

Nas três faixas estudadas, as mesmas três espécies de bromélias apresentaram os maiores valores de importância: *Aechmea recurvata*, *Tillandsia tenuifolia* e *Vriesea reitzii*, apresentando apenas troca de posições.

Aechmea recurvata, provavelmente associada com florestas mais estruturadas segundo os dados obtidos nas outras superfícies estudadas, assumiu o maior valor de importância na segunda e na terceira faixa de parcelas (tabela 41). No entanto, suas densidades foram mais altas nas duas faixas mais próximas ao rio (figura 70), ocorrendo sempre na forma de associações que variaram de duas a dez plantas. Além do valor da reprodução vegetativa para esta espécie, estes dados nos mostram que, considerando a dispersão zoocórica da espécie, a fauna é um importante componente nesta floresta.

Esta espécie, assim como outras quatro (tabelas 3 e 40) também registradas na área, são bromélias tanque, que disponibilizam água em suas rosetas para a fauna (ROCHA *et al.*, 1997; ROCHA *et al.*, 2004). Estas características, analisadas de modo associado, nos mostram que esta floresta é utilizada com frequência pela fauna que ainda existe na região, agregando importância ao fragmento remanescente de Floresta Ombrófila Mista na planície do rio Iguaçu.

Tabela 40 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Palermo.

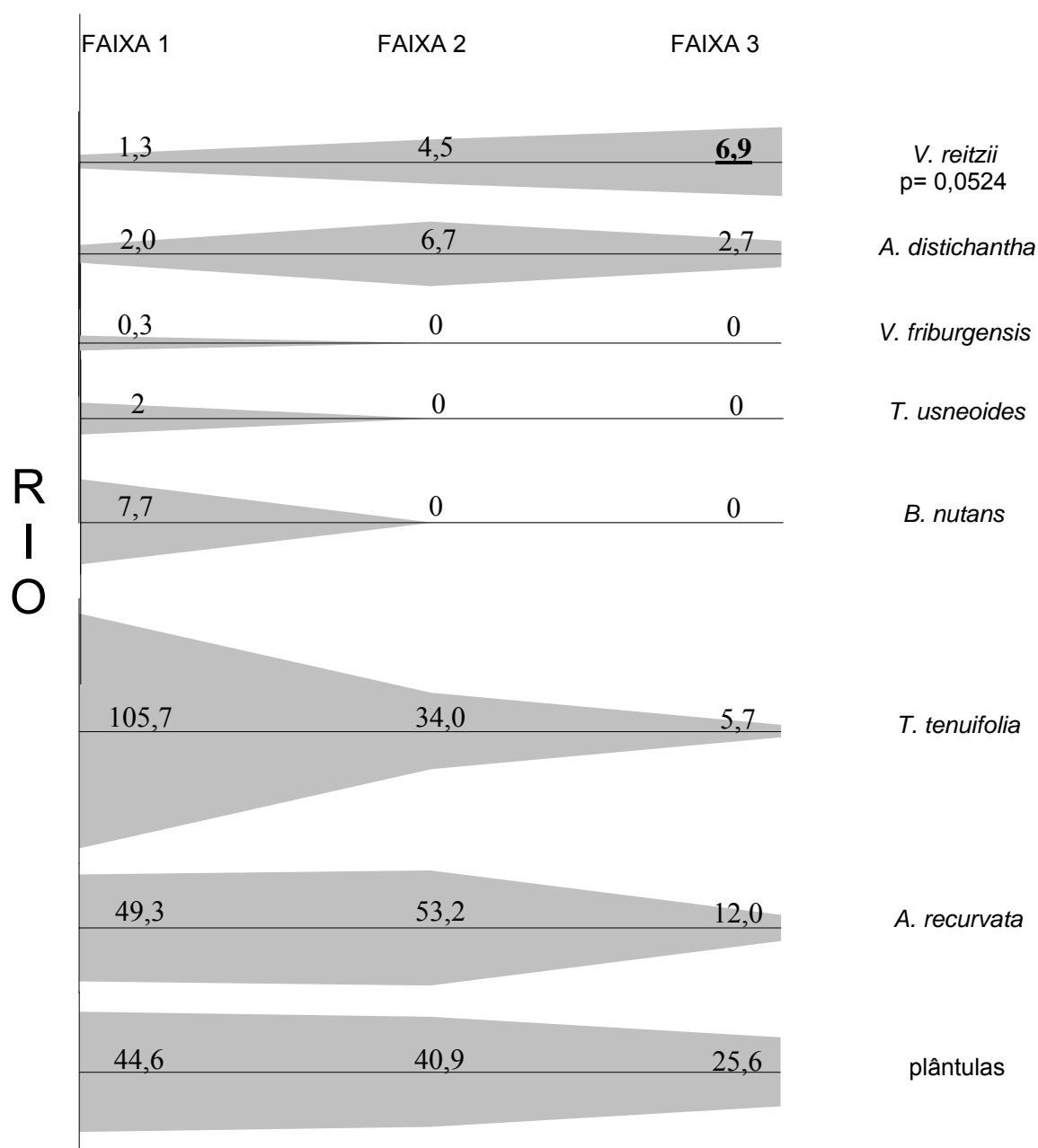
| Espécies | VIE |
|------------------------------|------|
| <i>Aechmea recurvata</i> | 29,4 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 28,5 |
| <i>Vriesea reitzii</i> | 17,5 |
| <i>Billbergia nutans</i> | 10,7 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 8,6 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 2,7 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 2,7 |

Tabela 41 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Palermo.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|------------------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 34,8 | <i>Aechmea recurvata</i> | 33,3 | <i>Aechmea recurvata</i> | 35,0 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 24,7 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 22,9 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 28,3 |
| <i>Vriesea reitzii</i> | 15,1 | <i>Vriesea reitzii</i> | 20,8 | <i>Vriesea reitzii</i> | 20,0 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 10,1 | <i>Billbergia nutans</i> | 12,5 | <i>Aechmea distichantha</i> | 8,3 |
| <i>Billbergia nutans</i> | 5,0 | <i>Aechmea distichantha</i> | 10,4 | <i>Billbergia nutans</i> | 8,3 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 5,0 | | | | |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 5,0 | | | | |

Vriesea reitzii foi a única espécie desta superfície que teve aumento em densidade na faixa mais afastada do rio. Bromélia formadora de tanque, esta espécie ocorreu tanto na forma isolada como em pequenas associações de até três plantas, nas maiores densidades dentre as superfícies estudadas. Descrita por LEME e COSTA (1991) como endêmica da Floresta Ombrófila Mista do Rio Grande do Sul e Santa Catarina entre altitudes de 750 a 1.200 m ou mais, pode ser facilmente confundida com *Vriesea philippocoburgii* que, segundo os autores, não é adaptada às baixas temperaturas e ocorre até 500 m de altitude em Santa Catarina.

Figura 70 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Palermo.



NOTA: cobertura/forófito - *T. usneoides*; indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

0 = faixa significativamente diferente.

A grande densidade de *T. tenuifolia* e plântulas na primeira faixa de parcelas desta superfície (figura 70) está curiosamente relacionada a duas diferentes espécies de mirtáceas escolhidas para quantificação das bromélias: *Eugenia uniflora* e *Eugenia involucrata*. Apesar da baixa estabilidade do substrato disponibilizado

por mirtáceas, *Eugenia uniflora* foi o forófito mais importante desta faixa, indicando que o caráter descamante do ritidoma é variável entre as plantas daquela família botânica. Os dois exemplares foram colonizados apenas a partir do início da copa, sugerindo que as bifurcações possam ser importantes na sustentação das bromélias, além do aumento de substrato disponível.

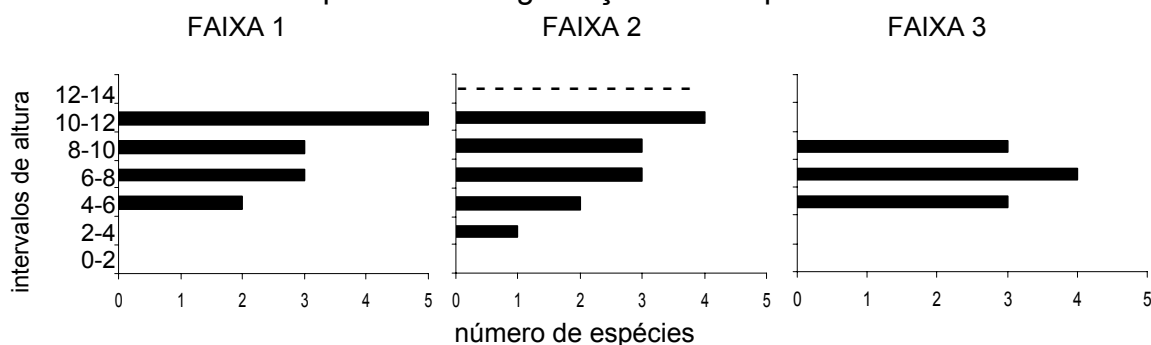
Aechmea distichantha ocorreu nas três faixas de parcelas na forma de associações de até 12 plantas. Grandes associações estão relacionadas a altas densidades, indicando a importância da reprodução vegetativa para esta espécie de bromélia. Apesar de ser uma das espécies mais comuns da planície estudada, sua presença nas três faixas de parcelas ratifica a forte influência da fauna na dispersão das bromélias nesta floresta, considerando que a espécie com maior valor de importância também é zoocórica (*Aechmea recurvata*). *B. nutans*, registrada exatamente no intervalo do início da copa dos forófitos da primeira faixa em uma grande associação de 23 plantas, também apresenta frutos carnosos, reiterando a influência da fauna como dispersora nesta superfície.

- estratificação vertical

A estratificação vertical deu-se, de modo geral, a partir dos 2 m até 12 m de altura dos forófitos, apenas com plântulas sendo registradas na base das árvores (figura 71).

Nas duas faixas mais próximas ao rio, onde as densidades de bromélias foram as mais altas, o intervalo com maior número de espécies foi 10-12 m, enquanto na terceira faixa a concentração foi registrada de 6-8 m. Este padrão é confirmado pela estratificação das espécies (figura 72), e provavelmente está relacionado com as alturas de início das copas.

Figura 71 – Número de espécies de bromélias epifíticas registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Palermo.



NOTA: ----- intervalo não existente.

Em todas as faixas de parcelas observa-se um deslocamento das bromélias para os intervalos mais altos dos forófitos (figura 71), o que ratifica a discussão anterior: florestas mais conservadas, onde existe uma estruturação com várias alturas de arbóreas, as bromélias têm um deslocamento na sua estratificação para os intervalos mais altos das suas árvores suporte. Em alturas maiores, o acesso à luminosidade também é maior, possibilitando que as várias espécies de bromélias sobrevivam em uma floresta onde a base dos forófitos é mais sombreada.

Apesar de nenhuma bromélia ter ocupado o último intervalo de altura (12-14 m), *T. tenuifolia*, *Aechmea recurvata* e plântulas se concentraram acima dos 6 m dos forófitos (figura 72), ou seja, acima do início da copa dos forófitos das três faixas de parcelas. Esta estratificação está de acordo com o aumento de substrato disponível, seja na parte central ou periférica da copa.

Aechmea distichantha e *Vriesea reitzii*, por sua vez, ocorreram predominantemente na porção central da copa dos forófitos, apesar de também terem sido registradas, com menor freqüência, na periferia. Como já discutido anteriormente, estes dados indicam que espécies que acumulam água em seus tanques, desenvolvendo maiores dimensões, ocorrem predominantemente em galhos mais grossos dos forófitos, localizados mais no centro da copa.

As duas espécies citadas apresentaram uma estratificação mais ampla nas faixas mais afastadas do rio, o que está de acordo com a presença das mirtáceas na primeira faixa de parcelas. Ou seja, bromélias de maior tamanho não poderiam ocupar intervalos no fuste de mirtáceas, o que acarretaria na sua queda.

Vriesea reitzii não está caracterizada na literatura quanto suas exigências ecológicas (LEME e COSTA, 1991), mas foi observada frequentemente neste estudo em ambientes mais sombreados, não ocorrendo a pleno sol na planície do rio Iguaçu. Este comportamento é ratificado pela estratificação vertical, onde a espécie foi a única que ocorreu no intervalo 2-4 m. *Aechmea distichantha*, por sua vez, considerada de luz difusa (REITZ, 1983; CERVI e DOMBROWSKI, 1985), provavelmente apresenta grande plasticidade para crescer em diferentes intensidades lumínicas, ocorrendo em vários intervalos de altura.

Figura 72 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Palermo.

| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|---------------------|----------------------|------------|
| 12 m | 13,3 | <u>15,0**</u> | 3,6 |
| 10 m | <u>19,3*</u> | 13,0 | 7,7 |
| 8 m | 11,3 | 9,3 | 11,3 |
| 6 m | <u>0,7</u> | <u>3,3</u> | <u>2,7</u> |
| 4 m | 0 | 0,3 | <u>0</u> |
| 2 m | 0 | 0 | 0,3 |
| 0 m | 0 | 0 | 0,3 |

plântulas
*p=0,0252 **p=0,0008

| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|----------|------------|------------|
| 12 m | 11,3 | 8,0 | 0 |
| 10 m | 29,3 | 27,5 | 7,3 |
| 8 m | 8,7 | 17,0 | 3,0 |
| 6 m | <u>0</u> | <u>0,7</u> | <u>1,7</u> |
| 4 m | 0 | 0 | <u>0</u> |
| 2 m | 0 | 0 | 0 |
| 0 m | 0 | 0 | 0 |

Aechmea recurvata

| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|---------------------|----------------------|----------|
| 12 m | <u>76,7*</u> | <u>25,5**</u> | 0 |
| 10 m | 7,7 | 7,5 | 3,0 |
| 8 m | 20,3 | 1,0 | 2,7 |
| 6 m | <u>1,0</u> | <u>0</u> | 0 |
| 4 m | 0 | 0 | <u>0</u> |
| 2 m | 0 | 0 | 0 |
| 0 m | 0 | 0 | 0 |

Tillandsia tenuifolia
*p= 0,0799 **p=0,0026

| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|----------|----------|------------|
| 12 m | 1,3 | 1,0 | 0 |
| 10 m | 0 | 1,5 | 2,3 |
| 8 m | 0 | 1,0 | 4,3 |
| 6 m | <u>0</u> | <u>0</u> | <u>0,3</u> |
| 4 m | 0 | 1,0 | <u>0</u> |
| 2 m | 0 | 0 | 0 |
| 0 m | 0 | 0 | 0 |

Vriesea reitzii

| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|----------|-------------------|----------|
| 12 m | 2,0 | <u>6,0</u> | 0 |
| 10 m | 0 | 0 | 0 |
| 8 m | 0 | 0 | 0 |
| 6 m | 0 | 0 | 1,7 |
| 4 m | <u>0</u> | <u>0,7</u> | 1,0 |
| 2 m | 0 | 0 | <u>0</u> |
| 0 m | 0 | 0 | 0 |

Aechmea distichantha
p=0,0996

NOTA: indivíduo/intervalo – espécies e plântulas.

0 = PIM, **0** = intervalo significativamente diferente.

4.8 COMPARTIMENTO IRATI

4.8.1 Superfície de Agradação

4.8.1.1 Descrição do ambiente

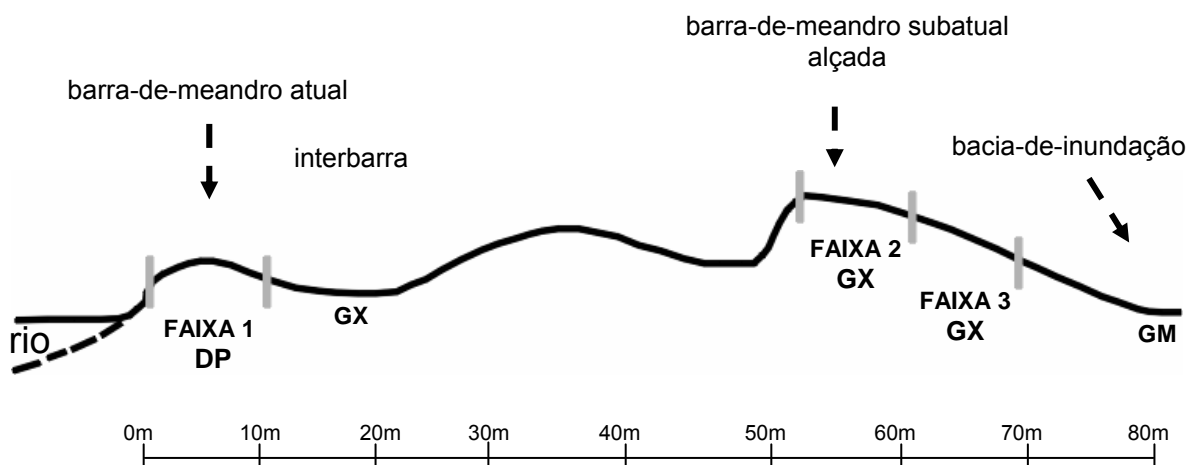
Como no compartimento anterior, o rio apresenta padrão de divagamento livre, em planície com largura variável entre 1.000 a 3.500 m (CURCIO, 2006). O autor registrou, neste compartimento, um novo acréscimo na largura do canal em relação aos compartimentos anteriores, configurando uma média de 60 m.

Esta curva de agradação em relação à do compartimento anterior, apresenta as mesmas feições geomórficas, mas em menor número (figura 73). A barra-de-meandro atual, que se projeta 1,60 a 1,80 m acima do nível fluviométrico, possui forma convexada e é formada por Depósito psamo-pelítico, na classe de drenagem moderadamente drenado (CURCIO, 2006). Nesta barra-de-mandro, onde o autor não identificou evolução pedogenética, foi instalada a primeira faixa de parcelas (figura 73).

Na seqüência forma-se uma interbarra, com 6 a 8 m de largura, com forma concavada e Gleissolos Háplicos mal drenados (CURCIO, 2006). Depois da interbarra ainda pode ser observada mais uma barra e mais uma interbarra antes da barra-de-meandro subatual alçada, onde a vegetação foi amostrada pelas faixas dois e três (figura 73).

A barra-de-meandro subatual, alçada em 3 a 3,5 m, desenvolve-se em ambiente moderadamente drenado (CURCIO, 2006), com um reverso que se estende por até 30 m até alcançar a bacia-de-inundação. Segundo o autor, predominam nesta feição Gleissolos Háplicos, passando para Gleissolos Melânicos na bacia-de-inundação, em ambiente muito mal drenado (figuras 62 e 83).

Figura 73 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Irati, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: DP = Depósito psamo-pelítico, GX = Gleissolo Háplico, GM = Gleissolo Melânico. Baseado em Curcio (2006).

4.8.1.2 Caracterização do componente arbóreo

Como nos compartimentos Rio Bonito e Palermo, esta superfície de agradação pode ser analisada quanto às idades de formação e conseqüente ocupação pela vegetação. A feição de deposição mais recente, barra-de-meandro atual, apresenta apenas uma espécie que foi amostrada pela primeira faixa de parcelas. A vegetação estabelecida sobre a superfície mais antiga, por sua vez, foi levantada pelas faixas dois, instalada na cimeira da barra, e três, instalada no reverso da feição.

Poucos são os exemplares com grandes dimensões registrados dentre um total de 18 espécies que compõem o grupo de árvores nas três faixas de parcelas. *Salix humboldtiana* na faixa mais próxima ao rio, *Erythrina crista-galli*, *Matayba elaeagnoides* e *Vitex megapotamica* nas faixas mais interiorizadas formaram o grupo das grandes árvores, apresentando diâmetros que alcançaram 58 cm de diâmetro e 13 m de altura.

O sub-bosque existente na barra-de-meandro subatual, com influência do pastoreio, apresentou altura aproximada de 2 m, sendo enquadrado como intermediário.

A faixa de parcelas mais próxima ao rio reflete o caráter pioneiro de uma espécie, única na ocupação destes sedimentos recém-depositados na planície do rio Iguaçu (CURCIO, 2006): *S. humboldtiana*, que ocorre em baixa densidade (933,3

ind./ha), mas com diâmetros e número de fustes que resultaram nas maiores médias da planície (tabela 42). Os indivíduos desta espécie apresentaram caracteristicamente o PIM muito próximo ao solo, além de vários fustes que se inclinam sobre os sedimentos e sobre o rio (figura 62), por vezes encostando seus galhos na água. Essa inclinação, segundo CURCIO (2006), promove redução na velocidade do fluxo do rio e conseqüente deposição de sedimentos.

Na faixa de parcelas instalada sobre a cimeira da barra-de-meandro subatual foram amostradas 11 espécies de árvores, em baixa densidade (1.666,7 ind./ha), sendo *S. commersoniana* (28%) a espécie com maior densidade relativa. *Ocotea pulchella* (12%), *M. elaeagnoides* (12%) e *Myrcia palustris* (12%) também se destacaram na comunidade. Apenas um exemplar de *E. crista-galli* ocorreu nesta faixa, sendo ele o suporte do maior número de indivíduos e de espécies de bromélias.

A faixa três apresentou a maior densidade de indivíduos arbóreos (2.533,3 ind./ha) que, no conjunto, pertencem a 12 espécies. Nesta faixa foi registrada a maior dominância da superfície. A espécie com maior densidade relativa foi *M. elaeagnoides* (18,4%), seguida por *S. commersoniana* (10,5%), *V. megapotamica* (10,5%), *Casearia decandra* (10,5%) e *Coussarea contracta* (10,5%). Exemplares pertencentes às espécies *V. megapotamica* e *S. commersoniana* destacaram-se como importantes suportes de bromélias.

Tabela 42 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Irati.

| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 933,3 | 6,9 | 1,4 | 22,0 | 1,9 | 39,7 |
| 2 | 1.666,7 | 6,9 | 2,9 | 14,2 | 1,4 | 43,4 |
| 3 | 2.533,3 | 6,7 | 3,4 | 13,8 | 1,2 | 59,6 |

4.8.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Na barra-de-meandro atual, a diversidade de espécies e a ocorrência de plântulas não demonstrou relação significativa com os parâmetros forofíticos avaliados, o que possivelmente esteja relacionado à baixa abundância de arbóreas (anexo 2).

Na vegetação estabelecida na barra-de-meandro subatual, mais estruturada e mais antiga na planície, foram detectadas relações principalmente com as dimensões dos forófitos. Na faixa dois, árvores mais altas ($p=0,0516$) e com maiores diâmetros ($p<0,0001$) apresentaram maior diversidade de espécies de bromélias. Na faixa três, maior número de espécies de bromélias ocorreu em árvores mais altas ($p=0,0106$), com maior diâmetro ($p<0,0001$), com ponto de inversão morfológico mais alto ($p=0,0957$) e maior número de fustes ($p=0,0444$). Deste modo, pode-se afirmar que forófitos expostos a um maior período de tempo, fato ratificado pelas dimensões dos forófitos, também foram os mais importantes para bromélias nesta superfície.

A despeito da baixa média de fustes por forófito registrada na terceira faixa (tabela 42), sua relação significativa ratifica a afinidade das bromélias com árvores que apresentam maior superfície disponível e/ou condições diversificadas para plantas epífíticas, inferindo-se, por exemplo, um microclima mais adequado.

Plântulas apresentaram maior ocorrência relacionada apenas às árvores com maior altura total ($p=0,0412$) e de inversão morfológica ($p=0,0047$) da faixa três (anexo 2). Considerando que 74% das arbóreas amostradas nesta faixa apresentaram registro de plântulas, o que é justificado pela diversidade (tabela 44) e abundância (figura 75) de bromélias adultas nesta feição geomórfica, pode-se inferir que apenas as menores árvores não apresentaram estas epífitas.

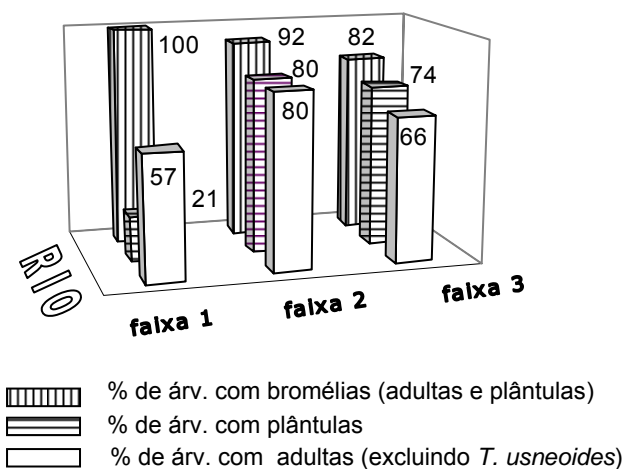
Todos os indivíduos de *S. humboldtiana* da primeira faixa apresentaram bromélias (figura 74), sendo grande parte *Tillandsia usneoides*, o que justifica a diferença entre as taxas de colonização por bromélias de modo geral e por bromélias adultas excetuando aquela espécie.

Plântulas, no entanto, ocorreram em pouquíssimas árvores na primeira faixa de parcelas, indicando a existência de algum fator de restrição ao estabelecimento das sementes ou desenvolvimento dos indivíduos jovens. As baixas densidades de bromélias (excluindo-se *T. usneoides*) (figura 74), associada à baixa densidade de arbóreas (tabela 42) também podem significar que poucas sementes estejam sendo produzidas e estas possuem pouco substrato para se fixar, apesar da média de fustes por árvore ser alta nesta faixa. As sementes anemocóricas formadas na barra-de-meandro subatual, por sua vez, teriam problemas em alcançar esta porção da planície, considerando que aproximadamente 60 m de extensão as separam.

GARCIA-FRANCO e RICO-GRAY (1988), que testaram a dispersão e deposição de sementes de *Tillandsia deppeana* Steudel, obtiveram 35 m como a distância máxima de dispersão, e afirmam que, além das condições atmosféricas, são importantes a disponibilidade de sementes e de microhabitats adequados.

A grande maioria das árvores que crescem na barra-de-meandro subatual apresentou bromélias (figura 74), exatamente como no compartimento anterior. Considerando as densidades de arbóreas (tabela 42), as quantidades de árvores com bromélias são praticamente as mesmas nas duas faixas da barra-de-meandro subatual que, por sua vez, são maiores do que na faixa da barra atual. Reitera-se que o grau de desenvolvimento e exposição dos componentes da floresta, associados à umidade fornecida pelas interbarras e bacia-de-inundação (solos com regime de drenagem mal drenado, figura 83), possibilitaram a colonização e desenvolvimento dessas epífitas em profusão.

Figura 74 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Irati.



4.8.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

A grande maioria das espécies de bromélias foi amostrada com a avaliação de menos da metade dos 77 forófitos (anexo 3). Mesmo com a heterogeneidade de ambientes constatada na superfície, houve o incremento de apenas uma espécie na

floresta da barra-de-meandro subatual (tabela 44), que é a porção da superfície com maior diversidade de espécies.

- distribuição horizontal

A ocorrência de seis espécies de bromélias resultou em um índice de Shannon ($H' = 1,18$) intermediário nesta superfície de agradação. Além das seis espécies registradas sobre os forófitos incluídos nas parcelas, mais duas espécies foram observadas na área: *Tillandsia stricta* e *Billbergia nutans*, mas em baixas ocorrências. A equidade entre as espécies é baixa ($E = 0,66$), indicando fortes relações de dominância na comunidade, o que é ratificado pelos valores de importância calculados para a superfície (tabela 43).

Assim como já foi discutido para as superfícies de agradação dos compartimentos Rio Bonito e Palermo, novamente *T. usneoides* caracteriza-se como a espécie mais importante da superfície, o que está relacionado com a combinação das feições geomórficas, alta hidromorfia dos solos, intensa luminosidade e as preferências ecológicas da espécie.

Na terceira faixa de parcelas, no entanto, onde a diversidade de espécies é maior (tabela 44), *T. tenuifolia* assume o maior valor de importância. Estes dados vêm reforçar a importância destas duas espécies de bromélias nos compartimentos onde as superfícies de agradação apresentam controle escultural e as feições geomórficas possuem pequeno alçamento em relação ao fluviométrico, proporcionando ambientes com alta umidade relativa associada à luminosidade intensa devido à ausência de arbóreas e solos saturados hidricamente. Ou seja, nas superfícies de agradação dos compartimentos Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta e Teresina, *T. usneoides* e *T. tenuifolia* foram as espécies mais frequentes sobre indivíduos e espécies forófitas.

Aechmea recurvata foi registrada nas árvores da barra atual adjacentes ao rio, o que difere dos outros compartimentos onde esta espécie ocorreu apenas nas árvores expostas há um período maior de tempo para colonização. Levando-se em conta sua dispersão zoocórica (tabela 3) e a baixa densidade registrada nesta feição (figura 75), pode-se considerar a ocorrência como um caso isolado, o que ratificaria sua relação com o ambiente mais estruturado da floresta instalada sobre a barra subatual. Em todas as faixas de parcelas, a espécie foi observada

predominantemente na forma associada, assim como já registrado nas outras superfícies.

Quanto à ocorrência de espécies de bromélias, não foram detectadas diferenças entre as faixas de parcelas (anexo 2). Para plântulas, no entanto, a distribuição não foi homogênea ($p=0,0005$), tendo sido registrados indivíduos jovens com menor frequência na faixa mais próxima ao rio ($p=0,0001$) do que nas faixas da barra-de-meandro subatual, dados reiterados pelas suas densidades (figura 75) e discutido anteriormente.

Tabela 43 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Irati.

| Espécies | VIE |
|------------------------------|------|
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 40,1 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 36,6 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 12,4 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 6,2 |
| <i>Vriesea reitzii</i> | 3,1 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 1,5 |

Tabela 44 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Irati.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|------------------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 39,6 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 47,3 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 36,3 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 29,2 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 43,0 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 34,9 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 16,6 | <i>Aechmea distichantha</i> | 6,4 | <i>Aechmea recurvata</i> | 17,3 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 14,6 | <i>Aechmea recurvata</i> | 3,2 | <i>Aechmea distichantha</i> | 5,7 |
| | | | | <i>Vriesea reitzii</i> | 5,7 |

À exceção de *V. friburgensis*, que foi registrada apenas na faixa mais próxima ao rio, todas as outras espécies e plântulas apresentaram um aumento em densidade na floresta mais desenvolvida (figura 75). Para *T. tenuifolia* e plântulas esse aumento significou cerca de 12 vezes o valor registrado na primeira faixa. No entanto, os testes estatísticos não detectaram diferenças significativas nas densidades das espécies nem de plântulas entre as três faixas de parcelas (anexo 2).

Como no compartimento anterior, grandes exemplares arbóreos selecionados para o levantamento quantitativo apresentaram superpopulações de *T. tenuifolia*, alcançando valores de 200 indivíduos sobre um exemplar de *Erythrina crista-galli* instalado na cimeira da barra-de-meandro subatual. Considerando que, em muitos

casos, o caule desta bromélia é bifurcado, podemos inferir que nas maiores árvores a população atinja 100 indivíduos que, na grande maioria das vezes, ocorreram na forma de densas associações.

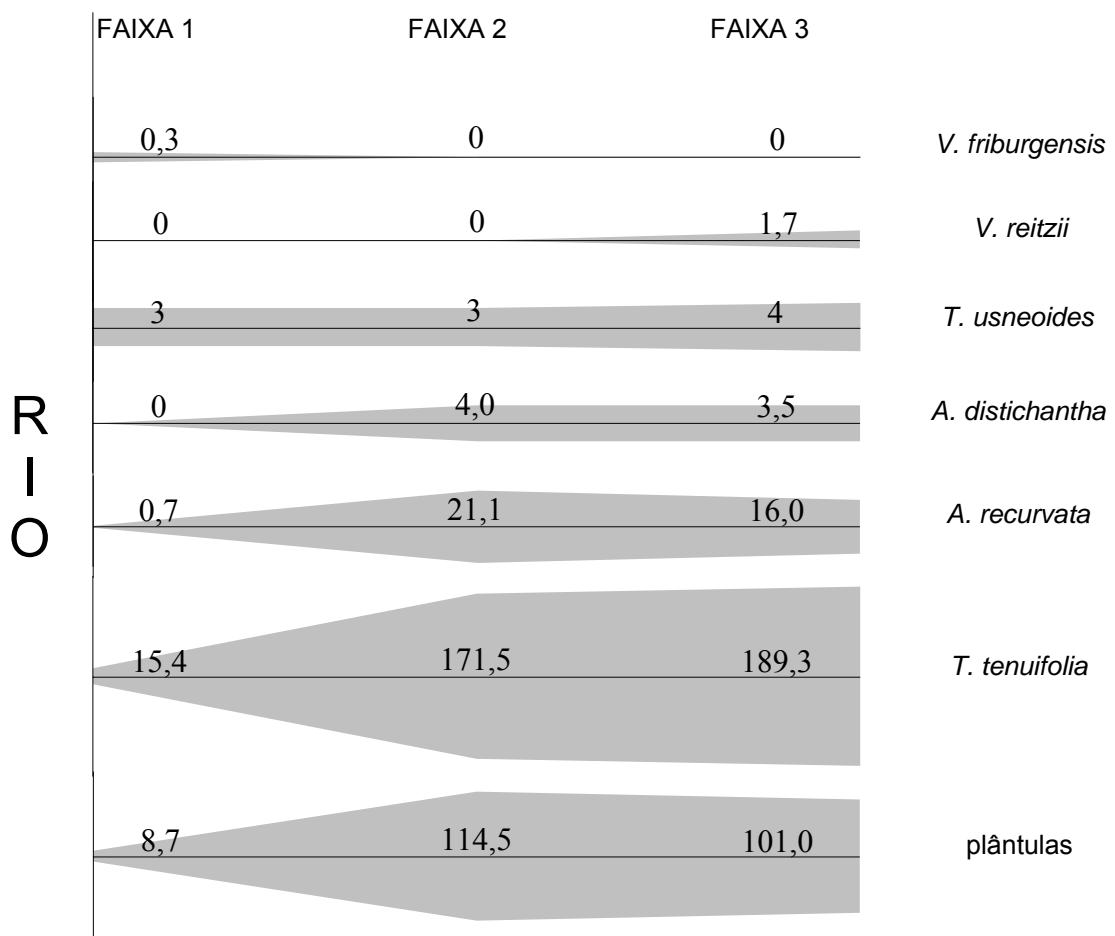
Erythrina crista-galli, assim como na superfície de degradação do compartimento Rio Bonito, apresentou a maioria das espécies de bromélias registradas na superfície, assim como grande parte da abundância destas epífitas. Do mesmo modo, *Vitex megapotamica* destacou-se, representando uma arbórea remanescente da vegetação mais conservada, exposta para colonização por um longo período de tempo. As árvores denominadas como remanescentes foram registradas em várias superfícies, sendo facilmente localizadas devido à suas maiores dimensões nas florestas inseridas na Floresta Ombrófila Mista da planície do rio Iguaçu (figura 83). A grande abundância/diversidade de bromélias registrada nestas árvores remanescentes demonstra sua grande importância como fonte de propágulos, além de recursos alimentares e abrigo, indicando que sua preservação é fundamental para manutenção das próprias bromélias assim como de toda a biota associada. O valor de árvores remanescentes foi abordado por HIETZ-SEIFERT *et al.* (1996), onde afirmam que é importante pensar no número e no tamanho das árvores deixadas como forófitos, pois arbóreas de reflorestamentos não farão o papel das remanescentes, pelo menos por um longo período de tempo.

Em algumas porções interiorizadas desta curva de agradação, após a barra-de-meandro subatual, existem barras e interbarras reafeiçoadas que precedem a bacia-de-inundação. Nestas feições prevalece *S. commersoniana* crescendo isoladamente devido à falta de regeneração, consequência do intensivo pastoreio, em um ambiente com solos saturados hidricamente, onde cresce *V. reitzii* em altas densidades, tanto na forma associada como isolada. Nestas situações, muito comuns nas superfícies estudadas, a bromélia é facilmente encontrada, configurando ambientes sombreados e com muita umidade disponibilizada pelos solos saturados hidricamente que ali predominam.

T. usneoides, apesar da pequena diminuição em importância na terceira faixa de parcelas (tabela 44), apresentou maior grau de cobertura (figura 75) e grande amplitude de colonização vertical (figura 77) nesta porção da planície. Este padrão está de acordo com as preferências ecológicas da espécie, sendo o ambiente caracterizado por alta umidade disponibilizada pelos solos das interbarras e da

bacia-de-inundação. A luminosidade incidente na terceira faixa de parcelas, por sua vez, parece ser adequada tanto para *T. usneoides* como para uma série de outras bromélias, refletindo possivelmente o intenso pastoreio na área e a proximidade da bacia-de-inundação, com conseqüente raleamento da vegetação.

Figura 75 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Irati.



NOTAS: grau de cobertura/forófito - *T. usneoides*; indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

- estratificação vertical

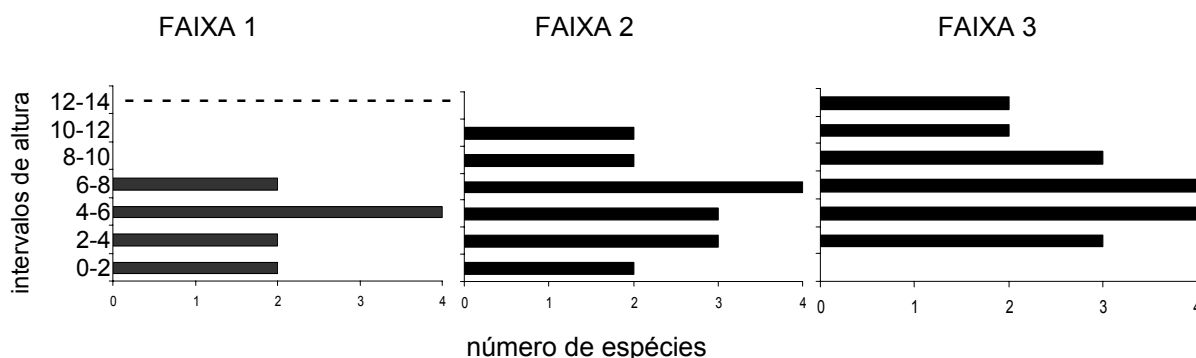
De modo geral, as bromélias colonizaram todos os intervalos de altura desde a base até 14 m de altura dos forófitos (figura 76).

Nas árvores mais próximas ao rio as alturas com ocorrência de bromélias, assim como o intervalo de concentração de espécies, são mais baixas do que na floresta da barra-de-meandro subataual. Nesta feição, sendo a floresta mais antiga e

desenvolvida, a estratificação vertical foi registrada em indivíduos expostos há um período maior de tempo e com grandes dimensões, o que se reflete no maior número de intervalos colonizados e maior número de espécies em cada intervalo de altura.

A ausência de bromélias adultas no intervalo de 0-2 m da terceira faixa de parcelas pode ser relacionada ao ritidoma descamante da base de algumas árvores mais antigas, incluindo-se aí *S. commersoniana*, dificultando o estabelecimento de epífitas.

Figura 76 – Número de espécies de bromélias epifíticas registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Irati.



NOTA: ----- intervalo não existente.

Plântulas, *T. tenuifolia* e *T. usneoides* foram as bromélias com as estratificações verticais mais amplas da superfície (figura 77), refletindo as condições ambientais já discutidas para as três faixas de parcelas. Todas foram observadas ocorrendo no fuste, no centro e na periferia da copa dos forófitos, sem aparente seleção preferencial por alguma posição. Salienta-se que as maiores associações de *T. tenuifolia* (até 13 plantas) foram registradas na porção central da copa, o que ao encontro de que associações que já existem há mais tempo no forófito apresentam tendência de deslocamento para a parte interna dos forófitos (BENZING, 1979).

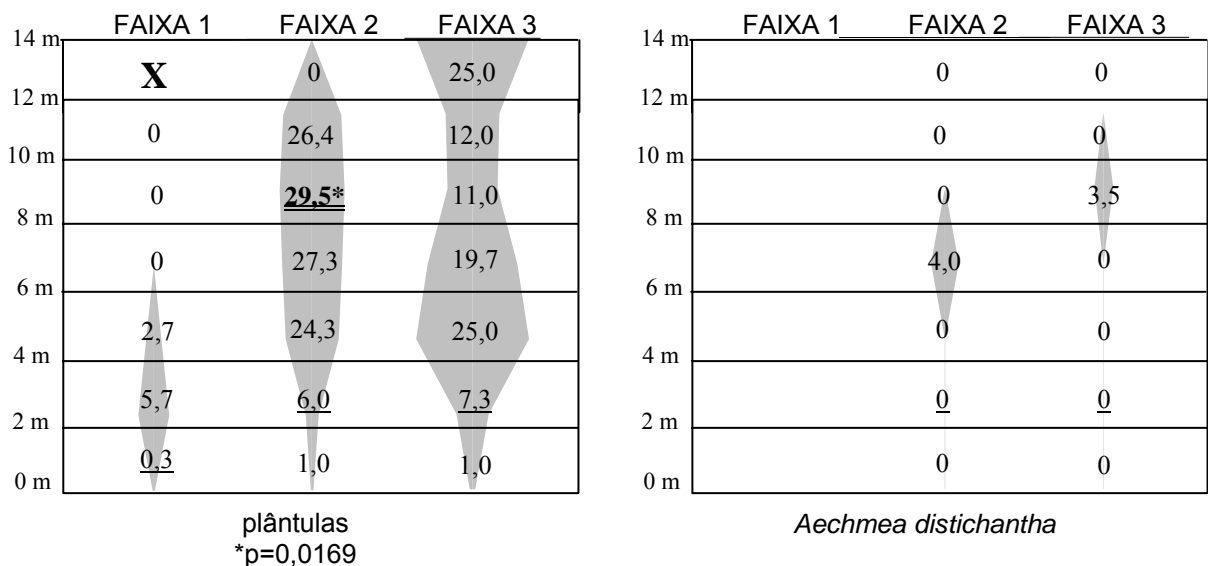
Tanto plântulas quanto *T. tenuifolia* apresentaram preferência por intervalos de altura a partir dos 6 m de altura nas faixas de parcelas instaladas da floresta (figura 77). Esta distribuição preferencial já foi registrada em outros compartimentos e está relacionada com as preferências ecológicas da espécie que explora as posições mais expostas dos forófitos mais altos. Baseando-se na distribuição

horizontal e na estratificação vertical, assim como nas densidades em cada uma, infere-se que a origem das plântulas seja predominantemente de sementes de *T. tenuifolia*.

A. recurvata foi observada com estratificação ampla, ocorrendo desde dois até 12 m de altura nos forófitos da floresta (figura 77), apresentando maiores densidades na altura do início da copa e acima dela, o que propicia um aumento em substrato disponível para colonização por bromélias assim como para pouso de aves que dispersam suas sementes, como já discutido. A estratificação também está de acordo com suas características ecológicas, sendo considerada heliófila ou de luz difusa (REITZ, 1983; CERVI e DOMBROWSKI, 1985), como também já observado em outras superfícies.

A. distichantha, que ocorreu apenas na floresta da barra-de-meandro subatual, foi registrada em associações principalmente no centro da copa e em bifurcações, sempre acima do início da copa. Estes dados estão de acordo com o padrão já discutido para esta espécie, que coloniza ramos mais desenvolvidos e mais próximos ao centro da copa.

Figura 77 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Irati.



| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|----------|---------|---------|
| 14 m | X | 0 | 1 |
| 12 m | 0 | 0 | 2 |
| 10 m | 0 | 1 | 1 |
| 8 m | 1 | 2 | 1 |
| 6 m | 3 | 3 | 1 |
| 4 m | 4 | 1 | 1 |
| 2 m | <u>3</u> | 1 | 0 |
| 0 m | | | |

Tillandsia usneoides

| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|------------|--------------|---------------|
| 14 m | X | 0 | 16,0 |
| 12 m | 0 | 19,2 | 29,0 |
| 10 m | 0 | 48,0 | 57,0** |
| 8 m | 3,7 | 55,7* | 38,7 |
| 6 m | 5,7 | 34,3 | 40,3 |
| 4 m | 2,3 | <u>14,0</u> | <u>8,3</u> |
| 2 m | <u>3,7</u> | 0,3 | 0 |
| 0 m | | | |

Tillandsia tenuifolia

*p=0,0545 **p=0,0400

| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|----------|------------|------------|
| 14 m | X | 0 | 0 |
| 12 m | 0 | 2,4 | 0 |
| 10 m | 0 | 0 | 0 |
| 8 m | 0 | 7,3 | 3,3 |
| 6 m | 0,7 | 2,7 | 3,0 |
| 4 m | 0 | <u>8,7</u> | <u>9,7</u> |
| 2 m | <u>0</u> | 0 | 0 |
| 0 m | | | |

Aechmea recurvata

NOTA: grau de cobertura/intervalo - *T. usneoides*; indivíduo/intervalo – outras espécies e plântulas; 0 = PIM, **0** = intervalo significativamente diferente. X = intervalo não existente.

4.8.2 Superfície de Degradação

4.8.2.1 Descrição do ambiente

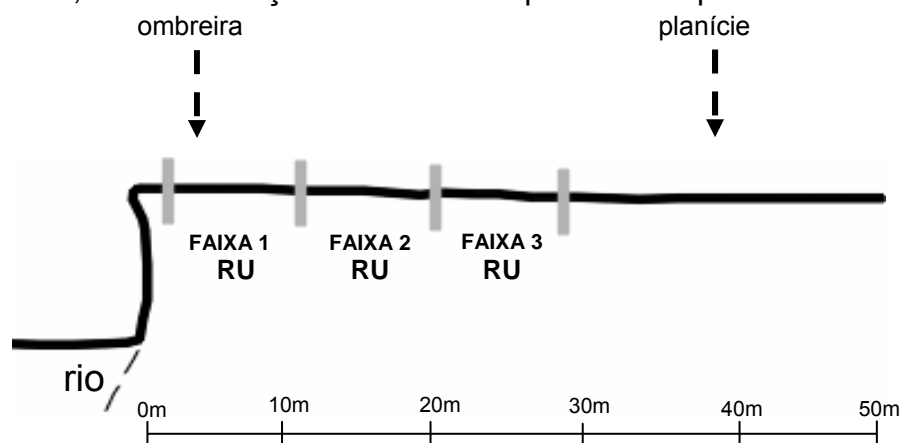
Esta superfície pertence à curva de degradação com característica meandrante livre, sendo geomorfica e pedologicamente muito simples (CURCIO, 2006) (figura 78). Segundo o autor, a ombreira, onde foi iniciada a instalação seqüencial das três faixas de parcelas, é retelinizada e possui alçamento de cerca de 3,5 m em relação ao nível fluviométrico. Em relevo plano, a ombreira se estende em

direção à faixa de planície, sendo formada por Neossolos Flúvicos, desenvolvidos em ambiente moderadamente drenado (CURCIO, 2006).

Pôde-se constatar, ao longo dos trabalhos em campo (período de 2 anos), que a porção mais próxima ao rio desta superfície foi intensamente erodida, com um recuo da margem em torno de 3 m. Deste modo, parte da vegetação arbórea avaliada na primeira fase não foi mais encontrada nas outras etapas de trabalho.

Ao mesmo tempo, verificou-se que a vegetação estabelecida nesta superfície de degradação sofreu intensas e constantes alterações pelo homem. Isso decorre da proximidade da cidade de São Mateus do Sul, onde as áreas ribeirinhas são intensamente utilizadas para lazer pela população, que transita diariamente, principalmente no período mais quente do ano, abrindo clareiras e trilhas em todas as direções no meio da vegetação.

Figura 78 - Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Irati, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: RU = Neossolo Flúvico.
Baseado em Curcio (2006).

4.8.2.2 Caracterização do componente arbóreo

A vegetação desta superfície, como anteriormente comentado, é bastante alterada pelo homem, que impõem sua presença de forma desordenada nas áreas ribeirinhas. Deste modo, seu aspecto é heterogêneo, com pouquíssimos exemplares arbóreos de grandes dimensões dentre as 17 espécies registradas. Estes poucos indivíduos representaram *Matayba elaeagnoides*, *Sebastiania commersoniana* e *Luehea divaricata*, e não ultrapassaram 41 cm de diâmetro e 11 m de altura.

Caracteristicamente, esta formação florestal apresentou grande quantidade de árvores com múltiplos fustes, resultando em médias semelhantes nas três faixas de parcelas (tabela 45). As densidades também se mantiveram relativamente constantes, com um pequeno acréscimo na faixa mais afastada do rio, talvez em decorrência do menor trânsito de pessoas. Do mesmo modo, devido à utilização muito intensa da área para lazer pela comunidade local, apenas na faixa de parcelas mais distante do rio foi identificado um sub-bosque com aproximadamente 2,3 m de altura, enquadrado como intermediário quando comparado às outras áreas.

O período de ocupação da superfície parece ser o mesmo, sem omitir da análise as fortes intervenções do homem durante o período da navegação a vapor, onde estas margens, principalmente tão próximas ao antigo porto da cidade de São Mateus, foram devastadas para obtenção de lenha para as caldeiras.

Na faixa mais próxima ao rio, em menor densidade (1.950,7 ind./ha), apenas oito espécies de árvores compõem o agrupamento. *S. commersoniana* (53,6%) foi a espécie registrada com maior densidade relativa, seguida por *Schinus terebinthifolius* (14,3%) e *Ilex brevicuspis* (10,7%). *M. elaeagnoides*, apesar de ocorrer apenas uma vez, foi suporte de significativa diversidade de bromélias, como também *S. commersoniana*, onde foi registrada destacada diversidade e abundância.

A vegetação da segunda faixa de parcelas, também composta por oito espécies, apresentou maior número de indivíduos (2.200,00 ind./ha) e maior dominância do que a primeira faixa. As espécies com maior densidade foram: *S. commersoniana* (55,6%), *Allophylus edulis* (11,1%), *Casearia decandra* (7,4%) e árvores mortas (7,4%). *S. commersoniana* destacou-se pela diversidade e abundância de bromélias sobre ela registradas.

A faixa de parcelas mais afastada do rio apresentou maior diversidade de arbóreas, 12 espécies, e maior densidade (2.350,0 ind./ha) dentre as três faixas de parcelas. No entanto, *S. commersoniana* (41,2%) foi ainda a espécie com destaque, além de *Eugenia burkartiana* (8,8%) e árvores mortas (8,8%). O forófito mais importante pertencia à *S. commersoniana*.

Tabela 45 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na

altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Irati.

| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 1.950,7 | 6,3 | 4,0 | 12,4 | 1,7 | 36,9 |
| 2 | 2.200,0 | 7,3 | 3,3 | 14,3 | 1,8 | 43,1 |
| 3 | 2.350,0 | 7,5 | 3,9 | 13,4 | 1,7 | 37,1 |

4.8.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Nesta superfície, várias foram as relações detectadas entre as características forofíticas e a diversidade de bromélias (anexo 2). Na primeira faixa de parcelas, as árvores mais altas ($p=0,0006$) apresentaram o maior número de espécies de bromélias. As plântulas, que ocorreram em número baixíssimo, foram registradas predominantemente em árvores com maior diâmetro ($p=0,0897$). Na segunda faixa de parcelas foi detectada relação positiva da altura das árvores com a diversidade de bromélias ($p<0,0001$) e com a ocorrência de plântulas ($p=0,0023$); diâmetro com a diversidade ($p=0,0444$) e com plântulas ($p=0,0450$); número de fustes com a diversidade ($p=0,0067$) e com plântulas ($p=0,0091$). Na faixa mais afastada do rio, apenas árvores com maior diâmetro apresentaram maior diversidade de bromélias ($p<0,0001$) e ocorrência de plântulas ($p=0,0735$).

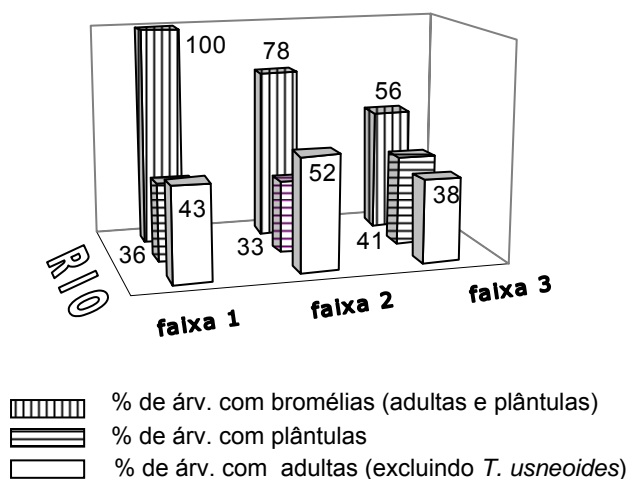
Pode-se afirmar, deste modo, que as dimensões dos forófitos foram os fatores preponderantes para a diversidade de espécies e ocorrência de plântulas. O maior número de fustes, importante na segunda faixa, pode estar indicando dois aspectos já discutidos: múltiplos fustes são muito comuns e por isso apresentam maior diversidade de bromélias e/ou árvores com múltiplos fustes oferecem mais substrato e/ou oferecem microambientes diversificados para as bromélias.

A porcentagem de árvores colonizadas pelas bromélias diminuiu com o aumento da distância do rio (figura 79), padrão não ratificado pelas diversidades (tabela 47) e densidades (figura 80) em cada faixa de parcelas. Na primeira faixa, todas as árvores apresentaram registro de bromélias, sendo a grande maioria *T. usneoides*. Esta espécie também é importante nas outras faixas, como mostra a diferença entre as colunas de árvores com bromélias em geral e com adultas, excluindo-se *T. usneoides* (figura 79).

Destaca-se a baixa colonização das arbóreas por plântulas em toda a superfície, principalmente nas faixas mais próximas ao rio (figura 79). Este fato pode estar relacionado tanto à pequena quantidade de adultos produzindo sementes,

como à baixa densidade de arbóreas – pouco substrato para colonização, além da interferência antrópica, considerando a sensibilidade destes indivíduos jovens a qualquer tipo de ação mecânica.

Figura 79 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Irati.



4.8.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

As espécies de bromélias foram amostradas em sua totalidade antes de ser alcançada metade do número total de 89 indivíduos arbóreos avaliados, como mostra a curva espécies-área que estabiliza na sua parte final (anexo 3).

- distribuição horizontal

Foram poucas as espécies registradas nesta superfície (tabela 46), assim como também não se destacaram suas ocorrências sobre os indivíduos forofíticos. Deste modo, o índice de Shannon ($H' = 1,15$) apresentou um valor considerado intermediário quando comparado com as outras áreas da planície (tabela 2). A equidade entre as espécies é alta ($E = 0,71$), a despeito de alguma dominância na comunidade por *T. usneoides*, que se destacou das demais (tabela 46).

Através da análise estatística, foi detectada diferença na ocorrência de espécies ($p=0,0085$) entre as faixas de parcelas estudadas (anexo 2). A faixa um diferiu ($p=0,0405$) das faixas dois e três, sendo estas também diferentes entre si

($p=0,0198$). Ou seja, as espécies ocorreram diferentemente entre as três faixas estudadas, o que também é ratificado pela distribuição das espécies (figura 79 e tabela 47) e pelas densidades (figura 80). Este resultado, no entanto, não seria esperado para uma superfície de degradação, onde as feições geomórficas, tipos de solos e idade de ocupação proporcionam condições homogêneas para bromélias. A influência antrópica certamente age como um fator de distúrbio muito forte nesta área, alterando diretamente a comunidade de bromélias, assim como seus suportes.

Plântulas não apresentaram diferenças quanto às ocorrências, sendo pouco frequentes sobre todas as árvores amostradas, como já abordado anteriormente.

Nas três faixas de parcelas, que diferiram quanto à ocorrência de espécies, diversidade e densidade, *Tillandsia usneoides* e *Tillandsia tenuifolia* foram as espécies mais importantes (tabela 47), o que ratifica o valor destas espécies na planície do rio Iguaçu, mesmo em áreas com maior alteração antrópica.

Para *Tillandsia usneoides*, que colonizou o maior número de indivíduos e espécies forofíticas da superfície (tabela 46), como também apresentou alto grau de cobertura nas três faixas de parcelas (figura 80), existem indícios de que as condições abióticas eram adequadas ao seu desenvolvimento. Considerando a forte intervenção antrópica e a baixa densidade de indivíduos arbóreos, infere-se que a luminosidade incidente nos forófitos, mesmo nas faixas mais interiorizadas, era significativa. Do mesmo modo, a proximidade do rio poderia ser considerada responsável pela umidade disponibilizada à vegetação epifítica nesta superfície, pois, ao finalizar a curva, o rio corre por trás da vegetação estudada em distância não superior a 50 m da área estudada.

T. tenuifolia, assim como todas as outras bromélias, ocorreu em densidades muito menores do que na superfície de degradação anterior. Sua forma de crescimento foi predominantemente em associações, apesar de um registro maior, comparando-se dados de outras superfícies, de indivíduos isolados. Em reforço aos dados analisados na superfície de degradação do compartimento Mafra/Rio do Sul, infere-se que poucas sementes desta espécie estão sendo formadas e por isso a maior presença de indivíduos isolados. Em caso contrário, quando muitas sementes são produzidas, estas se fixam ao substrato como agrupamentos e criam as associações de plantas adultas de *T. tenuifolia*, tão comuns na planície do rio Iguaçu.

Tabela 46 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Irati.

| Espécies | VIE |
|------------------------------|------|
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 47,0 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 28,8 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 13,6 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 8,3 |
| <i>Billbergia nutans</i> | 2,2 |

Tabela 47 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Irati.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|------------------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 55,5 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 37,7 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 48,1 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 24,5 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 31,1 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 40,6 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 12,4 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 19,2 | <i>Aechmea recurvata</i> | 11,2 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 7,5 | <i>Aechmea recurvata</i> | 7,3 | | |
| | | <i>Billbergia nutans</i> | 4,6 | | |

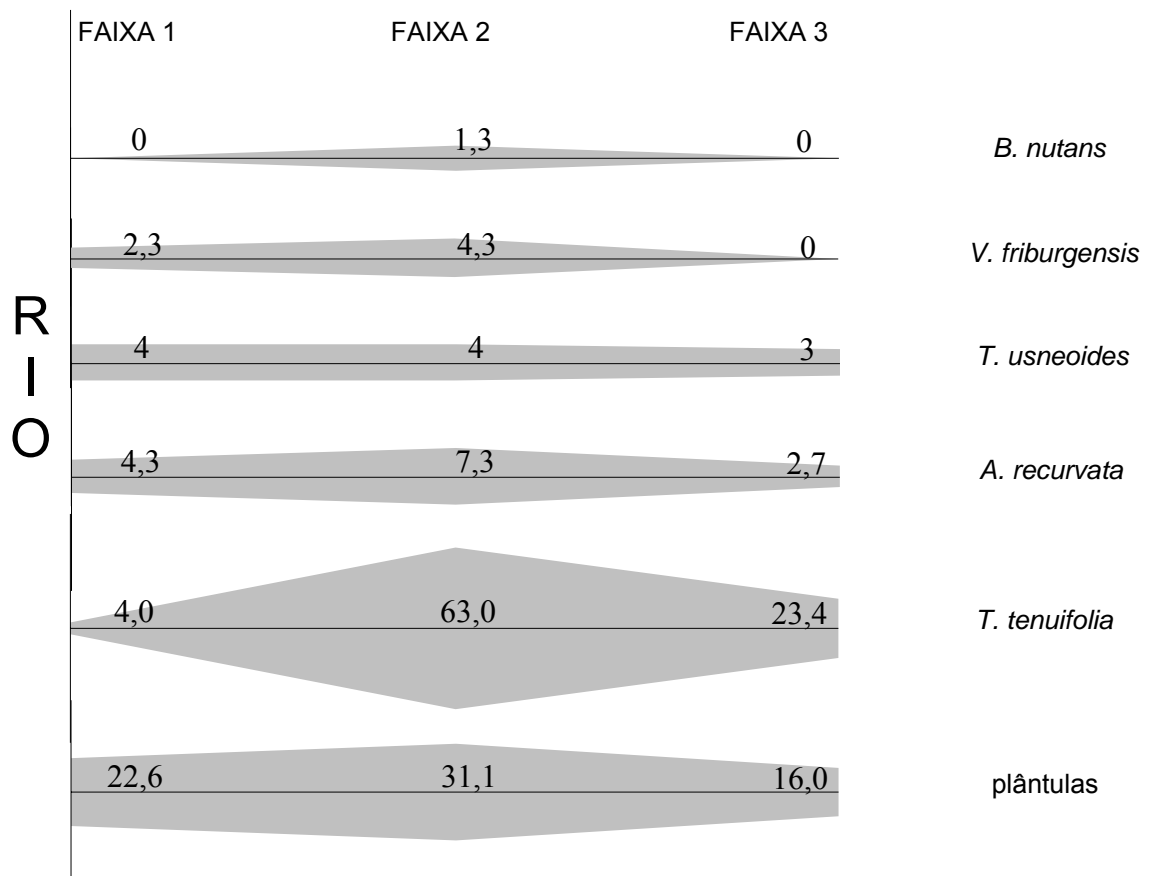
A maior diversidade de espécies (tabela 47) e as maiores densidades de espécies e de plântulas (figura 80) na segunda faixa de parcelas pode estar relacionado à grande quantidade de fustes dos forófitos escolhidos para o levantamento quantitativo, assim como seus maiores diâmetros, o que resulta em grande superfície disponível para colonização das bromélias. No entanto, não foram detectadas diferenças significativas entre as densidades registradas nas faixas de parcelas estudadas.

Tanto *A. recurvata* quanto *B. nutans* ocorreram na forma associada, ratificando a grande importância da reprodução vegetativa para as duas espécies de bromélias.

Considerando que a grande maioria dos forófitos selecionados para o levantamento quantitativo nesta superfície foram exemplares de *S. commersoniana*, o que era esperado já que esta espécie apresenta as maiores densidades em todas as faixas de parcelas, pode-se afirmar que as características do ritidoma das árvores suporte são as mesmas. Mesmo com substrato igualmente rugoso e persistente disponível para colonização, houve diferenças na diversidade e na densidade das bromélias registradas sobre as *S. commersoniana* das três faixas de parcelas. Esta discussão está inserida no contexto amplamente abordado na literatura (HIETZ, 1997; STEEGE e CORNELISSEN, 1989; BENZING, 1990; KERNAN e FOWLER, 1995; DEJEAN e OLMSTED, 1997), onde as características do ritidoma são por

vezes consideradas como principais na colonização dos forófitos por plantas epifíticas. No entanto, tem-se a indicação de que nos ambientes onde *S. commersoniana* ocorre em grande densidade na planície fluvial do rio Iguaçu as características do ritidoma não são os fatores primordiais na definição da densidade e diversidade da Família Bromeliaceae, o que está de acordo com os dados apresentados na por alguns autores (YEATON e GLADSTONE, 1982; BONNET, 2001). Exceção seja feita às mirtáceas, que apresentam ritidoma liso e descamante, dificultando, de modo geral, a sobrevivência de bromélias, como discutido no compartimento CGM Costeiro, superfície de degradação.

Figura 80 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Irati.



NOTAS: agrupamento/forófito - *T. mallemonitii*; grau de cobertura/forófito - *T. usneoides*; indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

A especificidade forófito-epífita, que poderia ser uma consequência da influência do ritidoma na distribuição das bromélias, também não foi comprovada nesta superfície e nem nas outras estudadas. Este assunto é bastante controverso,

mas pouco testado experimentalmente. Todas as bromélias registradas mais de uma vez neste estudo foram observadas sobre mais de uma espécie de forófito, assim como as arbóreas mais freqüentes nas superfícies também foram colonizadas por mais de uma espécie de bromélia, o que está de acordo com os resultados obtidos por outros estudos (KLEIN, 1967; ZIMMERMAN e OLMSTED, 1992; MIGENIS e ACKERMAN, 1993; HIETZ e HIETZ-SEIFERT, 1995a; BENZING, 1995; WAECHTER, 1998; BONNET, 2001; ROGALSKI, 2002; HOELTGEBAUM, 2003). No entanto, algumas espécies de árvores se destacaram como importantes forófitos para bromélias na planície do rio Iguaçu, ressaltando-se por suas grandes dimensões e arquitetura característica *Matayba elaeagnoides*, *Luehea divaricata*, *Vitex megapotamica* e *Erythrina crista-galli*.

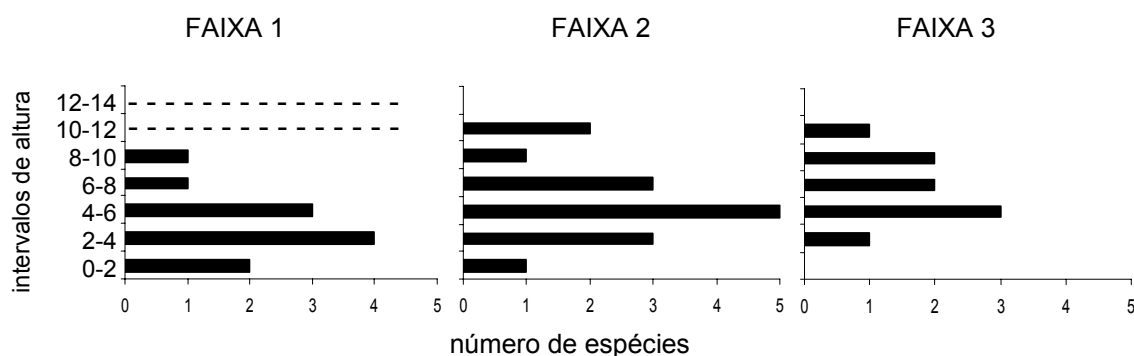
- estratificação vertical

De modo geral, as bromélias nesta superfície de degradação colonizaram os forófitos da base até 12 m de altura (figura 81). A ausência de bromélias no último intervalo disponível das faixas dois e três já foi discutida e deve estar principalmente relacionada ao pouco tempo de existência das extremidades dos galhos.

Na faixa um os intervalos de colonização são mais baixos do que nas faixas mais interiorizadas (figura 81), onde as bromélias alcançam alturas maiores. Este resultado está relacionado à altura média dos forófitos, que na faixa mais próxima ao rio é menor, como também à disponibilidade constante de luminosidade desde a base das árvores nesta porção da superfície. A colonização do intervalo basal das arbóreas da segunda faixa deve-se certamente à luminosidade incidente proporcionada pelas trilhas que existem na floresta.

Nesta superfície *T. usneoides* apresentou a estratificação vertical mais ampla entre as bromélias registradas, estando ausente apenas no intervalo mais basal das árvores da faixa três. No entanto, há um aumento nos graus de cobertura em direção às árvores mais próximas ao rio, indicando condições mais favoráveis para o crescimento da espécie. Nas faixas um e dois, *T. usneoides* apresenta um aumento na região mediana dos forófitos, o que pode estar relacionado ao início da copa.

Figura 81 – Número de espécies de bromélias epifíticas registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Irati.



NOTA: ----- intervalo não existente.

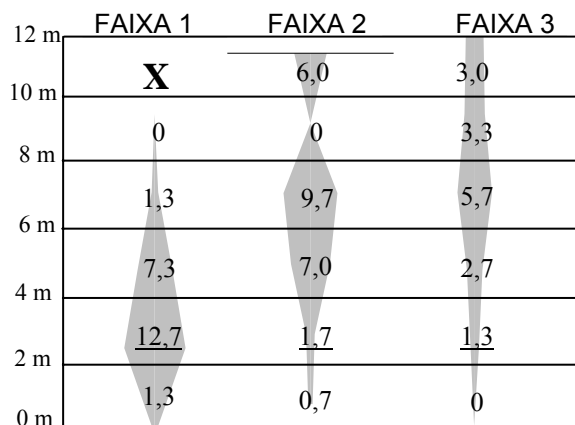
Fato semelhante ao ocorrido na superfície de agradação do compartimento anterior, plântulas e indivíduos de *T. tenuifolia* apresentaram densidades semelhantes nos diversos intervalos de altura dos forófitos, ocorrendo no fuste e nas porções centrais e periféricas da copa. Isso indica, em uma primeira análise, que estas plântulas são principalmente indivíduos jovens de *T. tenuifolia*.

Ratificando a plasticidade de *A. recurvata* quanto à luminosidade, ao contrário da superfície anterior, onde foi observada com estratificação ampla, nesta degradação a espécie não ultrapassou 6 m de altura (figura 82), sempre na porção central da copa. Essa restrita estratificação deve estar relacionada com a baixa densidade de bromélias desta espécie que ocorreu na região do início da copa, região que representa maior superfície para colonização como também poleiros de aves que provavelmente dispersam as sementes desta espécie, como já foi discutido.

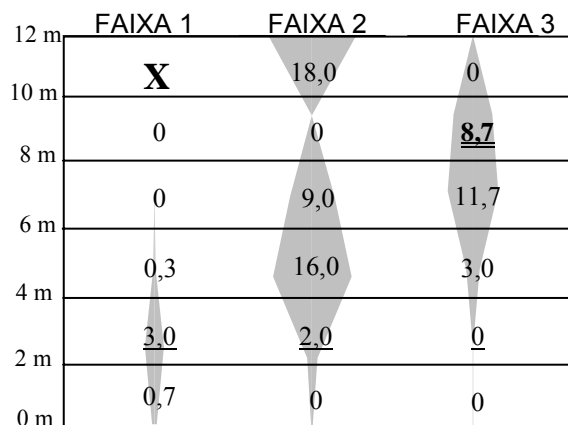
B. nutans ocorreu em intervalo imediatamente acima do início da copa dos forófitos da faixa dois, o que ratifica a relação de seus dispersores com o aumento em superfície das árvores.

V. friburgensis, por outro lado, além de ocorrer predominantemente na periferia da copa dos forófitos, não foi registrada na faixa mais afastada do rio (figura 82) e apresentou uma ascensão nos intervalos de altura na segunda faixa de parcelas, o que está de acordo com as observações deste trabalho, que detectou preferência desta espécie por luz direta na sua ocorrência em campo.

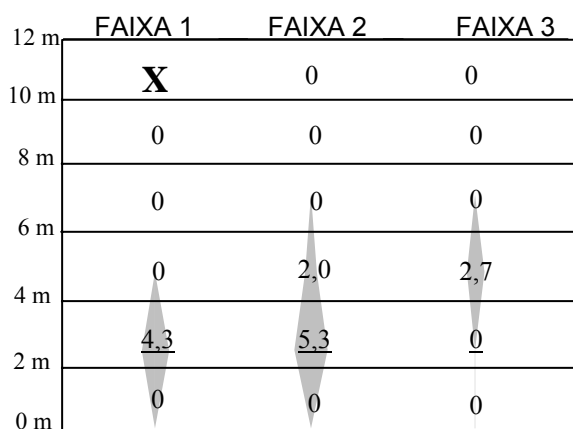
Figura 82 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Irati.



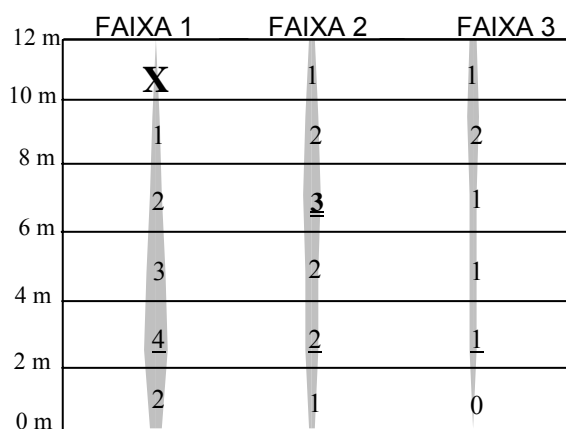
plântulas



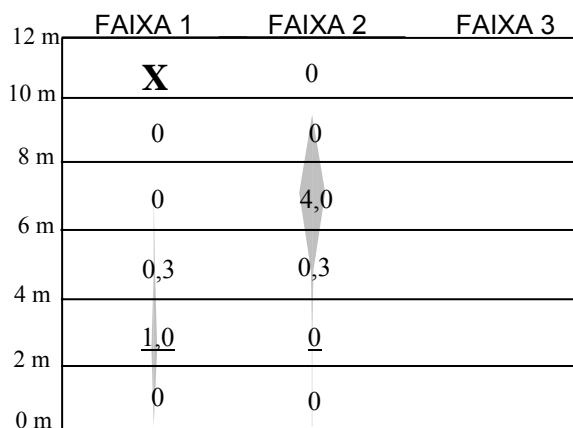
Tillandsia tenuifolia
p=0,0895



Aechmea recurvata



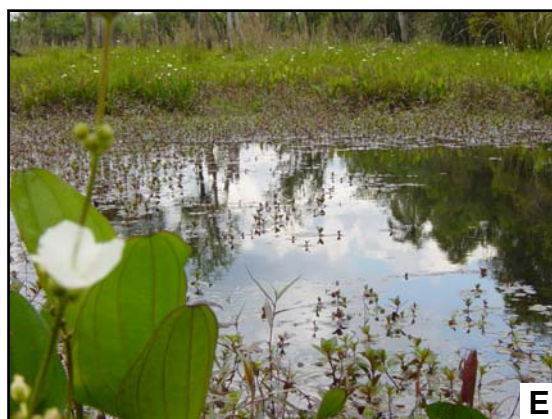
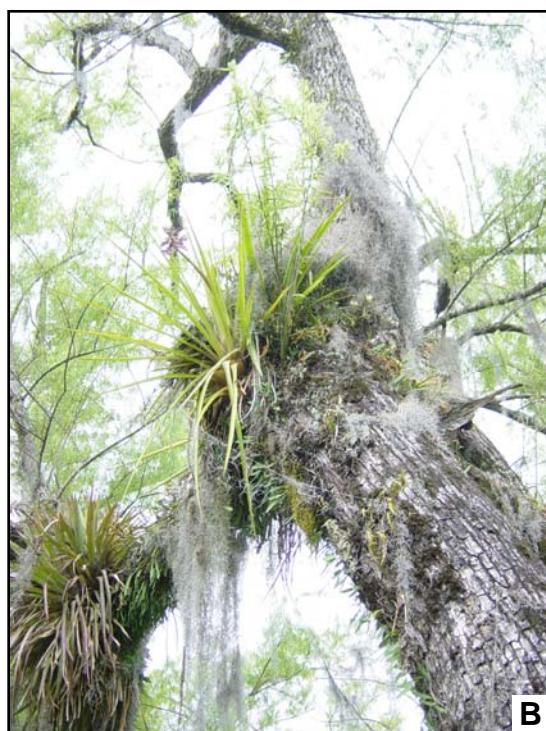
Tillandsia usneoides
p=0,0710



Vriesea friburgensis

NOTA: grau de cobertura/intervalo - *T. usneoides*; indivíduo/intervalo – outras espécies e plântulas; 0 = PIM, 0 = intervalo significativamente diferente. X = intervalo não existente.

Figura 83 - Grandes árvores e acúmulo de água nas superfícies da planície do rio Iguaçu. A e B – grandes exemplares arbóreos com bromélias epifíticas; C – nevoeiro; D – alagamento; E – água acumulada na interbarra.



4.9 COMPARTIMENTO SERRA ALTA

4.9.1 Superfície de Agradação

4.9.1.1 Descrição do ambiente

Este compartimento também apresenta, assim como o compartimento anterior, predomínio do padrão meandrante livre do rio que, por vezes, encontra paredões rochosos da Formação Serra Alta, alterando o padrão de leito para controlado e assumindo formas retilíneas (CURCIO, 2006). Segundo o autor, as larguras da planície variam entre 1.250 a 5.125 m, e as larguras do canal estão entre 50 e 100 m.

As características da superfície de agradação serão descritas a seguir baseadas em CURCIO (2006).

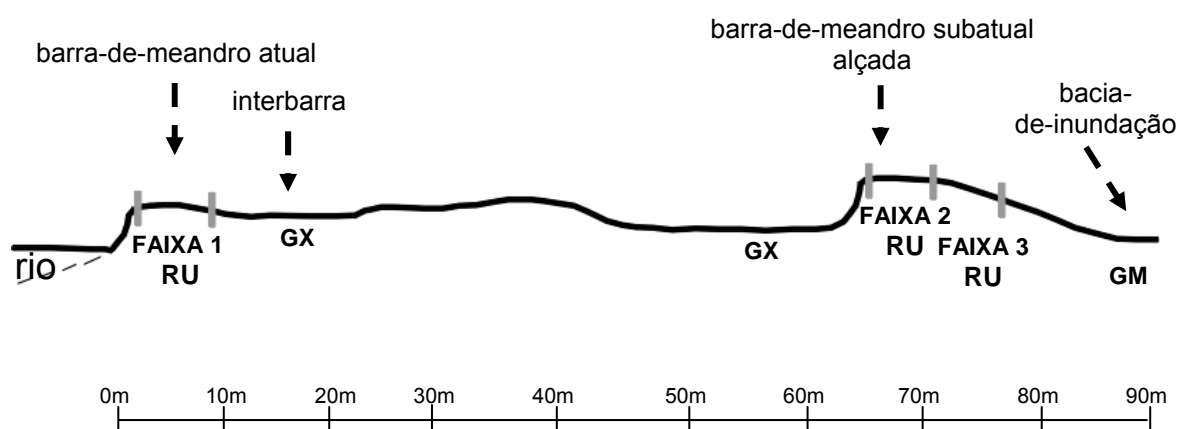
A respectiva curva da superfície de agradação apresenta um padrão esculturalizado no seu início e controle estrutural em seu final. Apesar desta estruturalização, são encontradas feições geomórficas típicas de agradação livre (figura 84), como as barras-de-meandro formadas em diferentes períodos e separadas por interbarras.

A barra-de-meandro atual, onde foi instalada a primeira faixa de parcelas para estudo da vegetação, está alçada em 1,6 m em relação ao nível fluviométrico, formada por Neossolo Flúvico em ambiente moderadamente drenado. Depois do seu reverso, existe uma interbarra com cerca de 10 m de largura, com Gleissolo Háplico desenvolvido em regime mal drenado.

Na seqüência, foram identificadas uma barra-de-meandro subatual imperfeitamente drenada e uma interbarra muito mal drenada que antecede uma barra-de-meandro subatual alçada (figura 84), a exemplo do que foi registrado nos compartimentos anteriores.

Nesta barra-de-meandro alçada foram instaladas, em seqüência, as duas outras faixas de parcelas. Seu alçamento está entre 2 e 2,20 m e largura aproximada de 25 m, terminando em uma bacia-de-inundação. É formada também por Neossolo Flúvico em regime bem drenado.

Figura 84 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Serra Alta, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: RU = Neossolo Flúvico, GX = Gleissolo Háplico, GM = Gleissolo Melânico. Baseado em Curcio (2006).

4.9.1.2 Caracterização do componente arbóreo

A superfície de agradação deste compartimento possui, assim como nos compartimentos anteriores, feições geomórficas com idades e características diferenciadas. Portanto, a vegetação também se diferencia quanto à composição, densidade (tabela 48) e dimensões.

A feição de deposição mais recente, barra-de-meandro atual, apresenta apenas duas espécies arbóreas amostradas pela primeira faixa de parcelas. De formação mais antiga, a barra-de-meandro subatual alçada possui floresta desenvolvida e estruturada, amostradas pelas faixas dois e três.

Atualmente a vegetação existente nesta superfície, composta por 18 espécies de árvores, encontra-se protegida do gado e de intervenção humana, mas infelizmente não apresenta exemplares arbóreos de grande porte devido às explorações antigas. Os maiores diâmetros, em torno de 51 cm, pertencem a *Salix humboldtiana*, localizados na barra-de-meandro atual, não ultrapassando 9 m de altura. Na floresta mais desenvolvida, *Myrcia guianensis* apresenta o maior diâmetro (28 cm) e *Araucaria angustifolia* a maior altura (10 m), possuindo a grande maioria, menores dimensões. Como é uma floresta protegida do pastoreio, foi registrado um sub-bosque de 1,5 de altura, enquadrado como denso quando comparado com outras florestas estudadas na planície do rio Iguaçu.

As arbóreas da faixa de parcelas mais próxima ao rio ocorreram em baixa densidade (1.333,3 ind./ha), alto DAP médio e alta dominância, com apenas duas espécies: *Salix humboldtiana* (40%) e *Sebastiania commersoniana* (60%). Os indivíduos de *S. humboldtiana* apresentaram as maiores alturas e diâmetros, além de grande inclinação sobre o rio. Sobre esta espécie foram registradas a maior diversidade e abundância de bromélias.

Na faixa de parcelas instalada sobre a cimeira da barra-de-meandro alçada as arbóreas ocorreram com as maiores densidades da superfície (3.400,0 ind./ha), mas com o menor diâmetro médio e menor dominância (tabela 48). Foram registradas 15 espécies de árvores, sendo *S. commersoniana* (16,3%) a com maior densidade relativa, seguida por *M. guianensis* (14,3%), *Matayba elaeagnoides* (12,2%) e *Casearia sylvestris* (10,2%). *S. commersoniana* foi o suporte mais importante para a diversidade e abundância de bromélias.

Na faixa três, as árvores, pertencentes a 10 espécies, ocorreram em densidade pouco menor (2.333,0 ind./ha) que a faixa de cimeira de barra, mas com a mais alta média de fustes por árvore (tabela 48). Para *Vitex megapotamica* (15,2%) e *S. commersoniana* (15,2%) foram calculadas as maiores densidades, como para *M. guianensis* (12,1%), *Ilex theezans* (12,1%) e *Casearia decandra* (12,1%) que também se destacaram. *Vitex megapotamica* apresentou maior diversidade, enquanto *Matayba elaeagnoides* foi suporte da maior abundância de bromélias.

Tabela 48 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Serra Alta.

| Faixas | DA (ind./ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|--------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 1.333,3 | 5,2 | 1,4 | 20,2 | 1,2 | 93,6 |
| 2 | 3.400,0 | 7,2 | 3,4 | 11,8 | 1,1 | 47,7 |
| 3 | 2.333,0 | 6,6 | 3,0 | 12,7 | 1,3 | 36,2 |

4.9.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Na faixa de parcelas mais próxima ao rio, os indivíduos de *S. humboldtiana* com maiores alturas ($p < 0,0001$) e inclinações ($p < 0,0001$) apresentaram maior diversidade de bromélias (anexo 2).

Na segunda faixa de parcelas, em posição de cimeira de barra alçada, árvores com maiores diâmetros apresentaram maior diversidade de bromélias ($p=0,0032$) e maior ocorrência de plântulas ($p=0,0716$). Os poucos indivíduos com vários fustes ($p=0,0168$), pertencentes a *S. commersoniana*, também apresentaram maior número de espécies de bromélias. A ocorrência de plântulas nas árvores desta faixa ainda se mostrou relacionada com a maior inclinação ($p=0,0767$) e maiores alturas ($p=0,0513$) dos indivíduos.

Ratificando os resultados obtidos nas superfícies anteriores, árvores que estão expostas no ambiente por períodos mais longos, apresentando deste modo maiores dimensões, além de maior superfície disponível, apresentaram maior diversidade de bromélias e maior ocorrência de plântulas. Ao mesmo tempo, os suportes inclinados sobre o rio possuem superfícies menos inclinadas para fixação, além de exporem as bromélias diretamente à umidade proveniente do rio.

Na terceira faixa de parcelas, as espécies de bromélias e as plântulas não mostraram relação com nenhum dos parâmetros forofíticos analisados (anexo 2), o que é intrigante considerando as altas porcentagens de colonização (figura 85) e as densidades (figura 86).

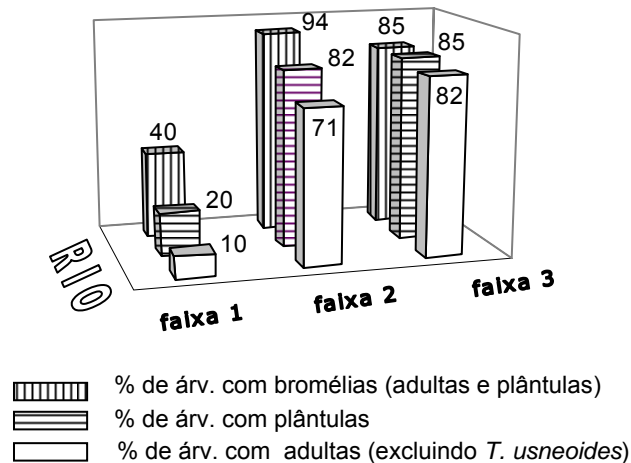
Altas porcentagens de árvores estabelecidas na barra-de-meandro alçada apresentaram bromélias (figura 85), enquanto as arbóreas estabelecidas na planície a um período menor de tempo, como aquelas da barra-de-meandro atual, se mostraram pobres quanto à colonização por essas epífitas. Estas porcentagens reiteram o tempo de exposição associado às dimensões dos suportes como importantes no estabelecimento de bromélias.

Considerando-se as densidades de arbóreas (tabela 48) em conjunto com as porcentagens de colonização (figura 85), confirma-se maior quantidade de árvores com bromélias na segunda faixa de parcelas. Estes forófitos fazem parte da floresta mais desenvolvida, como também têm acesso à luminosidade, pois estão na cimeira de uma feição alçada em relação às demais, e acesso à umidade. Sendo esta feição alçada antecedida pela grande interbarra formada por Gleissolo Háplico em regime muito mal drenado (figura 84), é disponibilizada umidade para as bromélias.

Uma dinâmica de formação de plântulas pode ser constatada pelas maiores porcentagens de árvores com indivíduos jovens (figura 85), dinâmica muito mais

intensa onde a quantidade de bromélias adultas também é maior (barra alçada), indicando maior produção de sementes.

Figura 85 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Serra Alta.



4.9.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

Todas as espécies de bromélias desta superfície foram amostradas no início do levantamento (anexo 3) onde foram avaliados 102 indivíduos arbóreos, com conseqüente estabilização da curva.

- distribuição horizontal

Apenas quatro espécies de bromélias foram registradas nesta superfície de agradação, em quantidades que resultaram em um índice de Shannon ($H' = 0,86$) baixo. Do mesmo modo, a equidade entre as espécies demonstrou forte relação de dominância na comunidade de bromélias, representado por um índice de Pielou baixo ($E = 0,62$) e reiterado pelos valores de importância que constam na tabela 49.

Além das quatro espécies registradas sobre os forófitos incluídos no levantamento, foram observadas mais duas espécies na área: *Vriesea reitzii* e *Billbergia nutans*, mas em baixa frequência. Considerando a umidade disponibilizada nesta superfície onde a alçamento das barras-de-meandro mais próximas ao rio é pequeno e os solos apresentam baixa drenagem, esperava-se maior diversidade de

bromélias. Os resultados encontrados podem ser justificados pela exploração pretérita da floresta.

A despeito do número de espécies ser constante na superfície, a composição e a frequência com que essas espécies colonizaram os forófitos são diferentes (anexo 2). Essa afirmação é reiterada pela diferença estatística detectada no registro de espécies ($p=0,0004$) e de plântulas ($p<0,0001$) entre as faixas. Segundo os dados, a ocorrência de espécies ($p=0,0002$) e de plântulas ($p<0,0001$) nas árvores mais novas da superfície é significativamente menor do que suas ocorrências nas árvores mais antigas, das faixas dois e três.

Os valores de importância demonstraram que *T. tenuifolia* e *T. usneoides* (tabela 49), assim como nos compartimentos anteriores, ocorreram sobre mais indivíduos e espécies forofíticas. Nas poucas árvores que apresentaram bromélias na faixa mais próxima ao rio (figura 85), *T. usneoides* foi a espécie mais importante. Nas faixas instaladas na floresta, onde a grande maioria das arbóreas foi suporte de bromélias, *T. tenuifolia* ocorreu em altas frequências (tabela 50) e densidades (figura 86).

T. tenuifolia ocorreu predominantemente na forma de associações, como já registrado nas outras superfícies. Essa ocorrência em associações de plantas, no caso de *T. tenuifolia*, parece ser originada por plântulas que crescem muito adensadas, formando grandes conjuntos de bromélias, o que pode ser inferido nesta superfície considerando o alto número de bromélias adultas.

Aechmea recurvata, por sua vez, também ocorreu em associações, mas originadas por reprodução vegetativa, conforme observações em campo. Deste modo, foram registradas mais comumente suas pequenas associações sobre forófitos expostos há mais tempo no ambiente para colonização, nas faixas dois e três, correspondentes à floresta mais estruturada.

Como na superfície anterior, *V. friburgensis* ocorreu exclusivamente nas árvores mais próximas ao rio (figura 86), de forma associada, em um comportamento de pioneirismo entre as espécies de bromélias na planície fluvial. Espécies pioneiras, no caso, estariam colonizando forófitos expostos a um período mais curto de tempo, em ambientes com altas intensidades lumínicas e onde não são observados acúmulos de matéria orgânica, briófitas ou líquens sobre os suportes. Além desta espécie, pode-se citar *T. tenuifolia* e *T. usneoides* como bromélias com

ocorrência freqüente nas árvores mais recentes da superfície. *T. stricta*, *T. recurvata* e *T. mallemonitii* fazem parte do grupo de pioneiras, mas com distribuição geográfica mais restrita. Da subfamília Bromelioideae, *Aechmea distichantha* foi a única espécie registrada com alguma freqüência nas árvores das feições mais recentes.

Entre as citadas pioneiras, *V. friburgensis* e *Aechmea distichantha* são bromélias formadoras de tanque (tabela 3), que possuem um papel especial nos ambientes onde ocorrem. Devido ao formato das rosetas e ao acúmulo de água e matéria orgânica, os tanques representam local de captação e germinação de várias sementes (REITZ, 1983; BENZING, 1980), inclusive de *Araucaria angustifolia*, com observado na planície do rio Iguaçu. Bromélias desenvolvem-se lado a lado como orquídeas e aráceas, que introduzem suas raízes ou crescem nos tanques formados pelas folhas (REITZ, 1983; ROCHA *et al.*, 1997, 2004). As rosetas também servem como refúgio, moradia, nidificação e forrageamento para a fauna, sendo definidas como espécies bromelícolas quando não são dependentes da planta para completar seu ciclo reprodutivo, e bromelígenas quando dependem (ROCHA *et al.*, 2004).

Tabela 49 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Serra Alta.

| Espécies | VIE |
|------------------------------|------|
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 57,7 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 30,1 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 9,9 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 2,2 |

Tabela 50 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Serra Alta.

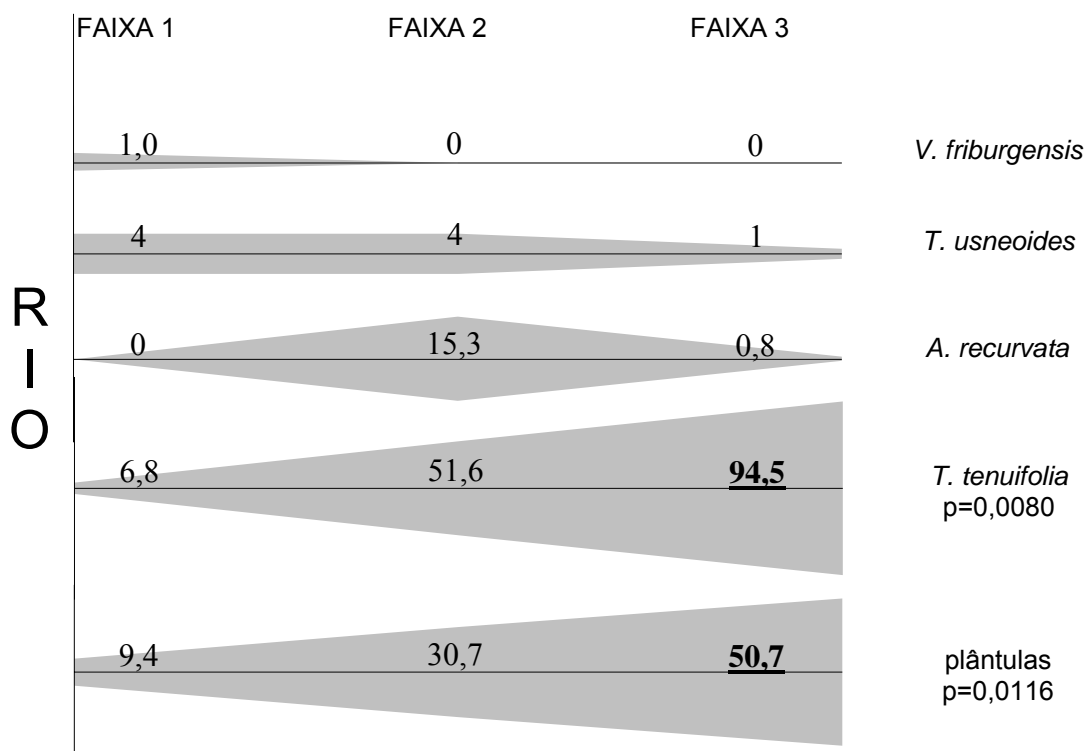
| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|------------------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 63,8 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 58,9 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 73,0 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 18,1 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 33,2 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 16,8 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 18,1 | <i>Aechmea recurvata</i> | 7,8 | <i>Aechmea recurvata</i> | 10,2 |

T. tenuifolia e plântulas apresentaram aumento expressivo em densidade na floresta mais desenvolvida (figura 86), inclusive com ocorrências estatisticamente significativas na faixa de parcelas mais afastada do rio. Estes dados estão de acordo com seu registro como planta de luz difusa ou heliófila (REITZ, 1983) e possuidora de metabolismo CAM (MARTIN, 1994). Segundo a literatura (ADAMS III, 1988; MARTIN *et al.*, 1999), bromélias CAM epifíticas se adaptam tanto à intensidade

lumínicas altas quanto baixas, sendo mais eficientes na utilização de baixas luminosidades. Essa flexibilidade em se adaptar a diferentes intensidades lumínicas permite uma eficiência máxima na utilização da luminosidade em microambientes sombreados e proteção dos possíveis efeitos danosos com o excesso de irradiação em locais expostos da copa (MARTIN *et al.*, 1999).

T. usneoides, que também possui metabolismo CAM (MARTIN, 1994), apresenta altas densidades em ambientes com maiores intensidades lumínicas e uma diminuição drástica nos graus de cobertura na faixa mais distante do rio (figura 86). Na primeira faixa, a exposição à luminosidade é a maior, considerando a baixa densidade de arbóreas e a permeabilidade das copas de *S. humboldtiana*. Na segunda faixa, localizada na cimeira da barra alçada, a alta luminosidade incide lateralmente, pois não existe floresta na porção mais rebaixada da superfície. Seu vigoroso crescimento em locais mais expostos, o que também pode ser visto pela ampla estratificação vertical (figura 88), está relacionado ao nível de atividade CAM, pois segundo ADAMS III (1988), plantas com altos níveis de atividade CAM são perfeitamente capazes de se aclimatizar em maiores intensidades lumínicas. Sendo assim, o metabolismo CAM, além de proporcionar economia de água e proteção contra danos causados por luminosidade excessiva, representa uma adaptação para os ambientes instáveis e mutantes das copas das árvores.

Figura 86 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Serra Alta.



NOTA: cobertura/forófito - *T. usneoides*; indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

0 = faixa significativamente diferente.

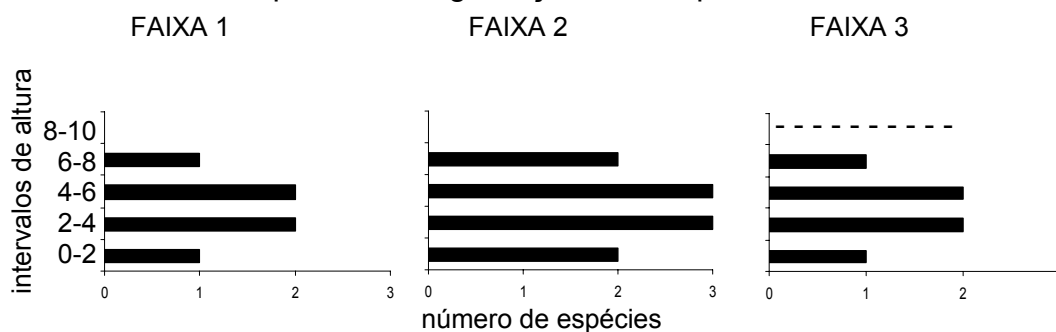
A diminuição em cobertura de *T. usneoides* na faixa mais afastada do rio (figura 86) é uma resposta ao sombreamento provocado pelas arbóreas e a presença de um sub-bosque denso. Ou seja, apesar da possibilidade dada pelo metabolismo CAM de colonizar ambientes com diferentes intensidades lumínicas, a espécie se restringe às porções mais iluminadas da planície, porque nestas áreas o deslocamento do ar é mais intenso e a evaporação é maior, o que possibilita a remoção constante da umidade. A redução no crescimento em ambientes sombreados, por sua vez, seria justificada pelo acúmulo de umidade e conseqüente inibição na captação de CO₂ (BENZING e RENFROW, 1971; MARTIN, 1994), como já discutido no compartimento Furnas, superfície de agradação.

- estratificação vertical

Na estratificação vertical, de modo geral, as bromélias colonizaram todos os intervalos entre a base e 8 m de altura dos forófitos, não ocorrendo apenas nas extremidades dos forófitos das faixas um e dois (figura 87).

O maior número de espécies foi registrado exatamente nos mesmos intervalos (2-4 e 4-6 m), a despeito das diferentes localizações, condições ambientais relacionadas e altura dos forófitos das três faixas de parcelas.

Figura 87 – Número de espécies de bromélias epifíticas registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Serra Alta.

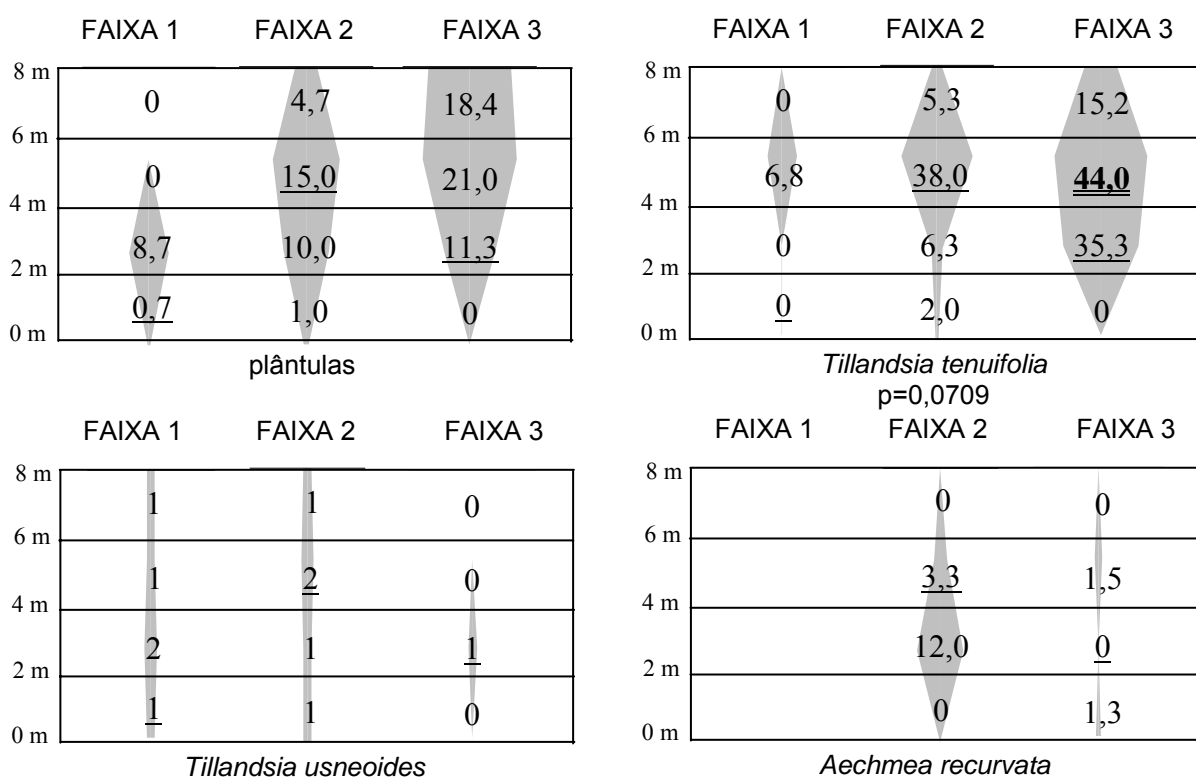


NOTA: ----- intervalo não existente.

A. recurvata, que ocorreu tanto no fuste como na porção central e periférica da copa, apresentou forte diminuição em densidade (figura 88) nas árvores que crescem em posição mais distante do rio na barra subatual alçada. E como estes poucos indivíduos da terceira faixa foram registrados na porção mais basal dos forófitos (0-2 m de altura) (figura 88), ratifica-se a tolerância da espécie as menores intensidades lumínicas.

T. tenuifolia e plântulas também foram registradas em todas as posições dos forófitos, com densidades muito semelhantes nos vários intervalos de altura (figura 88). Baseando-se nestes dados, infere-se que as plântulas sejam originadas principalmente desta espécie. Estes dados estão de acordo com aqueles encontrados por VANDUNNÉ (2002), que também observou plântulas originadas por sementes próximo às bromélias adultas e afirma que sementes dispersas pelo vento tendem a ficar perto da planta mãe.

Figura 88 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Serra Alta.



NOTA: grau de cobertura/intervalo - *T. usneoides*; indivíduo/intervalo – outras espécies e plântulas.

0 = PIM, 0 = intervalo significativamente diferente.

4.9.2 Superfície de Degradação

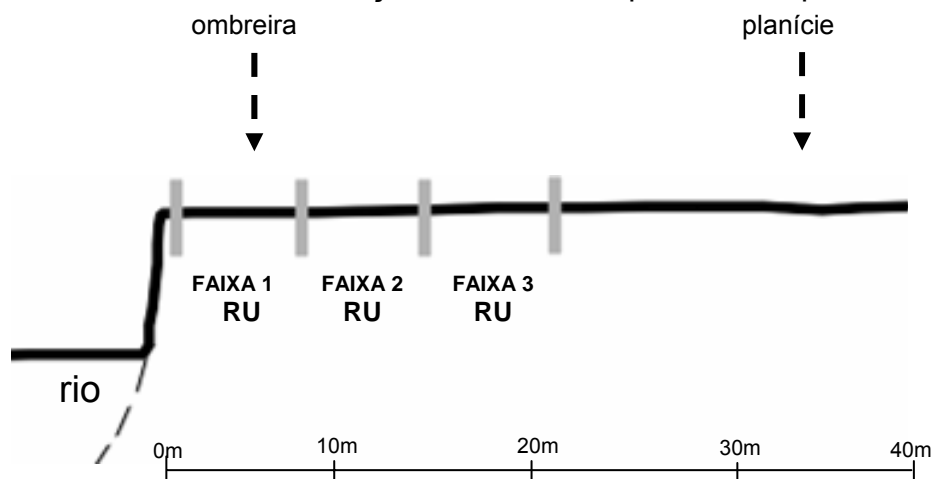
4.9.2.1 Descrição do ambiente

A superfície de degradação, assim como de agradação deste compartimento, pertence a uma curva meândrica livre com pequena influência de controle estrutural (CURCIO, 2006).

As feições geomórficas e as características pedológicas da superfície são muito simples (figura 89), onde existe uma ombreira retilinizada com alçamento em torno de 3 m, que se estende em direção à faixa de planície, em relevo plano, formada por Neossolo Flúvico desenvolvido em ambiente imperfeitamente drenado (CURCIO, 2006).

Cerca de aproximadamente 30 m após as faixas de parcelas configura-se, nesta superfície, uma bacia-de-inundação.

Figura 89 - Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Serra Alta, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: RU = Neossolo Flúvico.
Baseado em Curcio (2006).

4.9.2.2 Caracterização do componente arbóreo

A floresta estabelecida nesta superfície de degradação apresenta-se atualmente protegida, em franca regeneração, apesar de algumas trilhas de pescadores que foram observadas. No entanto, esta floresta foi certamente explorada no passado, com extração de grande parte das principais árvores existentes.

De modo geral, seu aspecto é heterogêneo devido à presença de grandes exemplares arbóreos que se destacam em uma matriz de indivíduos com dimensões bem menores, formando um sub-bosque denso com cerca de 3 m de altura. Em decorrência dessa falta de estratificação da floresta, são muito comuns áreas vazias entre as árvores maiores.

Neste contexto, 15 espécies de árvores formaram uma floresta onde os grandes exemplares arbóreos apresentaram alturas próximas a 15 m e diâmetros que alcançaram 70 cm. Representaram as espécies *Luehea divaricata* e *Vitex megapotamica*.

Na faixa de parcelas mais próxima ao rio foram registradas nove espécies, com a maior densidade de indivíduos da superfície (2.066,7 ind./ha) e a maior dominância. *Sebastiania commersoniana* (38,7%) apresentou a maior densidade relativa, seguida por *Daphnopsis racemosa* (19,4%) e *Calliandra brevipes* (9,7%). A espécie mais freqüente também foi o suporte mais importante para as bromélias.

Na segunda faixa de parcelas, instalada logo após a primeira, também foram registradas nove espécies de árvores sendo, no entanto, a densidade pouco menor (1.200,0 ind./ha) do que na faixa anterior. *S. commersoniana* (33,3%) destacou-se das demais arbóreas, além das árvores mortas (16,7%) e de *Casearia decandra* (11,1%). O diâmetro médio, nesta faixa de parcelas, foi superior aos demais, apesar da dominância ser a menor (tabela 51). Três espécies de árvores podem ser citadas como suportes de grande diversidade de bromélias: *S. commersoniana*, *Matayba elaeagnoides* e *Luehea divaricata*, apresentando as duas últimas também maiores abundâncias.

Na faixa de parcelas mais afastada do rio, diminuiu ainda mais a densidade de árvores (1.133,3 ind./ha), mas aumentou a média de fustes por indivíduo arbóreo (tabela 51) e a dominância, com amostragem de apenas sete espécies. Dentre elas, *S. commersoniana* (23,5%) e *M. elaeagnoides* (23,5%) apresentam as maiores densidades, seguidas por *C. decandra* (11,8%), *Eugenia burkartiana* (11,8%) e *V.*

megapotamica (11,8%). Maior diversidade de bromélias foi registrada sobre *S. commersoniana* e *V. megapotamica*, enquanto maior abundância ocorreu em *Ocotea pulchella*.

Tabela 51 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Alta.

| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 2.066,7 | 5,4 | 2,6 | 14,4 | 1,2 | 60,4 |
| 2 | 1.200,0 | 7,7 | 3,4 | 22,0 | 1,1 | 47,7 |
| 3 | 1.133,3 | 8,5 | 4,3 | 18,1 | 1,7 | 60,7 |

4.9.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Na faixa de parcelas mais próxima ao rio, as ocorrências de espécies de bromélias e de plântulas aparentemente foram aleatórias, pelo menos no que se refere aos parâmetros forofíticos avaliados (anexo 2). Nas faixas mais interiorizadas, ao contrário, as bromélias responderam às dimensões dos forófitos, o que ratifica a importância do tempo de exposição do substrato para colonização, e à sua inclinação, que resulta em superfícies menos inclinadas e, provavelmente, mais estáveis, principalmente para indivíduos jovens.

Árvores com maiores alturas totais ($p=0,0012$) e maiores alturas de inversão morfológica ($p=0,0004$) da faixa dois apresentaram mais espécies de bromélias. Do mesmo modo, plântulas apresentaram ocorrência relacionada às árvores mais altas ($p=0,0917$), com maior ponto de inversão morfológica ($p=0,0391$) e mais inclinadas ($p=0,0779$).

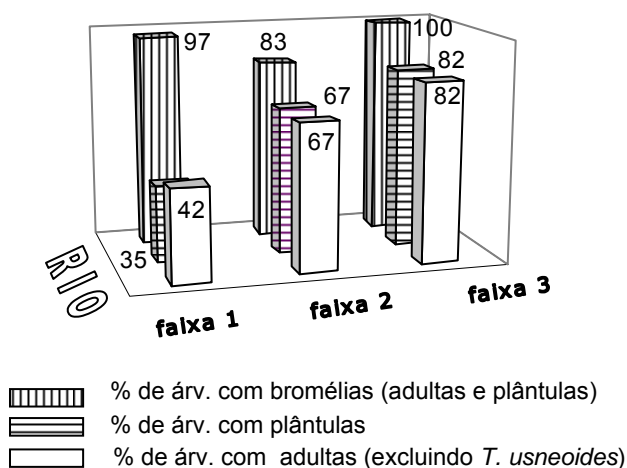
Na faixa três, plântulas também apresentaram ocorrência relacionada a árvores mais inclinadas ($p=0,0843$). Espécies de bromélias ocorreram mais naqueles indivíduos arbóreos com maiores dimensões – maiores alturas ($p=0,0276$) e diâmetros ($p=0,0054$).

Dentre as árvores amostradas próximas ao rio, grande parte apresentou *T. usneoides*, mas uma pequena porcentagem foi suporte de bromélias adultas e de plântulas (figura 90). Nas faixas mais interiorizadas as taxas de colonização por adultas e por plântulas sobem gradualmente, com concomitante diminuição das densidades de árvores (tabela 51). Ou seja, a quantidade de árvores com registro de

bromélias (excluindo-se *T. usneoides*) é muito semelhante entre as três faixas de parcelas instaladas nesta superfície.

De modo geral, plântulas colonizaram árvores em proporções muito semelhantes às espécies adultas (figura 90), o que indica a existência de algum fator restritor ao estabelecimento de indivíduos jovens nesta superfície, como baixa produção de sementes ou pouco substrato para fixação.

Figura 90 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Alta.



4.9.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

A curva espécies-área indica que todas as espécies de bromélias foram amostradas no terço inicial do levantamento dos 66 forófitos avaliados (anexo 3), com conseqüente estabilização da curva.

- distribuição horizontal

Assim como na superfície de degradação, apenas quatro espécies de bromélias foram registradas nesta área. Suas ocorrências, no entanto, resultaram em um índice de Shannon ($H' = 1,21$) superior à superfície de degradação. Do mesmo modo, a equidade entre as espécies foi maior ($E = 0,87$), indicando que as proporções em que as espécies ocorreram são mais equilibradas, dados confirmados pelos valores de importância (tabela 52). Apesar do número de espécies ser baixo,

estes resultados podem ser relacionados com a maior homogeneidade da superfície de degradação, como também com as dimensões dos forófitos expostos por períodos de tempo mais longos para colonização.

Além das quatro espécies registradas sobre os forófitos incluídos no levantamento desta superfície, foram observadas *Vriesea reitzii* e *Billbergia nutans* na área estudada. Na superfície de degradação estas duas espécies também não foram amostradas pelas parcelas, apenas observadas na área e em baixa frequência, o que, associando registros dos outros compartimentos, sugere que *Vriesea reitzii* e *Billbergia nutans* são espécies com ocorrência esporádica.

Assim como registrado em outras superfícies, *Tillandsia usneoides* e *Tillandsia tenuifolia* foram as espécies mais importantes na área (tabela 52) e em cada uma das faixas individuais (tabela 53). Na faixa de parcelas mais próxima ao rio as duas bromélias ocorreram em frequência muito maior do que as outras espécies que, por sua vez, foram observadas apenas uma vez cada. Ratificando estes dados, foi detectada diferença significativa na ocorrência de espécies de bromélias entre as faixas ($p < 0,0001$), sendo a faixa um diferente ($p < 0,0001$) das faixas dois e três (anexo 2). Do mesmo modo, plântulas também apresentaram distribuição diferenciada ($p = 0,0073$), ocorrendo com menor frequência na faixa um ($p = 0,0026$).

T. usneoides também colonizou grande parte dos forófitos nas outras faixas de parcelas, além daquela mais próxima ao rio, resultando em graus de cobertura máximos em toda a superfície (figura 91). O vigoroso crescimento desta espécie pode ser justificado pela alta umidade disponível, proveniente do rio na porção anterior da floresta e dos solos da bacia de inundação na porção posterior. A luminosidade, por sua vez, é alta na proximidade da grande “clareira” que representa o rio nas planícies fluviais, como também é alta devido à estrutura da floresta, onde os maiores indivíduos arbóreos estão em baixa densidade e ficam isolados em uma matriz de arvoretas com cerca de 3 m de altura.

A despeito da diversidade e da quantidade de árvores com bromélias adultas e plântulas ser semelhante entre as faixas de parcelas, as densidades das espécies e de plântulas aumentaram com o aumento da distância do rio (figura 91). Esse padrão contraria o que já foi observado em outras superfícies, onde a presença do rio favorece maiores diversidade e densidades de bromélias nas árvores da primeira

faixa de parcelas. Esse aumento na quantidade de bromélias nas faixas dois e três está relacionado, provavelmente, com a proximidade da bacia de inundação, que manteria altos níveis de umidade atmosférica (figura 83), com a altura da floresta, que possibilita a ampla incidência lumínica e com o grande porte dos forófitos escolhidos para o levantamento quantitativo, que oferecem ampla superfície e vários microhábitats para colonização, além de estarem expostos a maiores períodos de tempo para ocupação pelas epífitas.

Nas florestas da planície menos exploradas pelo homem estes grandes forófitos servem de suporte para grande parte da diversidade de bromélias registrada na área. Do mesmo modo, nas áreas onde a floresta já foi degradada, mas estas árvores com grandes alturas e diâmetros existem, provavelmente como remanescentes de uma floresta mais conservada, a diversidade de bromélias também pode ser observada sobre poucos suportes. Ou seja, devido às adaptações que bromélias possuem a períodos de maior luminosidade e menor umidade, como o metabolismo CAM, mesmo em florestas com altos níveis de exploração antrópica, as árvores remanescentes servem de suporte para grande diversidade (figura 83), o que ratifica a discussão anterior no compartimento Irati. A comparação entre forófitos de florestas primárias e degradadas foi feita em BARTHLOTT *et al.*, (2001), onde é destacada a redução na diversidade e abundância de epífitas e a importância de árvores remanescentes em florestas secundárias.

Tabela 52 – Valor de importância epífítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Serra Alta.

| Espécies | VIE |
|------------------------------|------|
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 42,2 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 31,5 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 14,1 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 12,2 |

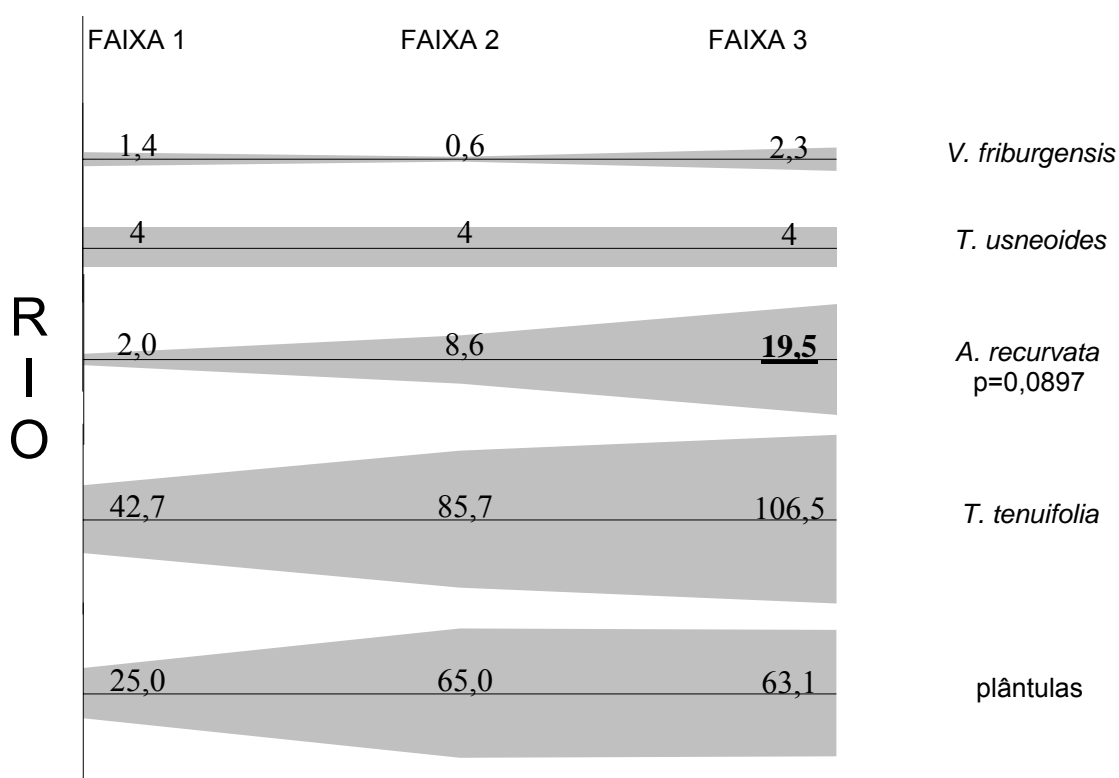
Tabela 53 - Valor de importância epífítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Alta.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|------------------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 62,3 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 38,0 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 33,7 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 29,5 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 30,0 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 31,4 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 4,1 | <i>Aechmea recurvata</i> | 18,6 | <i>Aechmea recurvata</i> | 18,0 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 4,1 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 13,4 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 16,9 |

T. tenuifolia, assim como em outras superfícies, ocorreu predominantemente em uma série de associações, com um aumento gradual no número de indivíduos nos forófitos das faixas dois e três (figura 91). Comportamentos semelhantes apresentaram as plântulas, o que pode indicar que este grupo de indivíduos jovens é principalmente formado por sementes daquela espécie.

V. friburgensis, registrada nas três faixas de parcelas em baixa densidade (figura 91), foi observada na forma de crescimento isolada na maioria das vezes, o que está de acordo com suas ocorrências em outras superfícies, onde aparece tanto na forma isolada como agrupada, em ambientes com alta incidência lumínica como o encontrado nesta superfície.

Figura 91 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Serra Alta.



NOTA: cobertura/forófito - *T. usneoides*; indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.
0 = faixa significativamente diferente.

A. recurvata apresentou preferência pela faixa de parcelas mais afastada do rio, onde ocorreu na forma de várias associações com até nove plantas. Na sua

estratificação vertical (figura 91), ocupou vários intervalos de altura, entre 2-10 m de altura, predominantemente na porção central da copa. Este comportamento vem ao encontro das suas preferências ecológicas, considerada heliófila ou de luz difusa (REITZ, 1983; CERVI e DOMBROWSKI, 1985).

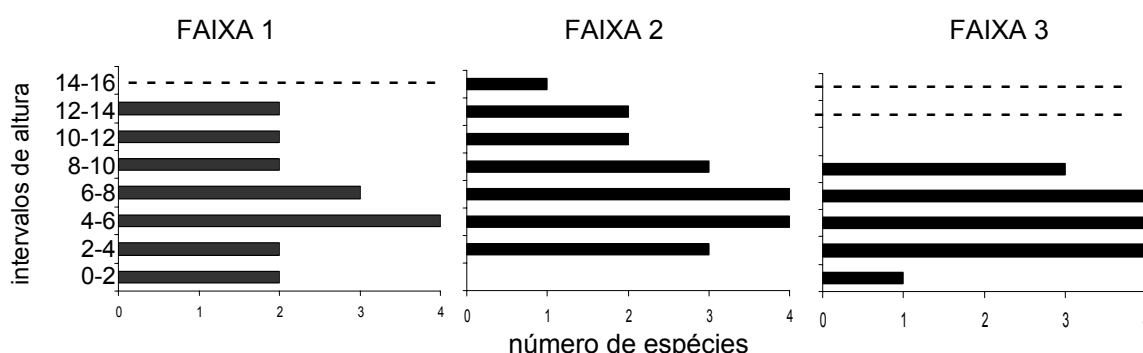
- estratificação vertical

Na sua estratificação vertical, as bromélias epifíticas ocorreram desde a base até os 16 m de altura dos forófitos (figura 92).

Tanto a colonização dos intervalos mais basais como a altura de concentração do maior número de espécies indica que a luminosidade não é um fator de restrição ao desenvolvimento das espécies nas faixas mais interiorizadas. Ou seja, as árvores que estão distantes do rio devem receber alta luminosidade mesmo nas suas porções mais basais, possibilitando que as quatro espécies de bromélias registradas na superfície ocorram nos intervalos próximos ao solo dos forófitos da faixa três. Como já discutido, estas relações fazem sentido quando consideramos que a floresta é formada por praticamente apenas um estrato arbóreo, consequência da exploração antrópica.

Considerando as altas densidades registradas na terceira faixa de parcelas e as menores alturas dos forófitos, pode-se afirmar que as bromélias ocorrem concentradas em poucos intervalos (figura 92).

Figura 92 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Serra Alta.



NOTA: ----- intervalo não existente.

V. friburgensis, na sua estratificação vertical, ocupou intervalos muito semelhantes nas três faixas (figura 93), alturas superiores ao sub-bosque e próximas ao ponto de inversão morfológica, o que, respectivamente, podem ser

relacionadas com maior umidade proveniente da evapotranspiração e menor sombreamento (PARKER, 1987; BADER *et al.*, 2000), além de mais substrato para colonização.

T. usneoides colonizou a grande maioria dos intervalos disponíveis nas três faixas de parcelas, em uma gradual diminuição nos graus de cobertura das árvores mais próximas às mais distantes do rio (figura 93). A colonização de vários intervalos adjacentes por *T. usneoides* foi observação comum na planície do rio Iguaçu, pois os longos caules ocupam superfícies dos forófitos muito maiores do que apenas aquela onde a planta está apoiada.

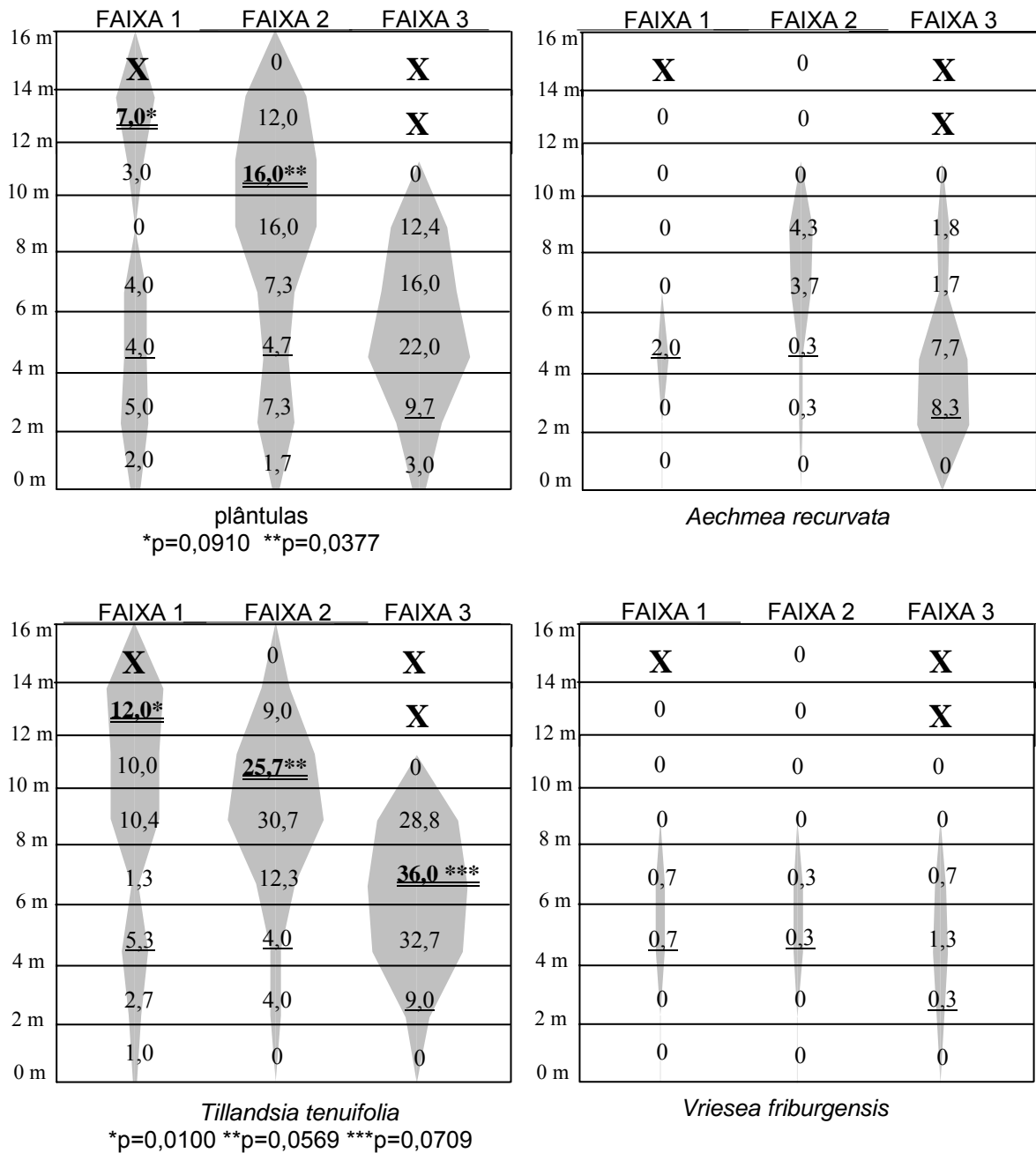
Ao mesmo tempo, os altos graus de cobertura de *T. usneoides* próximos à região mediana dos forófitos nas três faixas de parcelas podem ser justificados pela superfície disponibilizada pelo início da copa do forófito à colonização. A formação de ramos com características variadas representa um grande incremento em substrato e microambientes para colonização pelas bromélias, relação já discutida nos compartimentos anteriores.

T. tenuifolia e plântulas, na sua estratificação vertical assim como na distribuição horizontal, apresentaram comportamentos muito semelhantes (figuras 93 e 91), colonizando a grande maioria dos intervalos disponíveis nos forófitos das três faixas de parcelas, o que reforça a suposição de que os indivíduos jovens são, na sua maioria, originados de *T. tenuifolia*. Suas maiores densidades na primeira faixa de parcelas estão concentradas no mais alto intervalo disponível, o que está de acordo com a alta luminosidade nos forófitos desta posição da superfície.

A estratificação vertical de *T. tenuifolia* e *T. usneoides*, duas espécies CAM, na maior parte das superfícies estudadas, contraria a afirmação que plantas com este metabolismo são normalmente encontradas nas porções mais expostas da copa (REITZ, 1983; SMITH *et al.*, 1986; BENZING, 1990; ZOTZ e ZIEGLER, 1997; ZOTZ, 1997). Sendo assim, deve-se questionar em que intensidade e com que definição são formados, nas áreas estudadas, os microclimas descritos para florestas contínuas onde árvores de grande porte estão estruturadas em ambientes distantes de corpos d'água. Ou seja, existe a possibilidade de que devido ao pequeno porte dos indivíduos arbóreos, além da presença do rio e das bacias de inundação, os microambientes existentes nas florestas fluviais deste estudo não

possam ser identificados apenas através da estratificação vertical das espécies de bromélias, necessitando de manipulação experimental.

Figura 93 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Serra Alta.



| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|----------|-----------|------------|
| 16 m | X | 1 | X |
| 14 m | 2 | 2 | X |
| 12 m | 4 | 3 | 0 |
| 10 m | 4 | <u>3*</u> | 3 |
| 8 m | 3 | 4 | <u>3**</u> |
| 6 m | <u>4</u> | <u>2</u> | 3 |
| 4 m | 3 | 2 | <u>1</u> |
| 2 m | 2 | 0 | 0 |

Tillandsia usneoides
 *p=0,0053 **p=0,0577

NOTA: grau de cobertura/intervalo - *T. usneoides*; indivíduo/intervalo – outras espécies e plântulas.
0 = PIM, 0 = intervalo significativamente diferente. X = intervalo não existente.

4.10 COMPARTIMENTO TERESINA

4.10.1 Superfície de Agradação

4.10.1.1 Descrição do ambiente

Em vale aberto, essa superfície pertence a uma curva de agradação em padrão de divagamento livre (CURCIO, 2006). Segundo o autor, nesta região, sob influência do rio Negro, que é o maior afluente do rio Iguaçu da margem esquerda, e do rio Potinga, importante afluente da margem direita, ocorre uma magnificação da largura do canal e das amplitudes das curvas. A planície apresenta largura aproximada de 1.750 m; a largura média do rio Iguaçu, que no compartimento anterior estava em torno de 50 a 75 m, passa para 180 m após a entrada dos dois afluentes (CURCIO, 2006).

A superfície de agradação será descrita a seguir baseando-se em Curcio (2006) para caracterização das feições geomórficas e solos associados.

Esta superfície difere das outras superfícies de agradação devido à ausência da barra-de-meandro subatual alçada; as outras feições típicas de agradação, no entanto, estão presentes (figura 94).

A barra-de-meandro atual, onde foi instalada a primeira faixa de parcelas, apresenta alçamento de 1,8 m em relação ao nível fluviométrico e largura média de 16 m. Essa feição é formada por Depósito Pelítico, o que atesta o pouco tempo de existência, com drenagem imperfeita/moderadamente drenada.

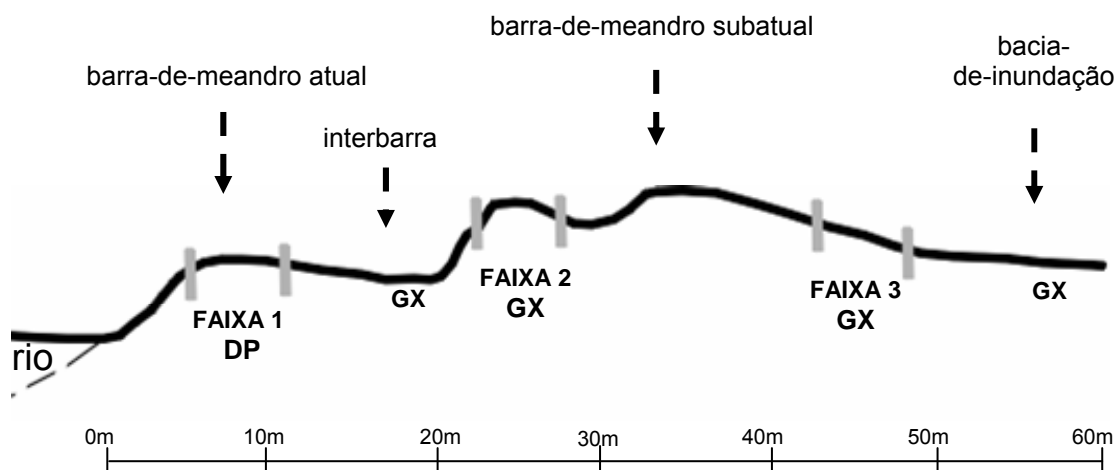
Na seqüência, a interbarra com Gleissolo Háplico em regime mal drenado, tem a persistente saturação hídrica confirmada por BARDDAL (2006).

Após a interbarra existe uma barra-de-meandro subatual que apresenta dois níveis distintos (figura 94). O nível mais baixo, onde foi instalada a segunda faixa de parcelas, eleva-se em aproximadamente 1,9 m. O segundo nível, aproximadamente 0,5 m mais alto, representa a cimeira da barra. No seu reverso, com 23 a 25 m de largura, foi instalada a terceira faixa de parcelas. Toda a barra-de-meandro subatual apresenta Gleissolos Háplicos, em ambiente imperfeitamente drenado devido à baixa permeabilidade dos solos. Seu reverso termina em uma grande interbarra, onde prevalece a mesma classe de solo.

A terceira faixa de parcelas foi instalada no reverso da barra-de-meandro subatual devido unicamente à presença, nesta porção da feição, de vegetação com

porte arbóreo. Em decorrência do grande impacto causado pelo gado, que interrompe a regeneração das arbóreas, assim como da hidromorfia dos solos, as árvores desta superfície apresentaram baixa diversidade e nenhuma estratificação.

Figura 94 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Teresina, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: DP = Depósito pelítico, GX = Gleissolo Háplico.
Baseado em Curcio (2006).

4.10.1.2 Caracterização do componente arbóreo

Considerando as idades de deposição e conseqüente ocupação desta superfície pela vegetação, pode-se afirmar que as arbóreas estabelecidas na barra-de-meandro atual são mais recentes do que aquelas da barra-de-meandro subatual. Deste modo, as 14 espécies de árvores ocorreram em baixa densidade na porção mais recente da superfície (tabela 54), onde foram amostradas pela faixa um, e em alta densidade nas porções mais antigas, levantadas pelas faixas dois e três.

Nesta superfície não existem grandes exemplares arbóreos. Os indivíduos com maiores alturas, que não ultrapassam os 11 m, foram amostrados na faixa três, representantes de *S. commersoniana*, enquanto os de maior diâmetro, em torno de 40 cm, pertencem ao conjunto de *Salix humboldtiana*, da faixa um.

Sendo esta uma superfície fortemente impactada pelo gado, com também pela constante retirada de arbóreas, não existe uma floresta estruturada nem um sub-bosque sob as árvores incluídas no levantamento. Essa forte degradação se

reflete na diversidade e na abundância de bromélias epifíticas que, de modo geral, foram muito baixas.

Salix humboldtiana representa 100% dos indivíduos amostrados pela faixa de parcelas mais próxima ao rio, em baixa densidade (666,7 ind./ha). A média de fustes, assim como o diâmetro médio, foram os mais altos da superfície (tabela 54). Foram registradas poucas espécies de bromélias sobre estas árvores, além da completa ausência de plântulas.

Na faixa dois foram amostradas, em alta densidade (4.333,3 ind./ha) e alta dominância, 13 espécies arbóreas, sendo seis delas pertencentes à família Myrtaceae. *Myrciaria tenella* (31,3%) ocorreu em alta densidade, seguida por *S. commersoniana* (23,4%), *Calypttranthes concinna* (7,8%), *Coccoloba cordata* (7,8%) e árvores mortas (7,8%). Todos os forófitos apresentaram registro de apenas uma espécie de bromélia, destacando-se *S. commersoniana* pela maior quantidade de *T. usneoides*.

Na terceira faixa, apenas três espécies de árvores foram amostradas, ocorrendo em alta densidade (4.733,3 ind./ha). *S. commersoniana* (77,5%) foi a mais freqüente nesta faixa de parcelas, seguida por *Myrciaria tenella* (11,3%). *Lonchocarpus campestris*, a terceira espécie amostrada na faixa, apresentou maior diversidade e abundância de bromélias.

Tabela 54 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Teresina.

| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 666,7 | 6,3 | 1,8 | 25,5 | 3,1 | 40,0 |
| 2 | 4.333,3 | 5,0 | 1,9 | 10,9 | 2,1 | 49,6 |
| 3 | 4.733,3 | 7,2 | 4,2 | 9,5 | 1,2 | 39,9 |

4.10.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias

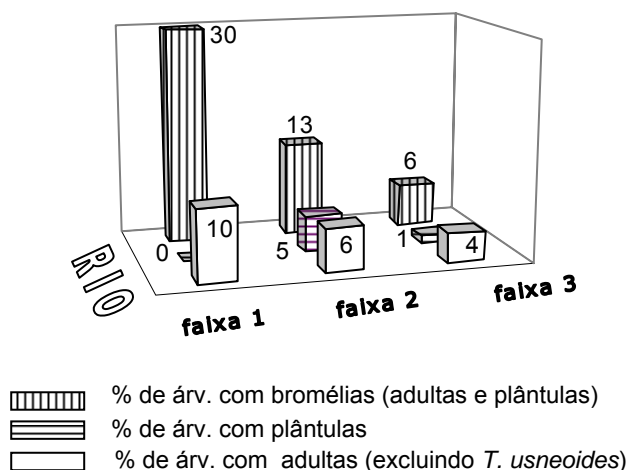
Nas três faixas amostradas não foi detectada relação alguma entre a diversidade de bromélias ou ocorrência de plântulas e os parâmetros forofíticos analisados (anexo 2). Este dado está certamente relacionado à baixa freqüência de bromélias neste compartimento.

Estas baixas freqüências são confirmadas pelas taxas de colonização das árvores (figura 95). Apenas na faixa mais próxima ao rio destaca-se a porcentagem de 30% de árvores colonizadas por bromélias, sendo a maioria *T. usneoides*.

Associando-se as densidades de árvores (tabela 54), pode-se constatar que a quantidade de arbóreas com bromélias é maior nas faixas estabelecidas na barra-de-meandro subatual, vegetação estabelecida há um período de tempo maior na superfície.

No entanto, a ausência de plântulas na faixa mais próxima ao rio, assim como as baixas porcentagens nas outras duas faixas, reflete claramente a baixíssima produção de sementes, decorrente da pequena quantidade de bromélias adultas.

Figura 95 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Teresina.



4.10.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

Nesta superfície, a grande maioria das espécies foi amostrada no início da avaliação dos 145 indivíduos arbóreos (anexo 3), com apenas um pequeno incremento na terceira faixa de parcelas, em decorrência da heterogeneidade ambiental típica de uma superfície de agradação, onde os suportes estão disponíveis para colonização por períodos diferentes de tempo.

- distribuição horizontal

Apenas quatro espécies de bromélias foram registradas nesta superfície, resultando em um índice de Shannon intermediário ($H' = 1,22$). A equidade entre as

espécies foi alta ($E=0,88$), indicando um equilíbrio entre as proporções com que as espécies ocorrem, reiterado pelos valores de importância calculados para as espécies (tabela 55), onde as frequências são muito semelhantes.

Nenhuma outra espécie de bromélia foi registrada no levantamento florístico, o que ratifica o nível de degradação da área, considerando que a umidade é garantida pela baixa drenagem dos solos e proximidade da bacia-de-inundação.

Apesar do gradual aumento na diversidade de bromélias com o aumento do tempo em que a vegetação está disponível para colonização detectado nesta superfície (tabela 56), a ocorrência de espécies e de plântulas não foi significativamente diferente entre as faixas (anexo 2).

T. usneoides e *T. tenuifolia* ocorreram com maior frequência sobre indivíduos e espécies forofíticas (tabela 55), como já registrado em outras superfícies, ratificando sua importância na planície estudada.

Assim como em outras superfícies, *A. recurvata* ocorreu em associações apenas nos suportes estabelecidos há mais tempo na superfície (barra-de-meandro subatual), inclusive com aumento em densidade nas faixas mais interiorizadas (figura 96).

Tabela 55 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Teresina.

| Espécies | VIE |
|------------------------------|------|
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 39,6 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 31,2 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 21,9 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 7,3 |

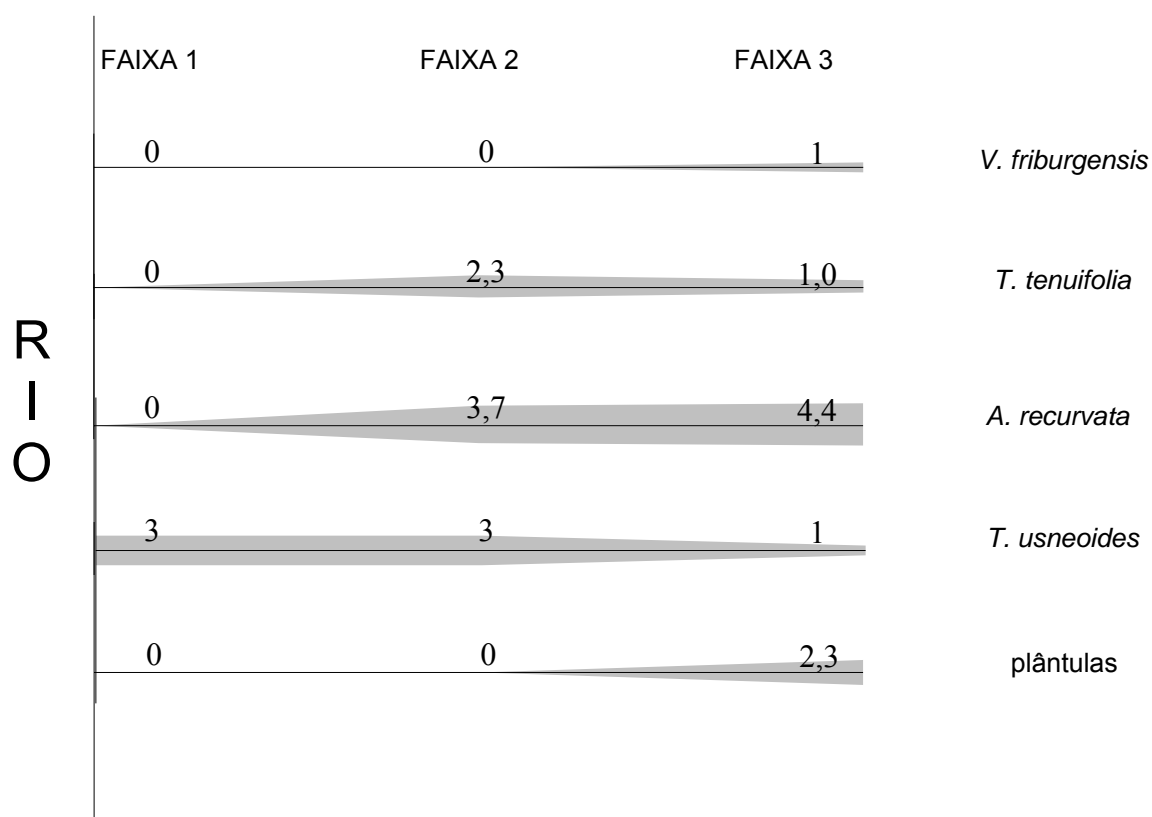
Tabela 56 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Teresina.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|------------------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|-----|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 58,3 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 53,6 | <i>Aechmea recurvata</i> | 40 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 41,7 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 33,0 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 20 |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 13,4 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 20 |
| | | | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 20 |

A diminuição em importância (tabela 56) e densidade (figura 96) de *T. usneoides* na faixa instalada no reverso da barra-de-meandro subatual pode estar relacionada ao fato desta floresta ser mais sombreada e dos solos apresentarem

alta saturação hídrica. A grande densidade de arbóreas arranjadas em apenas um estrato configurou um ambiente com menores intensidades lumínicas e alta umidade, considerando a presença de Gleissolos Hápicos em regime imperfeitamente drenado. Deste modo, *T. usneoides*, que possui tricomas densamente arranjados cobrindo caules e folhas e que não suporta ambientes saturados com umidade, ocorre com menor grau de cobertura (figura 96). Sua estratificação vertical (figura 98) também é reduzida, ocorrendo em apenas um intervalo na faixa três.

Figura 96 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Teresina.



NOTAS: grau de cobertura/forófito - *T. usneoides*; indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

Plântulas apresentaram baixíssima ocorrência nesta superfície, tendo sido registradas apenas na faixa três (figura 96). Apesar da umidade disponibilizada ao componente epífítico pelo rio e pelos solos mal e imperfeitamente drenados, a

pequena quantidade de bromélias adultas na superfície certamente é o principal motivo para que tão poucas plântulas fossem registradas.

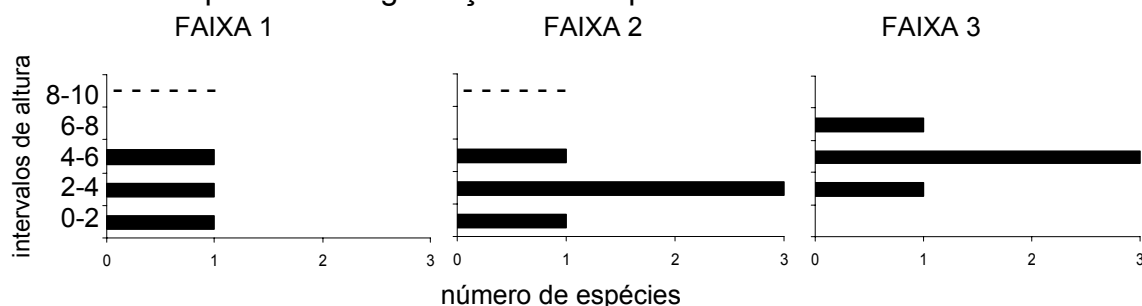
Outro motivo que pode estar influenciando na baixa ocorrência de plântulas e de adultas é a alta densidade de *Myrciaria tenella* na segunda faixa de parcelas, em posição de barra-de-meandro subatual. Esta mirtácea com ritidoma muito liso e descamante representa substrato de baixa qualidade e pouca estabilidade, como já discutido no compartimento CGM Costeiro, dificultando o estabelecimento de plântulas e a sobrevivência de adultas. Nestas árvores, as bifurcações são importantes pontos de sustentação de bromélias, como pode ser constatado na superfície de degradação do compartimento Palermo, onde uma mirtácea foi o suporte mais importante dentre os forófitos amostrados próximos ao rio.

- estratificação vertical

Bromélias ocorreram, de modo geral, desde a base até 8 m de altura dos forófitos (figura 97), estando ausentes apenas no último intervalo dos forófitos da terceira faixa de parcelas, padrão já discutido em superfícies anteriores.

Nas arbóreas que crescem nas porções com maior intensidade lumínica (faixas um e dois) a colonização iniciou em intervalos de altura basais, enquanto na floresta com maior sombreamento (faixa três), bromélias adultas e plântulas ocorreram apenas a partir dos 2 m de altura (figura 97). Nesta terceira faixa a concentração de espécies também foi registrada em intervalos mais altos, padrão que pode ser relacionado às maiores alturas dos forófitos, como também à necessidade por maior luminosidade.

Figura 97 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Teresina.

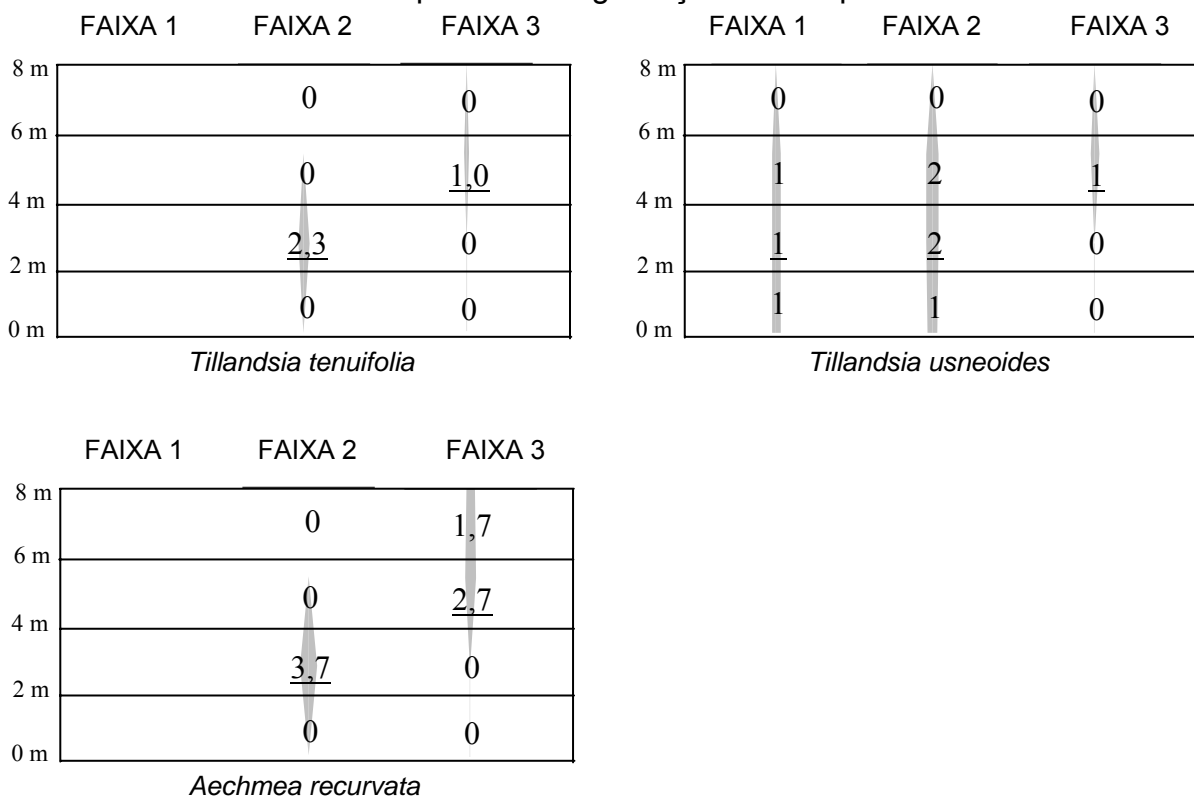


NOTA: ----- intervalo não existente.

Na terceira faixa de parcelas, a despeito da maior diversidade, as bromélias ocorreram em apenas três intervalos de altura assim como nas outras faixas, indicando que há uma concentração de espécies em posições específicas da árvore (figura 97). O início da copa, que nesta faixa está no intervalo 4-6 m, é coincidente com a concentração da maior diversidade, o que está de acordo com maior oferta e diversificação de substrato para colonização pelas bromélias.

Na segunda e na terceira faixa de parcelas, o início da copa pode relacionado com a estratificação de *A. recurvata*, *T. usneoides* e *T. tenuifolia* (figura 98). O início da copa, além de aumentar/diversificar a oferta de substrato, também é local de pouso da avifauna, considerando a dispersão zoocórica característica de *A. recurvata*. Finalmente, o início da copa é importante ponto de sustentação para as bromélias quando estas ocorrem sobre forófitos com ritidoma descamante, que é o caso da segunda faixa de parcelas, onde *T. tenuifolia* ocorreu em uma associação de sete plantas sobre *Myrceugenia glaucescens*.

Figura 98 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Teresina.



NOTA: grau de cobertura/intervalo - *T. usneoides*; indivíduo/intervalo – outras espécies e plântulas; 0 = PIM.

4.10.2 Superfície de Degradação

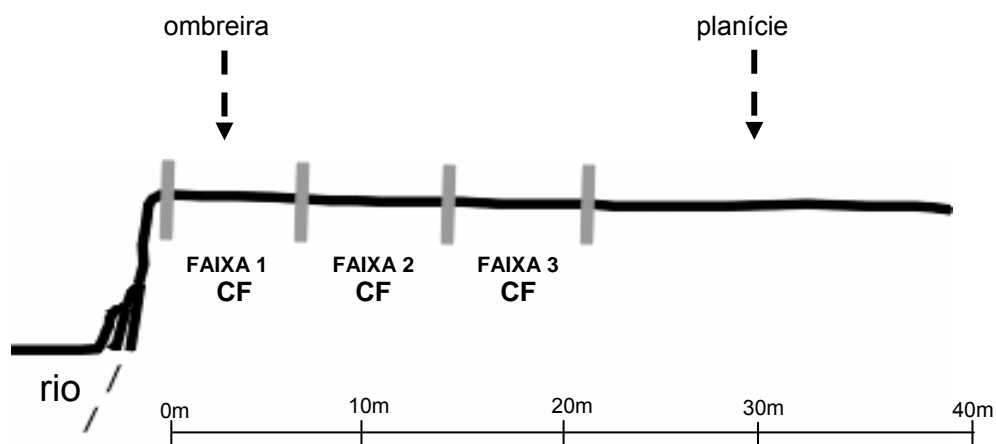
4.10.2.1 Descrição do ambiente

A superfície de degradação pertence a uma curva meândrica livre, configurada muito próximo à foz do rio Negro (CURCIO, 2006). Suas feições são muito simples (figura 99), como é esperado para superfícies com esta origem.

A ombreira apresenta alçamento de aproximadamente 3 m de altura, forma retificada, estendendo-se até a faixa de planície em relevo plano (CURCIO, 2006). As três faixas de parcelas foram instaladas na seqüência, partindo da ombreira em direção à porção interiorizada da superfície (figura 99).

Segundo CURCIO (2006), a homogeneidade das feições reflete-se nos solos, predominando Cambissolo Flúvico moderadamente drenado sob todas as parcelas estudadas.

Figura 99 - Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Teresina, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: CF = Cambissolo Flúvico.
Baseado em Curcio (2006).

4.10.2.2 Caracterização do componente arbóreo

Esta superfície, localizada na mesma propriedade e muito próxima à superfície de degradação deste compartimento, também possui a vegetação bastante explorada pelo homem, além da influência do pastoreio pelo gado. É uma floresta muito baixa, com grande densidade de indivíduos de pequeno diâmetro, absolutamente sem grandes exemplares arbóreos, onde foram amostradas 16

espécies de árvores. Apresenta sub-bosque com cerca de 2 m de altura, com densidade intermediária quando comparado às outras áreas estudadas.

Além da exploração atual da floresta, deve-se considerar também o pretérito corte de grande parte das árvores para utilização como lenha nos vapores que navegavam no rio Iguaçu, resultando em uma vegetação onde os maiores indivíduos não apresentaram mais que 13 m de altura e 30 cm de diâmetro.

Na faixa de parcelas instalada na ombreira da superfície foram amostradas sete espécies de árvores, que ocorreram em alta densidade (4.000,00 ind./ha) e alta média de fustes por indivíduo arbóreo (tabela 57), apesar das menores alturas dentre as faixas estudadas. A espécie com maior densidade relativa foi *S. commersoniana* (71,9%), além das árvores mortas (10,5%) e de *Daphnopsis racemosa* (7%), que também se destacaram. *S. commersoniana* e *Coccoloba cordata*, apenas com um indivíduo registrado, foram os suportes mais importantes para diversidade e abundância de bromélias.

Em continuidade, a segunda faixa de parcelas foi composta por sete espécies de árvores que ocorreram em densidade ainda maior (3.866,6 ind./ha) do que na primeira faixa, além de apresentar a maior dominância da superfície. Novamente *S. commersoniana* (62,7%) se destacou, seguida por *Matayba elaeagnoides* (8,5%) e árvores mortas (6,8%). *S. commersoniana* foi a única espécie que apresentou algum registro de bromélia adulta.

A faixa de parcelas mais afastada do rio teve uma diminuição na densidade dos indivíduos (2.866,0 ind./ha), mas incremento na média de fustes por árvore, em altura e diâmetro médios (tabela 57). Com ausência de indivíduos mortos, foram registradas 10 espécies de árvores. Nestas parcelas *S. commersoniana* (54,8%) também apresentou maior densidade, seguida por *Lonchocarpus campestris* (9,5%), *Matayba elaeagnoides* (7,1%) e *Allophylus edulis* (7,1%).

Tabela 57 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Teresina.

| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 4.000,0 | 5,9 | 3,4 | 10,0 | 1,6 | 40,1 |
| 2 | 3.866,6 | 7,6 | 4,7 | 10,3 | 1,3 | 45,4 |
| 3 | 2.866,0 | 7,9 | 4,5 | 11,7 | 1,7 | 42,8 |

4.10.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Como já comentado, a vegetação arbórea desta superfície apresenta-se profundamente alterada, o que possibilitou uma diversidade e abundância muito baixa de bromélias. Na porção mais próxima ao rio a ocorrência destas epífitas foi mais comum, o que provavelmente resultou nas relações significativas detectadas pelos testes estatísticos (anexo 2).

Na faixa de parcelas mais próxima ao rio, árvores com maiores alturas totais ($p < 0,0001$), maiores diâmetros ($p < 0,0001$) e maior número de fustes ($p = 0,0010$) apresentaram mais espécies de bromélias. Plântulas ocorreram mais em árvores com múltiplos fustes ($p = 0,0030$).

Maior diversidade de bromélias em árvores com múltiplos fustes, que se destacaram na primeira e na terceira faixa de parcelas (tabela 57), pode ser relacionado com o fato de estas arbóreas serem tão comuns na superfície, como também com a maior oferta de substrato proporcionada por vários fustes ou ainda com condições diversificadas que estes indivíduos oferecem.

A grande ocorrência de plântulas nestas árvores com múltiplos fustes é decorrência, provavelmente, da maior quantidade de bromélias adultas ali presente.

A segunda faixa de parcelas foi muito pobre no registro de epífitas, com apenas um indivíduo anotado.

Na linha três, espécies de bromélias apresentaram relação (anexo 2) com maiores diâmetros ($p < 0,0001$) e plântulas com árvores mais inclinadas ($p = 0,0340$).

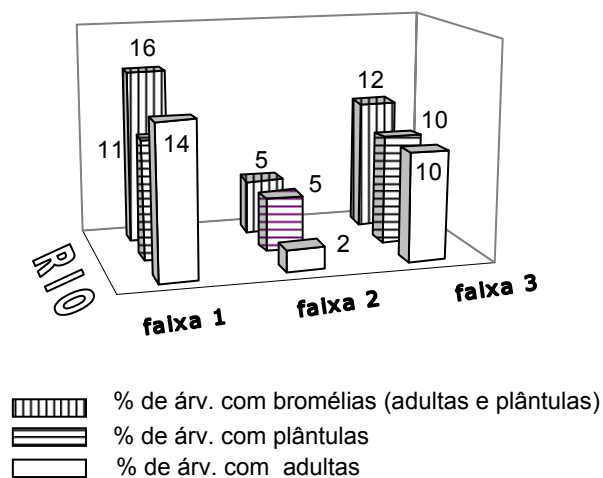
Ratificando os padrões detectados em superfícies anteriores, as bromélias ocorreram com maior frequência sobre árvores com maiores dimensões, e conseqüentemente, mais tempo expostas no ambiente, e mais inclinadas, onde se infere que a estabilidade do substrato seja maior.

De modo geral, do substrato disponível nas três faixas de parcelas, muito pouco foi colonizado por bromélias adultas e por plântulas (figura 100). A maior porcentagem foi registrada na faixa mais próxima ao rio, o que reitera a importância das condições de alta umidade e luminosidade fornecidas às bromélias.

A despeito da alta densidade de arbóreas na primeira e segunda faixa de parcelas, que significa substrato disponível para as bromélias, a colonização foi muito baixa. Ou seja, mesmo com o predomínio de *S. commersoniana* nas três

faixas de parcelas, que disponibilizou grande quantidade de locais para fixação e estabelecimento, a produção de sementes na área e áreas próximas (inclusive na superfície de agradação) provavelmente é tão pequena que pouquíssimas plântulas são produzidas. As baixas densidades de plântulas registradas (figura 101) ratificam estes dados.

Figura 100 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Teresina.



4.10.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

A grande maioria das espécies de bromélias foi amostrada já no início da avaliação das 158 arbóreas, com pequeno incremento nos forófitos mais interiorizados da planície (anexo 3).

- distribuição horizontal

A ocorrência de apenas quatro espécies de bromélias resultou em um índice de Shannon ($H' = 1,25$) intermediário, assim como foi calculado para a superfície de agradação. As proporções com que estas espécies ocorreram na comunidade são muito semelhantes entre si, resultando em um alto índice de Pielou ($E = 0,90$). Este equilíbrio entre proporções está em congruência com os valores de importância calculados para as espécies (tabela 58).

Além das quatro espécies identificadas sobre os forófitos incluídos nas parcelas, também foram observadas na área *Tillandsia usneoides* e *Billbergia nutans*, mas com baixa ocorrência.

A baixa ocorrência de *Tillandsia usneoides* nesta superfície é intrigante, assim como nas áreas adjacentes, considerando sua ampla distribuição pela planície do rio Iguaçu. Infere-se que, a despeito do significativo aumento na largura do rio Iguaçu, a pequena ocorrência de meandros abandonados e de bacias-de-inundação na planície seja responsável pela diminuição nas taxas de umidade no ambiente e, assim, rarefação dos centros de dispersão de propágulos desta espécie.

No entanto, a ocorrência das espécies de bromélias não foi uniforme ($p=0,0159$), sendo a faixa um diferente das faixas dois e três ($p=0,0892$) (anexo 2). Estes dados expressam a maior taxa de colonização (figura 100) e maior diversidade de espécies (tabela 59) registradas na faixa mais próxima ao rio, o que provavelmente está relacionado com as maiores luminosidade e umidade disponíveis nesta porção da superfície.

Na segunda faixa de parcelas, além de plântulas, apenas um indivíduo de *V. reitzii* foi registrado, ratificando a pobreza em bromélias nesta superfície.

Tabela 58 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Teresina.

| Espécies | VIE |
|------------------------------|------|
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 32,5 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 32,1 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 25,8 |
| <i>Vriesea reitzii</i> | 9,6 |

Tabela 59 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Teresina.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|------------------------------|------|------------------------|-------|------------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 45,0 | <i>Vriesea reitzii</i> | 100,0 | <i>Aechmea recurvata</i> | 70,8 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 40,0 | | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 29,2 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 15,0 | | | | |

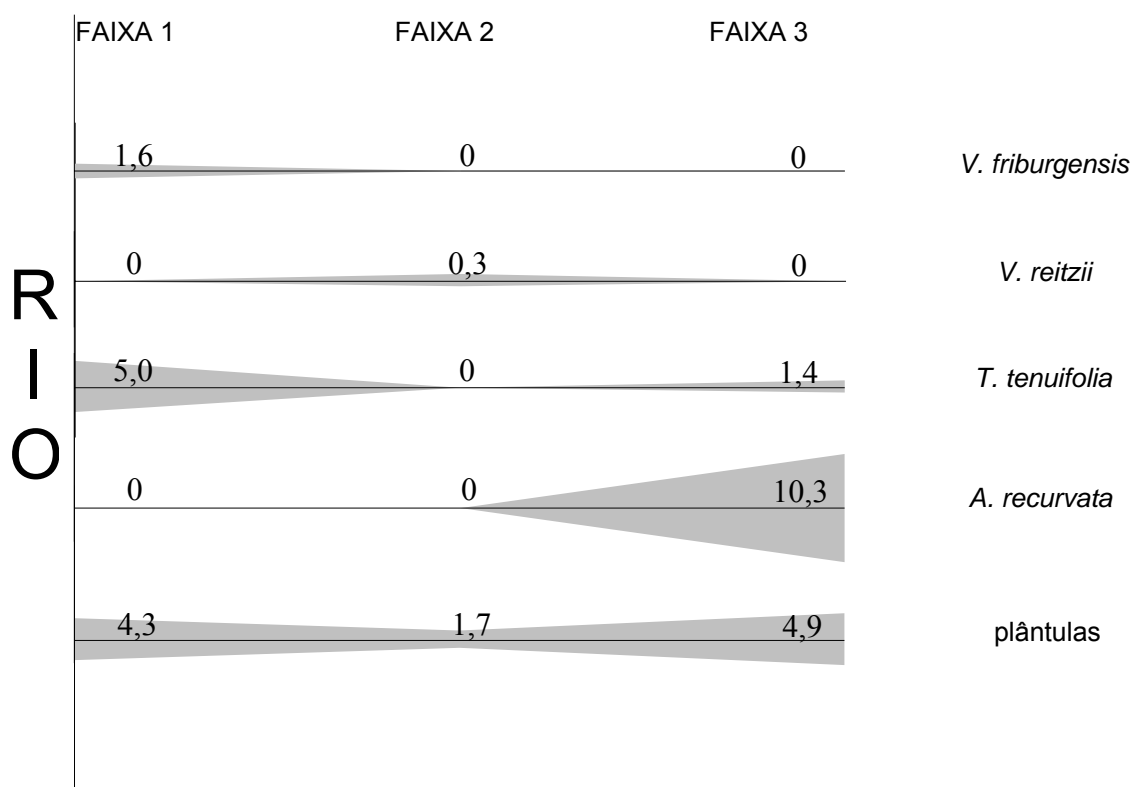
Vriesea friburgensis foi registrada apenas na primeira faixa de parcelas (figura 101), tanto na forma isolada como associada, o que está de acordo com a necessidade de altas umidade e luminosidade da espécie, e com as formas de crescimento já registradas nas outras superfícies estudadas.

Os poucos indivíduos de *T. tenuifolia* também ocorreram na forma associada na primeira e terceira faixa (figura 101), em conjuntos de até seis plantas, padrão comum para a espécie, como já discutido anteriormente.

A. recurvata, a única bromélia com um pequeno destaque em abundância (figura 101), foi observada em um grande conjunto de 18 plantas na posição mais distante do rio, o que ratifica a importância da reprodução vegetativa para a espécie.

Nas árvores escolhidas para o levantamento quantitativo, apenas as plântulas foram registradas nas três faixas de parcelas (figura 101), o que indica uma possível origem diversificada destes indivíduos jovens. No entanto, suas densidades foram muito baixas, sugerindo uma baixa produção de sementes, assim como constatado na superfície anterior.

Figura 101 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Teresina.



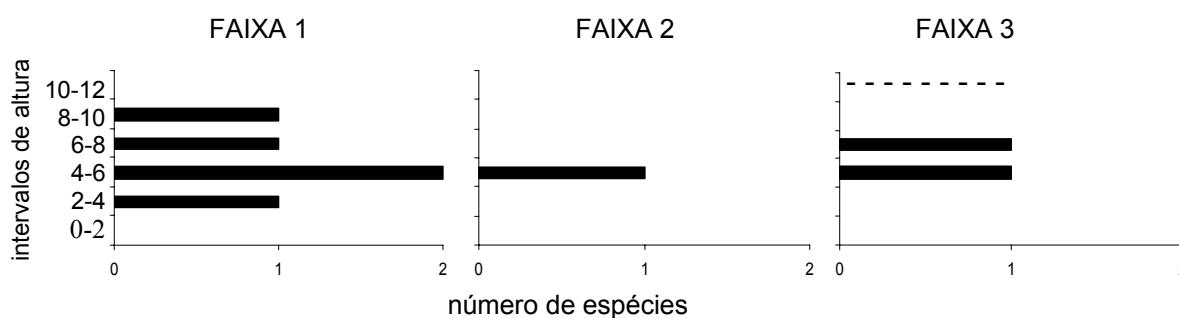
NOTAS: indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

- estratificação vertical

Nas árvores selecionadas para o levantamento quantitativo, bromélias colonizaram os forófitos entre 2 e 10 m de altura (figura 102).

Na faixa de parcelas mais próxima ao rio, em congruência as maiores diversidade e taxas de colonização discutidas anteriormente, a estratificação vertical das espécies foi mais ampla do que nas faixas mais afastadas, onde as bromélias ocorreram apenas em um e dois intervalos.

Figura 102 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Teresina.



NOTA: ----- intervalo não existente.

Plântulas apresentaram a estratificação vertical mais ampla dentre as bromélias registradas (figura 103). No entanto, suas densidades foram maiores nas faixas onde a diversidade de espécies também foi maior – faixas um e três. Além de *T. tenuifolia*, na terceira faixa também foi registrada uma associação de *A. recurvata* no intervalo 6-8 m, o que pode ser relacionado com a origem da maior densidade de plântulas.

A. recurvata foi observada, assim como já ocorreu e foi discutido em superfícies anteriores, no intervalo imediatamente superior ao início da copa, onde o substrato é mais abundante e mais diverso.

Dentre as espécies não representadas, *V. friburgensis* foi observada na primeira faixa de parcelas em três intervalos distintos: 2-4 m, 4-6m e 6-8 m, o que pode ser relacionado com a alta luminosidade e umidade, disponíveis para os forófitos em alturas diversas.

Figura 103 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Teresina.

| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|------------|------------|------------|
| 10 m | 1,3 | 0 | 0 |
| 8 m | 1,0 | 0 | <u>2,8</u> |
| 6 m | 1,7 | <u>0,7</u> | <u>1,8</u> |
| 4 m | <u>0,3</u> | 1,0 | 0,3 |
| 2 m | 0 | 0 | 0 |
| 0 m | 0 | 0 | 0 |

plântulas
p=0,0262

| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|----------|---------|------------|
| 10 m | 1,3 | | 0 |
| 8 m | 0 | | 0 |
| 6 m | 3,7 | | <u>1,4</u> |
| 4 m | <u>0</u> | | 0 |
| 2 m | 0 | | 0 |
| 0 m | 0 | | 0 |

Tillandsia tenuifolia

NOTA: indivíduo/intervalo.

0 = PIM, 0 = intervalo significativamente diferente.

4.11 COMPARTIMENTO RIO DO RASTO

4.11.1 Superfície de Agradação

4.11.1.1 Descrição do ambiente

Esta superfície pertence ao último compartimento deste estudo inserido na unidade fitogeográfica Floresta Ombrófila Mista. Localiza-se próxima à segunda *cuesta* ou escarpa Mesozóica, fronteira entre o Segundo e Terceiro Planaltos paranaenses.

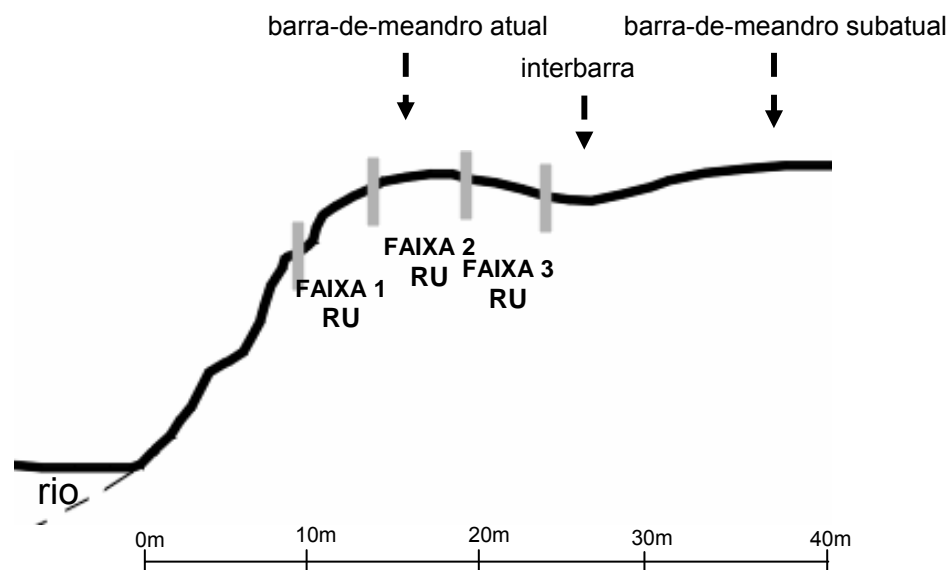
Segundo CURCIO (2006), o grande volume hídrico do rio neste compartimento representa grande potencial para efetuar acreções laterais e verticais nas planícies em enchentes mais significativas, resultando em barras de meandro e margens bastante alçadas. Próximo às superfícies de agradação e degradação deste compartimento o rio apresenta padrão meandrante encaixado, com afloramento de rochas ao longo do leito e controle estrutural, apresentando o canal largura que varia de 125 até 250 m. (CURCIO, 2006).

A seguinte caracterização das feições geomórficas e solos associados foi baseada em CURCIO (2006).

Esta superfície de agradação, de acordo com o potencial fluvial, apresenta uma barra-de-meandro atual alçada em cerca de 7 m acima do nível fluviométrico e largura média de 23 m (figura 104). Sendo assim, as três faixas de parcelas foram instaladas apenas nesta feição, em seqüência e respectivamente no terço superior do talude, na cimeira da barra-de-meandro e no reverso da barra. Sob as três faixas existe Neossolo Flúvico com regime hídrico forte a excessivamente drenado.

Após a barra-de-meandro atual, configura-se uma interbarra semicolmatada, com pequena diferença em relação à barra atual, onde a mesma classe de solo encontra-se sob o regime de drenagem bem a moderadamente drenado, ou seja, onde não existe acúmulo de água como nas interbarras observadas nos demais compartimentos. Após a interbarra configura-se uma grande barra-de-meandro subatual com aproximadamente 40 m de largura.

Figura 104 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Rio do Rasto, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: RU = Neossolo Flúvico.
Baseado em Curcio (2006).

4.11.1.2 Caracterização do componente arbóreo

Em função do grande alçamento desta superfície, e principalmente do ótimo estado de conservação desta vegetação, pôde-se encontrar nesta superfície uma floresta diferenciada, onde o sombreamento e a presença de grandes exemplares arbóreos impressionam.

Pelo fato de se tratar de uma superfície de agradação, é provável que as idades de ocupação da superfície sejam distintas, com indivíduos mais jovens estabelecidos nas feições mais recentes. No entanto, como todas as faixas foram instaladas na mesma feição geomórfica, leia-se barra-de-meandro atual, infere-se que apenas a vegetação da primeira faixa seja mais recente, considerando as constantes perturbações por retirada e deposição de sedimentos no talude durante as grandes cheias.

A comunidade arbórea incluída no levantamento é composta por 22 espécies de árvores, com grandes exemplares que alcançaram 15 m de altura e 66 cm de diâmetro. São representantes de *Cryptocarya aschersoniana*, *Matayba elaeagnoides* e *Vitex megapotamica*.

O sub-bosque apresenta uma altura aproximada de 2,0 m, enquadrado como denso quando comparado com a floresta das outras superfícies, conseqüência do bom estado de conservação da vegetação.

A faixa instalada no terço superior do talude, ou início da barra-de-meandro (figura 104), apresentou 13 espécies de árvores nas maiores densidades (3.800 ind./ha) e maior dominância, mas as menores alturas dentre as faixas amostradas (tabela 60). *Sebastiania commersoniana* (32,7%) foi a espécie com maior densidade relativa, seguida por *Casearia sylvestris* (20%), *Syagrus romanzoffiana* (16,4%) e *Coussarea contracta* (10,9%). As espécies mais importantes para a diversidade de bromélias foram *Coussarea contracta* e *Machaerium brasiliense* enquanto o suporte da maior abundância de bromélias foi *Luehea divaricata*.

A segunda faixa de parcelas, instalada na cimeira da barra, é composta por 11 espécies de árvores arranjadas em menores densidades do que na faixa anterior (2.133,3 ind./ha), mas com o maior diâmetro médio da superfície (tabela 60). A maior média de fustes por indivíduo arbóreo foi obtida nesta faixa, valor igual à primeira faixa de parcelas. A maior densidade relativa também pertence à *S. commersoniana* (37,5%), além de *Myrcia rostrata* (15,6%) e *Rollinia sylvatica* (9,4%) que, do mesmo modo, se destacaram. Outro indivíduo de *Luehea divaricata* foi o suporte da maior diversidade enquanto a maior árvore amostrada nas três faixas de parcelas, *C. aschersoniana*, apresentou maior abundância de bromélias.

No reverso da barra-de-meandro as árvores apresentaram densidade diminuída (1.866,7 ind./ha), mas a maior altura média dentre as faixas estudadas (tabela 60). No conjunto de 10 espécies levantadas, além de *S. commersoniana* (46,4%) com a maior densidade, também se destacam *R. sylvatica* (17,9%) e *S. romanzoffiana* (7,1%). Um indivíduo de *Matayba elaeagnoides* foi suporte da maior diversidade e abundância de bromélias.

Tabela 60 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DOA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Rio do Rasto.

| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 3.800,0 | 6,0 | 3,1 | 13,9 | 1,4 | 77,6 |
| 2 | 2.133,3 | 7,7 | 3,6 | 15,8 | 1,4 | 65,9 |
| 3 | 1.866,7 | 7,9 | 4,1 | 13,6 | 1,1 | 38,3 |

4.11.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Nas três faixas de parcelas desta superfície foram detectadas relações positivas entre as dimensões dos forófitos e a diversidade de bromélias (anexo 2).

Na faixa de parcelas mais próxima ao rio, árvores mais altas ($p=0,0072$) e com maiores diâmetros ($p<0,0001$) apresentaram maior diversidade de bromélias. Na segunda faixa, a diversidade dessas epífitas também foi maior em árvores mais altas ($p=0,0004$) e com maiores diâmetros ($p<0,0001$). E, finalmente, na terceira faixa, além de maiores alturas ($p=0,0553$) e diâmetros ($p=0,0002$) como parâmetros significativos, mais espécies foram registradas sobre árvores com menor ponto de inversão morfológica ($p=0,0039$) e maior número de fustes ($p=0,0142$).

A despeito da média de fustes por forófito na faixa três ter sido a menor da superfície (tabela 60), as poucas árvores com múltiplos fustes possuíam maior diversidade de bromélias. Ao mesmo tempo, um baixo ponto de inversão morfológica significa um início de copa mais próximo à base dos indivíduos, o que, em conjunto com árvores de múltiplos fustes, provavelmente representa maior superfície disponível para colonização e/ou condições diversificadas para as bromélias epifíticas.

As plântulas, na primeira ($p=0,0757$) e na segunda faixa ($p=0,0445$), responderam aos grandes diâmetros e, na terceira faixa, à maior inclinação das arbóreas ($p=0,0566$).

Deste modo, os dados desta superfície ratificaram a relação entre maior tempo de exposição e diversidade de bromélias, além da importância da inclinação dos fustes e a disponibilidade de substrato. A presença de adultas, considerando o conjunto de relações estatísticas, parece promover a ocorrência de plântulas.

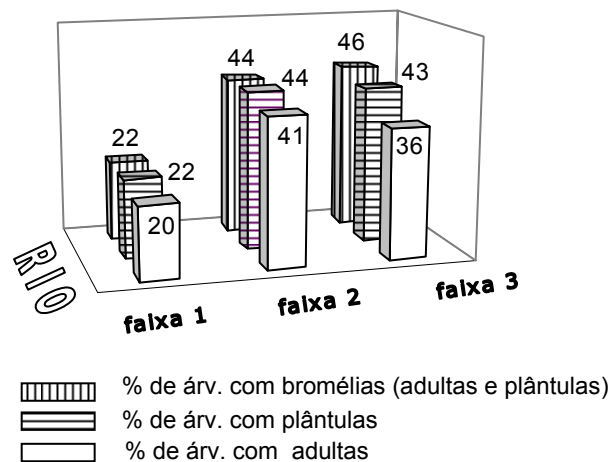
Nesta superfície, as porcentagens de colonização das árvores aumentaram com o distanciamento do rio (figura 105). Associando-se os dados de densidade de arbóreas (tabela 60), a quantidade de forófitos com bromélias foi maior na segunda faixa, representando, no entanto, quantidades aproximadas às existentes nas outras duas faixas.

Em todas as faixas de parcelas, árvores com plântulas estão em maior número do que árvores com bromélias adultas (figura 105), indicando que sementes estão sendo produzidas, e estabelecendo uma dinâmica de colonização ativa por indivíduos jovens.

No entanto, ressalta-se que a quantidade de árvores com bromélias, ratificada pelas densidades de cada espécie e de plântulas (figura 106), não é alta considerando o estado de conservação da floresta. Para justificar esses dados

pode-se inferir que a umidade no ambiente é um fator restritor para a sobrevivência de indivíduos jovens e, conseqüentemente, um impedimento à formação de adultos. Apesar de outras variáveis características do compartimento, como a grande largura do canal, a distância da vegetação da água do rio é maior do que em qualquer outra superfície trabalhada neste estudo. São aproximadamente 7 m em altura e 23 m laterais de afastamento da vegetação do rio, além dos solos com regime forte a excessivamente drenado, onde a permeabilidade é de 100 cm por hora e o relevo é convexado (CURCIO, 2006). Adicionalmente, esta superfície de agradação não apresenta interbarras com acúmulo de água, como constatado em outros compartimentos. Deste modo, os dados indicam que, mesmo onde a floresta se apresenta um bom estado de conservação, a altura das margens e o regime de drenagem dos solos, e conseqüentemente a umidade, interfere na abundância com que as bromélias ocorrem.

Figura 105 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Rio do Rasto.



4.11.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

Nesta superfície as espécies de bromélias foram sendo amostradas gradualmente ao longo do levantamento (anexo 3), onde 115 arbóreas foram avaliadas. O incremento em espécies, no entanto, é pequeno nos últimos forófitos estudados.

- distribuição horizontal

Foram registradas apenas quatro espécies de bromélias nesta superfície de agradação, onde as suas freqüências resultaram um índice de Shannon ($H'=0,80$) baixo. Ao mesmo tempo, estas espécies apresentaram baixa equidade, detectada pelo índice de Pielou ($E=0,58$) demonstrando forte relação de dominância na comunidade. Sendo os valores de importância, *Aechmea recurvata* e *Tillandsia tenuifolia* ocorreram sobre mais espécies e mais indivíduos forofíticos (tabela 61).

Apesar de poucas espécies de bromélias terem sido incluídas nas parcelas, o levantamento florístico na área (quadro 1) registrou outras quatro espécies: *Tillandsia usneoides*, *Vriesea friburgensis*, *Billbergia nutans* e *Vriesea platynema*.

Considerando o comportamento da curva espécies-área (anexo 3) e o número de bromélias não amostradas pelas parcelas, sugere-se que a vegetação remanescente e bem conservada desta região seja urgentemente estudada com maior detalhamento, visando o acesso à dados não mais disponíveis em outras regiões da planície. Sobretudo, recomenda-se a inclusão destas florestas no corredor de biodiversidade Araucária, como remanescentes importantíssimos pela singularidade das feições e diversidade das florestas na conservação do que resta das florestas fluviais do rio Iguaçu.

Entre as faixas estudadas nesta superfície de agradação, as ocorrências de espécies de bromélias e de plântulas foram uniformes, não tendo sido detectadas diferenças estatisticamente significativas (anexo 2).

A despeito desta homogeneidade na distribuição, registrou-se um aumento na diversidade de espécies de bromélias sobre as árvores instaladas na cimeira e no reverso da barra-de-meandro atual (tabela 62). As densidades das espécies, do mesmo modo, apresentaram um incremento nestas duas faixas de parcelas mais afastadas do rio (figura 106). O aumento em diversidade e abundância das bromélias nas faixas dois e três está certamente relacionado às grandes dimensões dos forófitos selecionados para o levantamento quantitativo, que são os maiores dentre os existentes nas três faixas de parcelas. Deste modo, o tempo que estes indivíduos estão expostos para colonização, além da maior área disponível, são fatores preponderantes na discussão sobre bromélias adultas e jovens na planície do rio Iguaçu.

Tabela 61 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Rio do Rasto.

| Espécies | VIE |
|------------------------------|------|
| <i>Aechmea recurvata</i> | 54,8 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 36,8 |
| <i>Vriesea reitzii</i> | 4,2 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 4,2 |

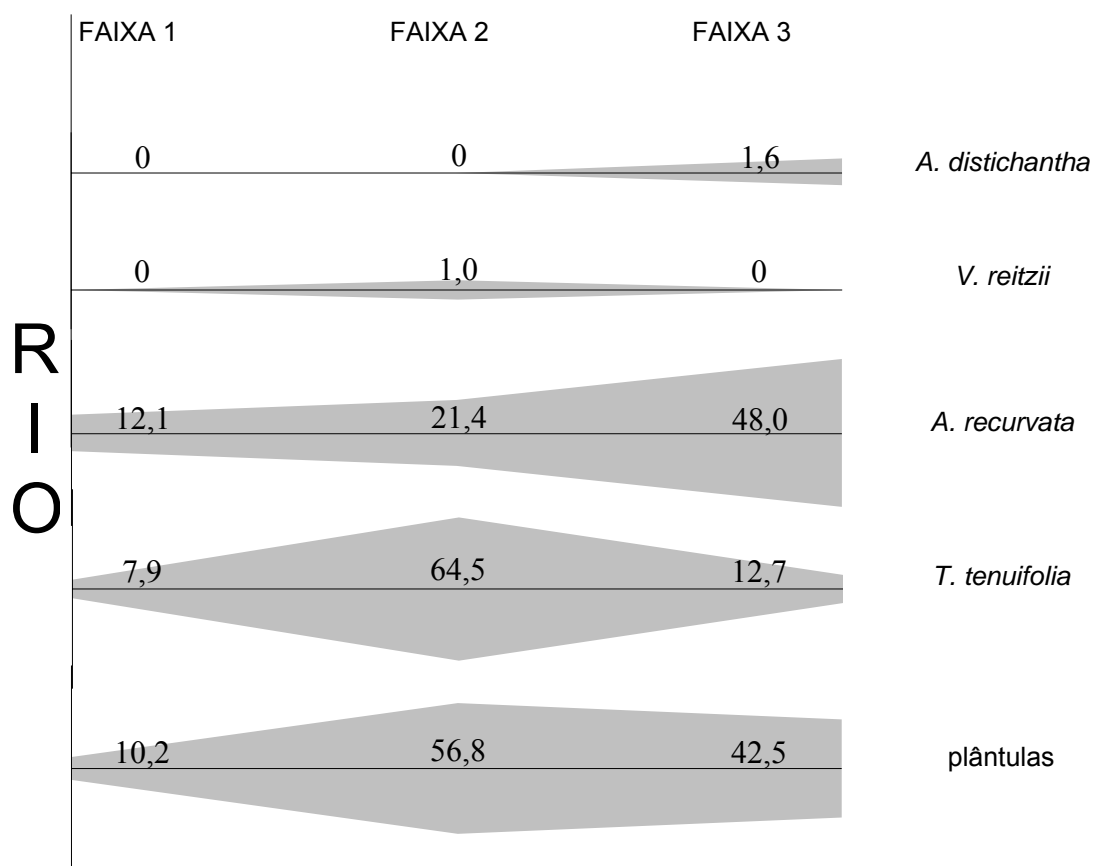
Tabela 62 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Rio do Rasto.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|------------------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 69,7 | <i>Aechmea recurvata</i> | 59,2 | <i>Aechmea recurvata</i> | 51,7 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 30,3 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 33,2 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 38,7 |
| | | <i>Vriesea reitzii</i> | 7,6 | <i>Aechmea distichantha</i> | 9,6 |

A. recurvata assume o maior valor de importância nesta superfície (tabela 61), ocorrendo em um maior número de indivíduos e espécies forofíticas também nas três faixas de parcelas (tabela 62). Ocorreu predominantemente na forma de associações, em um incremento gradual em densidade nas faixas mais interiorizadas. O incremento na densidade deu-se tanto através do aumento do tamanho das associações como do número delas em cada forófito analisado. Estes dados estão de acordo com o padrão já discutido para esta espécie, que indica ter a formação de plantas por brotamento como importante estratégia reprodutiva.

Além desta superfície, no compartimento Palermo, a superfície de degradação também apresentou *A. recurvata* como a espécie com maior valor de importância. Estes dados podem ser relacionados com o estado de conservação da vegetação, considerando que as duas áreas foram consideradas bem conservadas, com árvores de grandes dimensões e floresta estratificada. Sendo assim, de modo geral, pode-se afirmar que bromélias com dispersão zoocórica podem ser indicadoras de florestas bem conservadas na planície do rio Iguazu, na medida em que a fauna necessita de recursos e de habitats para sobrevivência e estes, por dedução, estão disponíveis em maior quantidade nas florestas com diversidade e estruturação.

Figura 106 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Rio do Rasto.



NOTAS: indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

Além disso, a grande maioria das bromélias da subfamília Bromelioideae com dispersão zoocórica é considerada tanque (tabela 3) e estas são reconhecidamente indicadoras de florestas conservadas ou em estágio mais avançado de regeneração (BONNET, 2001, HOELTGEBAUM, 2003).

T. tenuifolia, que também apresenta comumente a forma de crescimento em associações, explodiu em densidade na maior árvore amostrada na superfície, *Cryptocarya aschersoniana*, pertencente a faixa dois (figura 106). Esse dado ratifica a relação de grandes exemplares arbóreos não só com diversidade de espécies de bromélias, como também com grandes densidades.

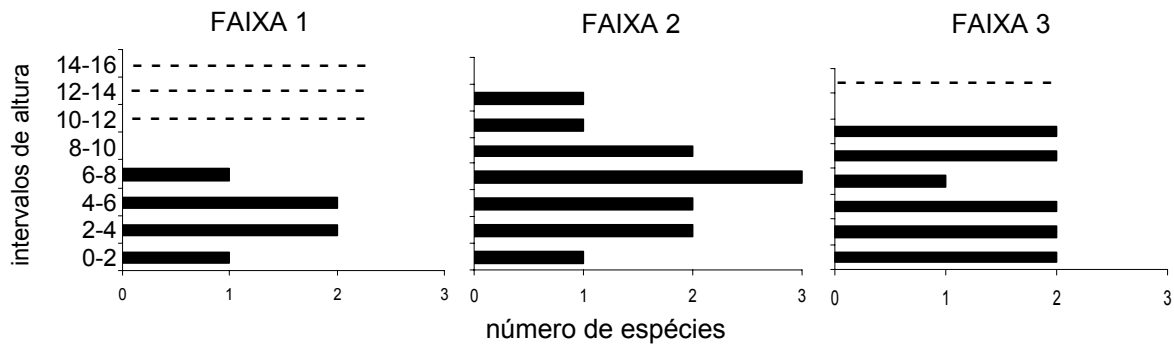
Plântulas foram registradas em altas densidades nas duas faixas mais interiorizadas (figura 106), indicando uma origem diversificada. Sua estratificação vertical (figura 108) reitera a possibilidade dessa relação, ocorrendo amplamente desde a base até as partes mais altas dos forófitos.

- estratificação vertical

De modo geral, as bromélias ocorreram desde a base dos forófitos até 14 m, estando ausentes do último intervalo (figura 107). Esse padrão, como já discutido, está relacionado com o menor tempo de exposição destas porções dos ramos e com a qualidade do substrato disponibilizado para as bromélias.

Na faixa de parcelas mais próxima ao rio, as bromélias ocorreram apenas até 8 m de altura devido ao menor tamanho dos forófitos nesta porção da superfície. Por outro lado, na segunda faixa de parcelas, a estratificação vertical das bromélias é muito ampla, explorando grande parte dos intervalos de altura disponíveis.

Figura 107 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Rio do Rasto.



NOTA: ----- intervalo não existente.

No entanto, quando consideradas as estratificações separadamente (figura 108), observa-se que os intervalos de altura de colonização não se sobrepõem por completo, configurando-se diferenças na estratificação vertical de cada espécie, a despeito de alturas preferenciais muito próximas.

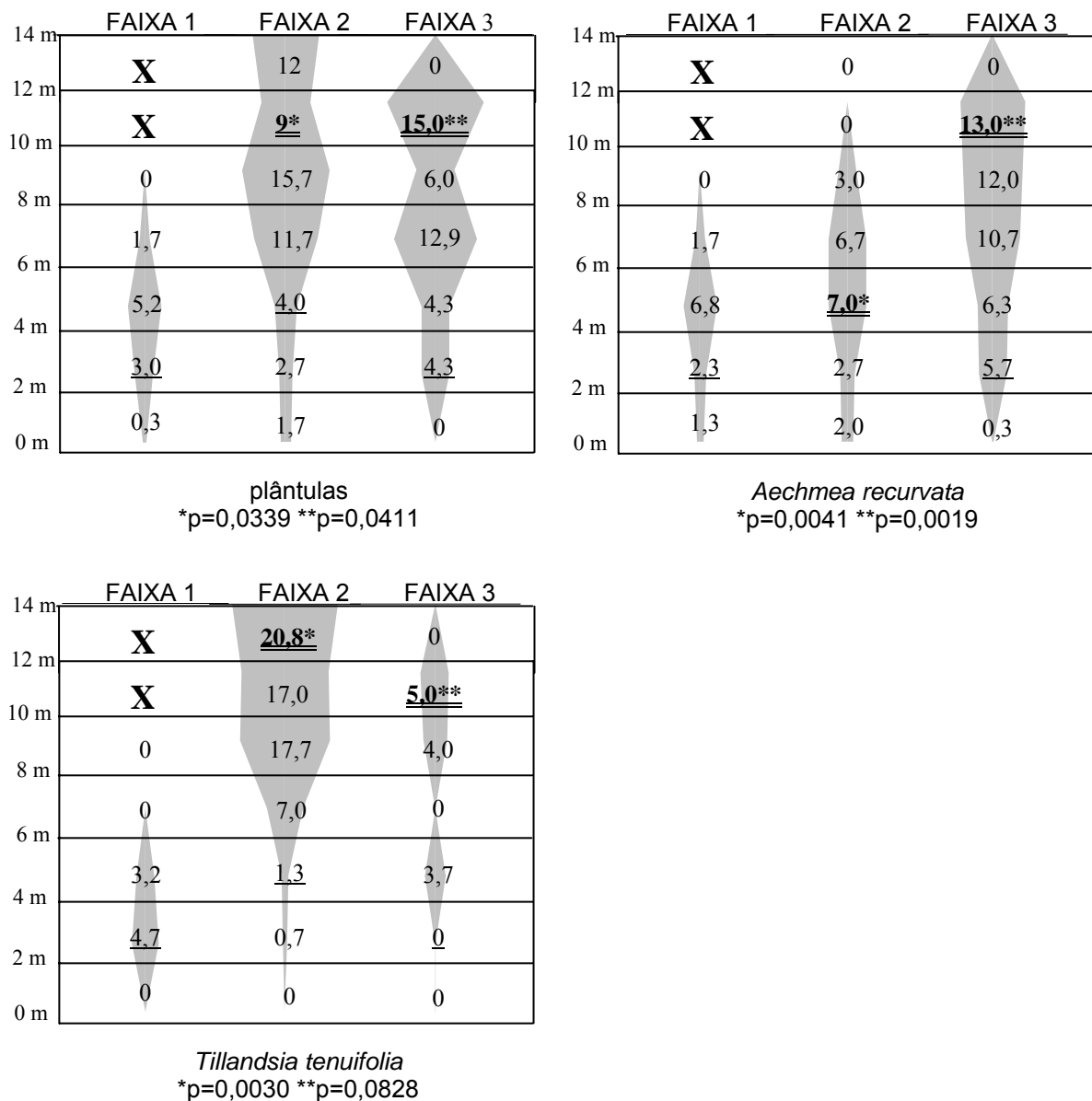
Neste sentido, na segunda faixa de parcelas, por exemplo, enquanto as alturas colonizadas por *T. tenuifolia* iniciam em 2 m, estendendo-se até os 14 m, *A. recurvata* ocorre da base até 10 m de altura. A estratificação das plântulas, como seria esperado para este grupo por representarem indivíduos jovens de várias espécies, ocorre da base até 14 m na mesma faixa de parcelas.

Deste modo, tem-se *T. tenuifolia* e *A. recurvata* explorando grande parte dos intervalos disponíveis. Na segunda faixa de parcelas, onde os forófitos recebem apenas a luminosidade pela sua porção superior, pode ser feita uma distinção entre as alturas de colonização, com intervalo preferencial mais alto para *T. tenuifolia* e

mais baixo para *A. recurvata*. Estes dados nos remetem à capacidade de *T. tenuifolia* em explorar locais mais expostos da copa e de *A. recurvata* tolerar ambientes mais sombreados. Neste sentido, as árvores da terceira faixa de parcelas, em ambiente mais distante do rio, seriam locais mais adequados para crescimento de *A. recurvata*, como pode ser visto na figura 108.

Nesta superfície, a despeito de *A. recurvata* ter ocorrido preferencialmente no início da copa das árvores da segunda faixa de parcelas (figura 108), sua estratificação foi muito ampla, com indivíduos registrados inclusive no fuste dos forófitos, além do centro e da periferia das copas.

Figura 108 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Rio do Rasto.



NOTA: indivíduo/intervalo – outras espécies e plântulas.

0 = PIM, 0 = intervalo significativamente diferente. X = intervalo não existente.

4.11.2 Superfície de Degradação

4.11.2.1 Descrição do ambiente

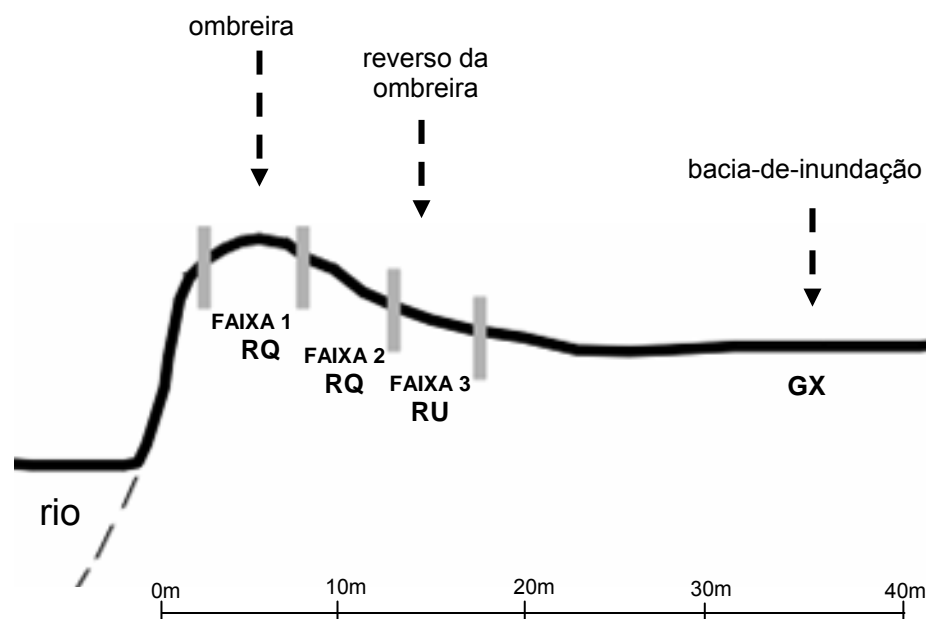
Conforme já comentado anteriormente, este compartimento é o último com vegetação pertencente à Floresta Ombrófila Mista, estabelecido no Segundo Planalto paranaense. A superfície de degradação, situada na mesma curva que a superfície de agradação, mas em lado oposto, tem suas faixas de parcelas implantadas nas margens que compõem a foz do rio Timbó.

Nesta superfície de degradação existe a formação de uma ombreira com forma convexa (CURCIO, 2006) (figura 109), o que caracteriza a formação de um dique marginal, como descrito na literatura (RUHE, 1975; SUGUIO e BIGARELLA, 1979; AB'SABER, 2000). Seu alçamento é de aproximadamente 4,5 m, e largura em torno de 12 m (CURCIO, 2006).

A primeira faixa de parcelas foi instalada na cimeira do dique e as outras duas na seqüência, sobre o reverso do dique que se estende até uma bacia-de-inundação (figura 109). Segundo CURCIO (2006), sob as faixas de parcelas um e dois encontra-se Neossolo Quartzarênico em regime excessivamente drenado. Sob a terceira faixa de parcelas, foi identificado Neossolo Flúvico, em ambiente moderadamente drenado, pois já tem influência das oscilações do lençol freático (CURCIO, 2006).

Na bacia-de-inundação, adjacente às faixas de parcelas (figura 109), os Gleissolos Háplicos em regime mal drenado denotam a forte saturação hídrica dos solos (CURCIO, 2006). Essa grande quantidade de água nos solos é fonte de umidade constante para o ambiente associado, incluindo-se aí a comunidade de epífitas.

Figura 109 - Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: RQ = Neossolo Quartzarênico, RU = Neossolo Flúvico, GX = Gleissolo Háplico.
Baseado em Curcio (2006).

4.11.2.2 Caracterização do componente arbóreo

Esta superfície de degradação apresenta a floresta em bom estado de conservação, protegida atualmente da ação de bovinos e mantida como uma real área de preservação permanente. Como resultado, identificou-se um sub-bosque denso, com cerca de 1,8 m de altura, que diminui apenas onde os solos tornam-se saturados hidricamente (Gleissolos Háplicos).

Deste modo, 22 espécies de árvores compõem uma floresta fisionomicamente heterogênea devido às menores alturas e maior densidade da vegetação na cimeira do dique contrastando com indivíduos mais altos e mais espaçados do reverso do dique. Considerando que o período de colonização da superfície pela vegetação deva ser muito similar, é provável que tenha havido, em épocas passadas, exploração dessa floresta pelo homem, pois não foram identificados exemplares arbóreos com grandes dimensões. As maiores alturas estão em torno de 12 m, e os diâmetros não ultrapassam 36 cm; estas dimensões foram registradas para indivíduos de *Cryptocarya aschersoniana* e *Matayba elaeagnoides*.

Na faixa mais próxima ao rio, implantada na cimeira do dique marginal, foram identificadas 17 espécies de árvores presentes em alta densidade (3.933,3 ind./ha), alta dominância e com as menores alturas da superfície (tabela 63). As espécies

com maior densidade relativa foram: *Sebastiania commersoniana* (40,7%), *M. elaeagnoides* (8,5%), *Ilex theezans* (8,5%) e *Casearia decandra* (6,8%). Os forófitos com maior diversidade de bromélias foram representantes de *M. elaeagnoides* e *S. commersoniana*, sendo esta última espécie também suporte da maior abundância das referidas epífitas.

Na segunda faixa de parcelas, já no reverso do dique, a densidade de árvores diminui (3.133,3 ind./ha) em relação à faixa da cimeira, com amostragem de 10 espécies. *S. commersoniana* (42,6%) foi a espécie mais abundante, seguida por *Ilex theezans* (12,8%) e *Myrcia guianensis* (8,5%). A espécie com maior abundância e diversidade de bromélias foi *S. commersoniana*.

Em posição mais próxima à bacia de inundação, a terceira faixa de parcelas apresenta a menor densidade de árvores (2.600,0 ind./ha), a menor diversidade (nove espécies) e menor dominância, mas a maior média de fustes por indivíduo arbóreo da superfície (tabela 63). A espécie mais abundante foi novamente *S. commersoniana* (38,5%), destacando-se também as árvores mortas (15,4%), *Ilex theezans* (12,8%) e *M. guianensis* (10,3%). Assim como nas faixas anteriores, *S. commersoniana* apresentou maior abundância e diversidade de bromélias.

As árvores mortas, que também servem como suportes para bromélias epifíticas, ocorreram em alta densidade relativa na comunidade amostrada pela terceira faixa de parcelas. Essa mortalidade pode ter sido ocasionada pelas constantes cheias do Iguaçu (FRANÇA, 1993) que, segundo CURCIO (2006), provocam o recalque hídrico do rio Timbó e assim, seu extravasamento, inundando as margens. Como as parcelas estão instaladas exatamente na foz do rio Timbó, as águas do extravasamento atingem a vegetação através da bacia-de-inundação, que está muito próxima à floresta estudada. Entre as faixas de parcelas, as arbóreas mais próximas à bacia-de-inundação estão mais suscetíveis às influências hídricas e, considerando que as cheias estão alcançando marcas mais elevadas nos últimos anos devido ao assoreamento do rio Iguaçu, a mortalidade dessas arbóreas estaria justificada.

A combinação de feições geomórficas onde água é acumulada, como são as bacias-de-inundação, associadas à grande quantidade de água disponível, não só pelo rio Iguaçu como também pelo rio Timbó, condiciona grande umidade relativa o

que, por sua vez, possibilita a existência de microclimas muito adequados para as bromélias epifíticas.

Tabela 63 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto.

| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 3.933,3 | 5,7 | 3,0 | 11,7 | 1,6 | 55,5 |
| 2 | 3.133,3 | 7,4 | 3,6 | 11,7 | 1,4 | 50,7 |
| 3 | 2.600,0 | 7,5 | 4,1 | 13,7 | 1,9 | 39,4 |

4.11.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias

A diversidade de bromélias apresentou relação significativa com as dimensões dos forófitos, mas apenas nas faixas um e dois (anexo 2). É intrigante que preferências não tenham sido detectadas na terceira faixa de parcelas, pois para estas arbóreas foram calculadas as maiores médias de altura, diâmetro e número de fustes por forófito da superfície.

Na faixa mais próxima ao rio, maior diversidade de bromélias foi registrada nas árvores mais altas ($p=0,0458$) e com maiores diâmetros ($p=0,0935$). Na segunda faixa de parcelas, além das maiores alturas ($p=0,0932$) e maiores diâmetros ($p=0,0456$), o número de fustes ($p=0,0559$) também apresentou relação significativa com a diversidade de bromélias.

A despeito da média de fustes na segunda faixa ter sido a menor da superfície (tabela 63), as bromélias ocorreram preferencialmente nas poucas árvores com múltiplos fustes existentes. Esta relação indica que vários fustes representam mais superfície disponível para colonização, o que está de acordo com grandes diâmetros e alturas como fatores determinantes na diversidade de bromélias.

Plântulas, no entanto, presentes em grande parte das árvores desta superfície (figura 110), apresentaram distribuição aleatória entre as faixas (anexo 2), considerando os parâmetros forofíticos avaliados.

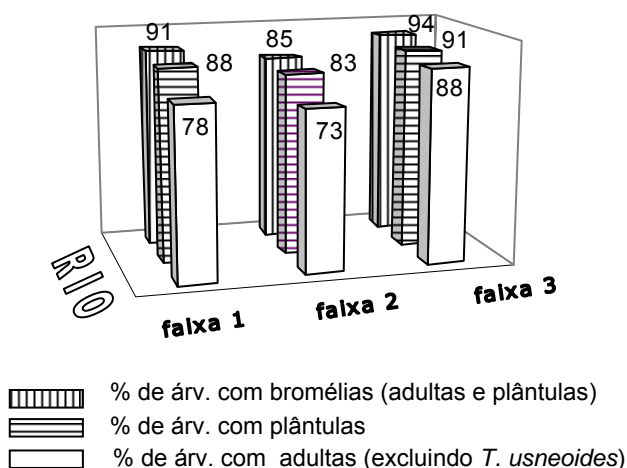
Entre todas as áreas de estudo estabelecidas na planície do rio Iguçu, esta superfície de degradação é certamente a que apresentou maior quantidade de árvores colonizadas por bromélias nas três faixas de parcelas (figura 110). Estes dados refletem a condição de grande umidade associada ao estado de conservação da floresta, possibilitando o estabelecimento e desenvolvimento de bromélias. A

condição de alta umidade no ambiente já foi discutida anteriormente e relaciona-se à combinação da bacia-de-inundação com Gleissolos Hápicos em regime mal drenado e à proximidade da foz do rio Timbó, que possibilitam a formação de microclimas com elevada umidade.

Considerando as densidades em cada faixa de parcelas (tabela 63), a quantidade de árvores com bromélias é maior na faixa mais próxima ao rio. No entanto, as diferenças entre as faixas não são grandes, indicando que as condições existentes nesta superfície possibilitam uma ocupação uniforme do substrato existente.

Como seria esperado para uma área com grande disponibilidade de sementes, a quantidade de árvores colonizadas por indivíduos jovens é maior do que aquelas colonizadas por bromélias adultas (figura 110), de onde se exclui *T. usneoides*, que teoricamente pouco contribui para a formação de plântulas e dificilmente se diferencia quanto aos estádios de desenvolvimento.

Figura 110 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto.



4.11.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

A totalidade de espécies de bromélias foi amostrada no início do levantamento (anexo 3) de 151 arbóreas, com conseqüente estabilização da curva.

- distribuição horizontal

Mesmo com a grande maioria das árvores apresentando registro de bromélias, apenas cinco espécies de bromélias foram registradas nesta superfície (tabela 64). No entanto, suas frequências relativas resultaram em um índice de Shannon ($H'=1,34$) próximo aos valores mais altos encontrados nas áreas estudadas. O índice de Pielou também foi alto ($E=0,83$), indicando que as proporções com que as espécies ocorrem estão próximas ao equilíbrio. Esta proporcionalidade é ratificada pelos valores de importância (tabela 64), que demonstra pequenas diferenças entre os valores calculados.

Além das cinco espécies identificadas sobre os forófitos incluídos no levantamento, *Aechmea distichantha* e *Vriesea reitzii* também foram observadas na área, mas com pequena abundância.

Tanto a ocorrência de espécies de bromélias como de plântulas não apresentou diferenças significativas entre as faixas de parcelas (anexo 2), indicando que, além das altas porcentagens de colonização em toda a superfície, as bromélias também ocorreram de modo homogêneo. Estes dados estão de acordo com os valores de importância calculados para as espécies em cada faixa (tabela 65), demonstrando que a ocorrência sobre indivíduos e sobre espécies forofíticas foi bastante proporcional.

Quanto à diversidade de bromélias (tabela 65), a segunda faixa de parcelas apresenta uma pequena diminuição no número de espécies. *B. nutans* foi registrada apenas na primeira e na terceira faixa de parcelas, e quantificada somente na terceira faixa. Esta espécie foi mais freqüente nas áreas da FES, mas pouco registrada na FOM. A densidade calculada nesta superfície demonstra seu vigoroso crescimento, que ocorre sempre na forma de associações que por vezes são muito densas, onde é difícil a individualização das plantas.

Na literatura, *B. nutans* consta como heliófila, de luz difusa ou umbrófila (REITZ, 1983; CERVI e DOMBROWSKI, 1985), o que refletiria em uma ampla ocorrência entre as feições da superfície. No entanto, foi observado neste estudo que a espécie aparentemente está relacionada com ambientes mais sombreados e expostos por períodos mais longos de tempo, sempre em ocorrências esporádicas.

TARDIVO e CERVI (2001) citam *B. nutans* como típica de rochas sombreadas e úmidas do Parque Estadual de Vila Velha (PR).

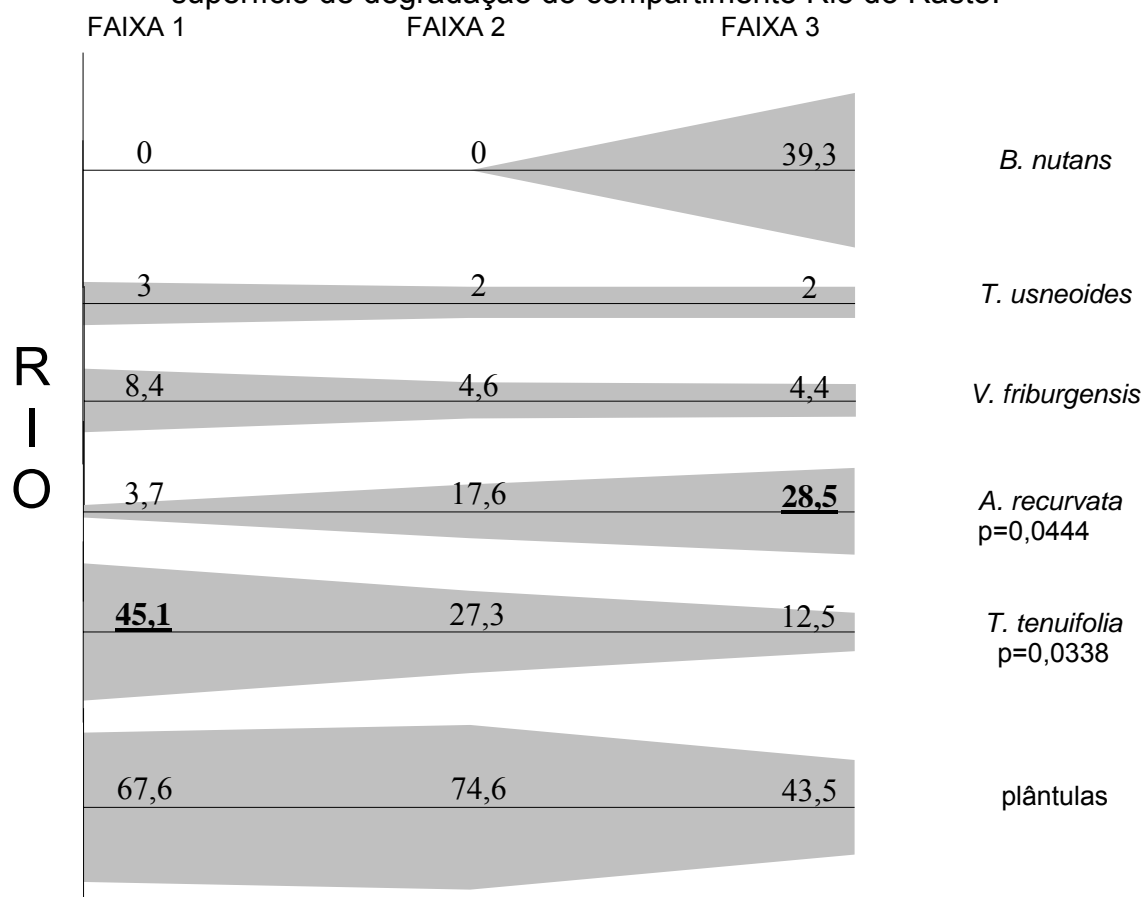
Tabela 64 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto.

| Espécies | VIE |
|------------------------------|------|
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 35,6 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 29,2 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 21,4 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 11,2 |
| <i>Billbergia nutans</i> | 2,6 |

Tabela 65 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|------------------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|------|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 39,6 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 39,2 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 33,0 |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 31,1 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 35,2 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 26,1 |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 22,3 | <i>Aechmea recurvata</i> | 15,5 | <i>Aechmea recurvata</i> | 19,3 |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 4,8 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 10,1 | <i>Tillandsia usneoides</i> | 15,9 |
| <i>Billbergia nutans</i> | 2,2 | | | <i>Billbergia nutans</i> | 5,7 |

Figura 111 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto.



NOTA: cobertura/forófito - *T. usneoides*; indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

0 = faixa significativamente diferente.

Na faixa de parcelas próxima ao rio, *T. usneoides* ocorre em maiores frequência (tabela 65) e densidade (figura 111) do que nas faixas mais interiorizadas da superfície. No entanto, os graus de cobertura nas árvores do reverso do dique, associados pela sua estratificação vertical (figura 113), indicam que a proximidade da bacia-de-inundação possibilita a manutenção de um ambiente favorável para o crescimento da espécie.

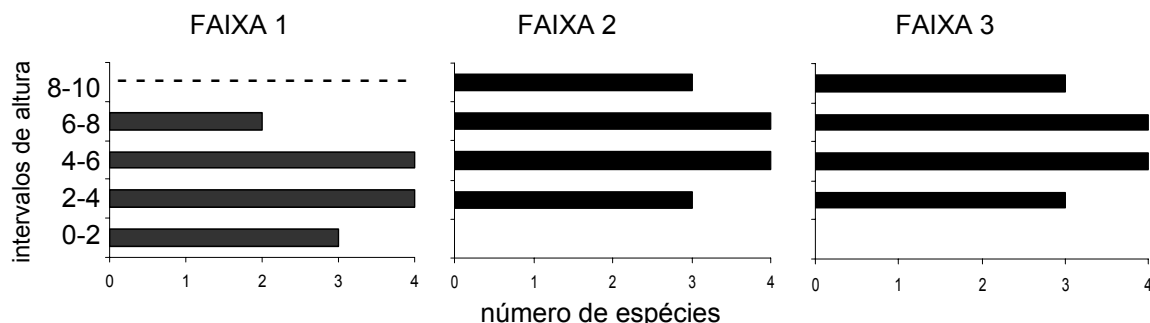
A. recurvata, de modo inverso, ocorreu preferencialmente na faixa mais afastada do rio (figura 111). Este comportamento pode estar relacionado à quantidade de fustes por forófito (tabela 63) como à atividade da avifauna nesta porção da superfície.

- estratificação vertical

De modo geral, as bromélias colonizaram todos os intervalos de altura entre a base e 10 m de altura dos forófitos (figura 112).

Na faixa mais próxima ao rio, onde as alturas dos forófitos são menores e a luminosidade incide sobre toda a extensão dos forófitos, as espécies se concentraram em intervalos mais basais. Nas faixas mais interiorizadas, a colonização por bromélias adultas iniciou apenas aos 2 m dos forófitos que são mais altos, concentrando-se em intervalos de altura pouco superiores.

Figura 112 – Número de espécies de bromélias registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto.



NOTA: ----- intervalo não existente.

Ratificando sua forte presença na superfície, as plântulas ocorreram em todos os intervalos de altura das três faixas de parcelas (figura 113), e em todas as posições dos forófitos, o que pode ser relacionado ao estado de conservação da vegetação e à umidade disponível no ambiente.

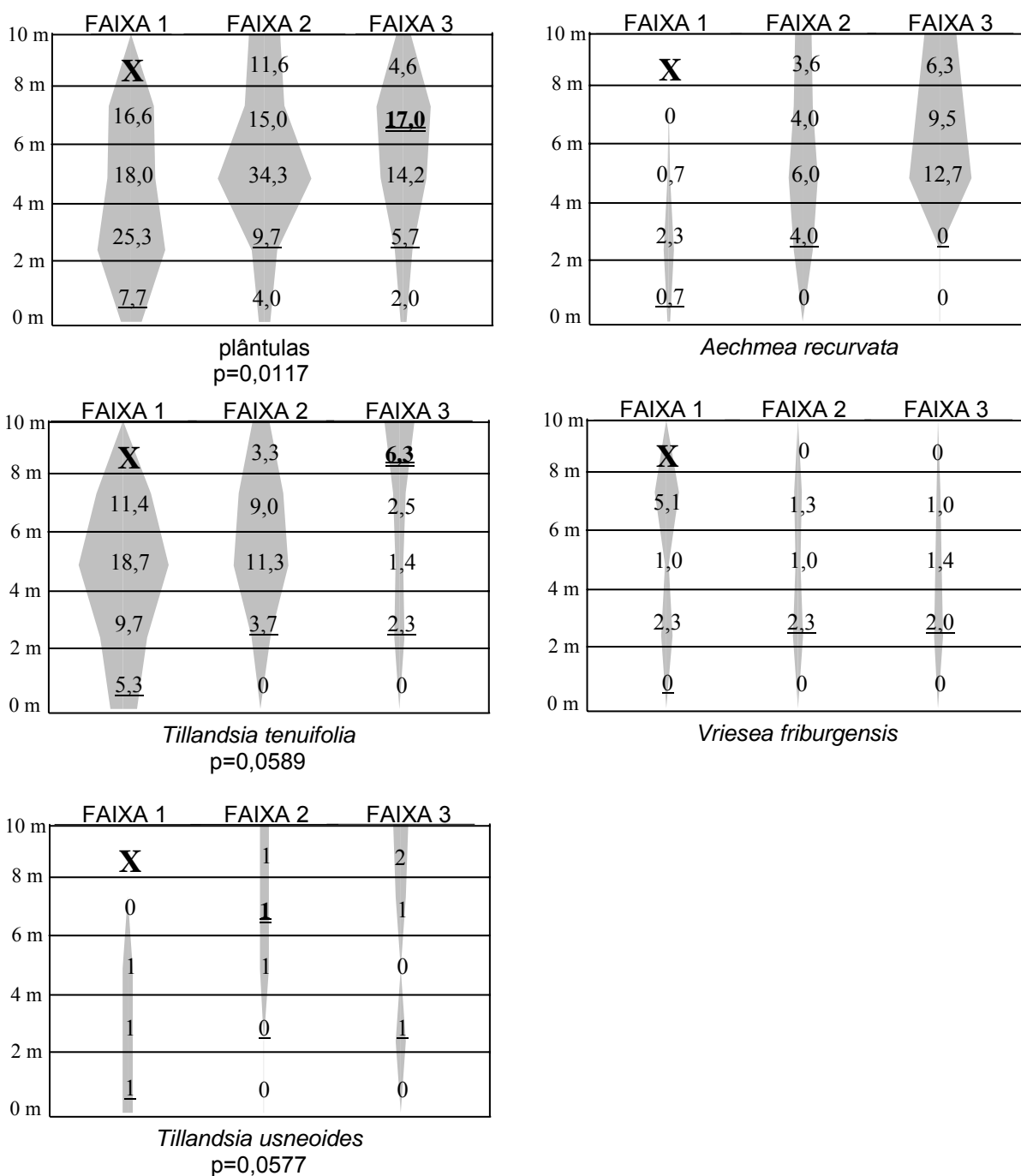
T. tenuifolia, *A. recurvata* e *T. usneoides*, por sua vez, apresentaram uma estratificação ampla na faixa de parcelas próxima ao rio, mas uma concentração nos intervalos mais altos das árvores interiorizadas (figura 113). Este comportamento está de acordo com estratificações já registradas em outras superfícies de degradação deste estudo, e pode ser justificado pelo início das copas dos forófitos, que representa um aumento em substrato e microambientes para as bromélias, pela busca por maior luminosidade, assim como pela intolerância ao excesso de umidade. *B. nutans* ocorreu, tanto no centro quanto na periferia, no intervalo imediatamente superior ao início das copas dos forófitos da terceira faixa de parcelas, o que provavelmente está relacionado ao modo de dispersão de suas sementes, como já discutido.

T. usneoides ratifica seu comportamento já discutido em outras superfícies, colonizando os intervalos mais basais nas árvores mais próximas ao rio e os intervalos com maior luminosidade e menor saturação pela umidade, característicos das maiores alturas, das faixas dois e três (figura 113).

T. tenuifolia e *T. usneoides* ocorreram tanto no centro como na periferia da copa dos forófitos, enquanto *A. recurvata* foi observada predominantemente nos fustes e na porção central da copa. Os fustes ou a parte central das copas, onde estão localizados ramos mais espessos (RUDOLPH *et al.*, 1998), representam bases fortes para sustentação desta bromélia que, além de acumular água em suas rosetas, normalmente ocorre na forma de associações de plantas, o que gera um aumento do seu peso.

V. friburgensis foi registrada nas três faixas de parcelas a partir de 2 m de altura, em maiores densidades nas árvores mais próximas ao rio, tanto na forma isolada quanto associada (figura 113). Esses dados estão relacionados às preferências da espécie por ambientes com maiores intensidades lumínicas, mas altas taxas de umidade relativa, como foram encontradas nesta superfície e na agradação de Campo do tenente e degradação de Rio Bonito.

Figura 113 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Rio do Rasto.



NOTA: grau de cobertura/intervalo - *T. usneoides*; indivíduo/intervalo – outras espécies e plântulas.

0 = PIM, 0 = intervalo significativamente diferente. X = intervalo não existente.

4.12 COMPARTIMENTO SERRA GERAL I – CAPANEMA

4.12.1 Superfície de Agradação

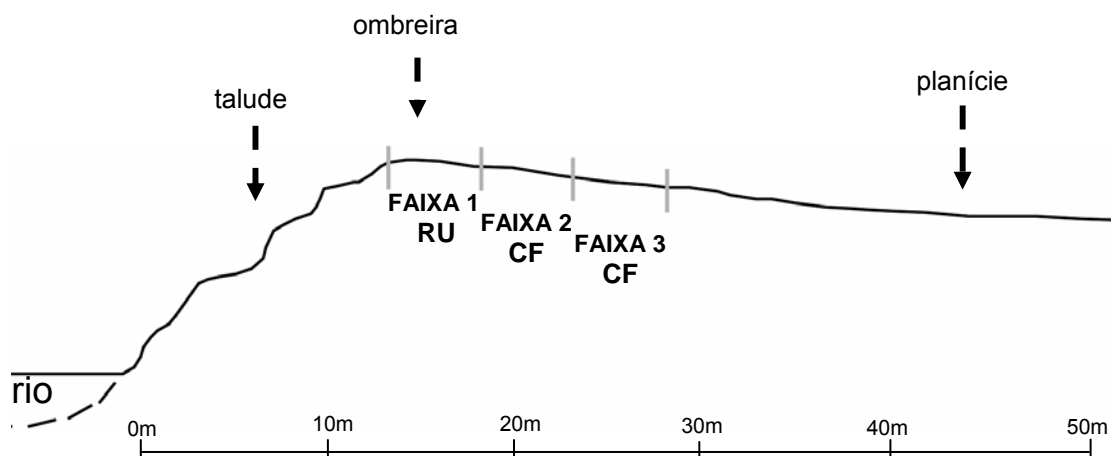
4.12.1.1 Descrição do ambiente

Este compartimento está localizado no Terceiro Planalto paranaense, com as superfícies de agradação e degradação elaboradas sobre rochas efusivas. Caracteristicamente seus vales são encaixados, com estreitas planícies, que possibilitam a aproximação de encostas íngremes do rio (CURCIO, 2006). Segundo JUSTUS (1990), na Serra Geral o rio Iguazu apresenta-se fortemente encaixado, o que está relacionado aos alinhamentos estruturais. Difere do padrão meandrante dos compartimentos anteriores pela presença de corredeiras e paredões abruptos, associados a um canal magnificado com larguras que variam entre 350 e 875 m (CURCIO, 2006).

Segundo CURCIO (2006), a superfície de agradação pertence a curvas elaboradas com controle estrutural não apresentando, em consequência, as feições típicas de padrões meandantes (figura 114), como barras-de-meandro, interbarras ou bacias-de-inundação. Deste modo, foi identificado um talude com aproximadamente 45°, formado por uma seqüência de inflexões/deflexões, terminando na ombreira alçada em torno de 4,5 m (CURCIO, 2006). Segundo este autor, a ombreira se estende até a faixa de planície, por cerca de 45 m, em um relevo com menos de 7% de inclinação.

Na porção da ombreira, onde foi instalada a primeira faixa de parcelas (figura 114), CURCIO (2006) identificou Neossolo Flúvico em ambiente acentuadamente drenado. As faixas de parcelas dois e três foram instaladas no reverso da ombreira, sobre Cambissolo Flúvico, desenvolvido também em ambiente acentuadamente drenado.

Figura 114 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Serra Geral I, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: RU = Neossolo Flúvico, CF= Cambissolo Flúvico.
Baseado em Curcio (2006).

4.12.1.2 Caracterização do componente arbóreo

Esta superfície está inserida na unidade fitogeográfica Floresta Estacional Semidecidual que, no estado do Paraná, se estende para leste através das calhas dos rios, inclusive do rio Iguaçu. As áreas escolhidas para amostragem da vegetação arbórea e epifítica pertencem ao Parque Nacional do Iguaçu (figura 124), uma unidade de conservação com 185.262 ha, criado em 1939. As áreas escolhidas para trabalho, segundo o plano de manejo da unidade, estão inseridas na Zona Primitiva (IBAMA, 1999), definida como região com pequena intervenção humana que margeia quase toda a extensão do rio Iguaçu dentro do parque.

Devido ao controle estrutural, as superfícies de agradação e degradação estudadas, na Floresta Estacional Semidecidual, são muito semelhantes quanto à fisionomia e composição da vegetação, diferindo do padrão observado no domínio da Floresta Ombrófila Mista.

Também devido ao controle estrutural da agradação, a idade de formação das feições geomórficas parece ser homogênea, o que indica que, de modo geral, os estágios de desenvolvimento da vegetação são muito semelhantes entre si.

A vegetação dessa superfície possui bom estado de conservação, com registro de vários exemplares arbóreos de grande porte. Foi identificado um sub-bosque com cerca de 2,5 m de altura, enquadrado como intermediário quando comparado com a vegetação das outras superfícies.

Através das três faixas de parcelas foram registradas 32 espécies de árvores, sendo os maiores exemplares representantes de várias espécies, como *Diatenopteryx sorbifolia*, *Luehea divaricata*, *Matayba elaeagnoides*, *Endlicheria paniculata* e *Patagonula americana*. Estes indivíduos alcançaram 108 cm de diâmetro e 22 m de altura.

A faixa de parcelas instalada na ombreira registrou 22 espécies de árvores, na maior densidade e dominância (2.800 ind./ha) dentre as obtidas. *Allophylus edulis* (14,3%) e *Actinostemon concolor* (11,9%) apresentaram as maiores densidades

relativas, seguidas por *Trichilia catigua* (7,1%), *Miconia collatata* (7,1%), *Eugenia involucrata* (7,1%) e *Inga marginata* (7,1%). Bromélias foram registradas em apenas dois indivíduos, representantes de *D. sorbifolia* e *M. elaeagnoides*.

As densidades de arbóreas e suas alturas médias na segunda e terceira faixa de parcelas foram as mesmas (1.733,3 ind./ha) (tabela 66). Dentre as 12 espécies de árvores registradas na segunda faixa, aquelas que apresentaram maior densidade relativa foram: *Sorocea bonplandii* (26,9%), *Actinostemon concolor* (15,4%) e *Guarea macrophylla* (15,4%). Nestas árvores não houve registro de bromélias, nem na sua forma jovem.

A faixa de parcelas mais interiorizada amostrou 16 espécies de árvores, com a maior média de fustes por indivíduo arbóreo e também alta dominância (tabela 66). *Inga marginata* (23,1%), *Sorocea bonplandii* (11,5%) e *Euterpe edulis* (11,5%) foram as espécies de maior densidade relativa. Nesta faixa de parcelas apenas um indivíduo de *Patagonula americana* foi registrado com bromélias.

Tabela 66 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Serra Geral I.

| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 2.800,0 | 7,2 | 2,8 | 16,0 | 1,2 | 94,2 |
| 2 | 1.733,3 | 7,3 | 3,5 | 12,4 | 1,1 | 29,8 |
| 3 | 1.733,3 | 7,3 | 4,0 | 14,9 | 1,3 | 89,9 |

4.12.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias

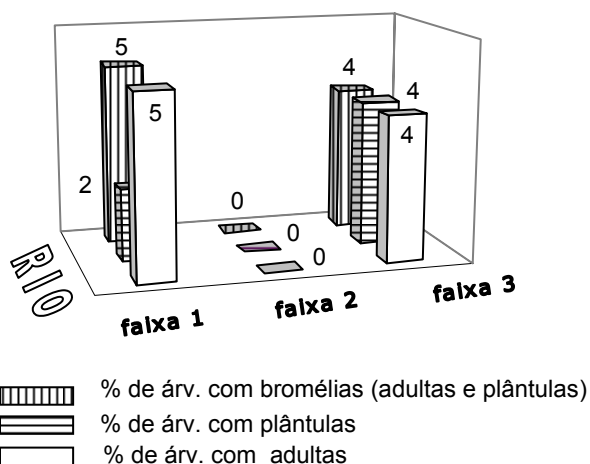
Devido ao baixo número de bromélias adultas e plântulas registradas nesta superfície, as análises estatísticas que relacionam as ocorrências das bromélias e as características dos forófitos não foram possíveis (anexo 2).

Destaca-se, no entanto, que as poucas bromélias levantadas na primeira e na terceira faixa ocorreram sobre os maiores indivíduos arbóreos amostrados pelas parcelas, indicando que a relação maior tempo de exposição *versus* maior quantidade de bromélias também é válida para a Floresta Estacional Semidecidual.

A quantidade de árvores que serviram de suportes para membros da família Bromeliaceae foi muito baixa nas faixas onde houve algum registro (figura 115),

sendo as porcentagens equivalentes a dois exemplares na primeira faixa e apenas um na terceira faixa de parcelas.

Figura 115 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Serra Geral I.



4.12.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

Na superfície de agradação deste compartimento, com o mesmo esforço amostral das outras superfícies, apenas duas espécies de bromélias foram registradas ao longo do levantamento, onde 94 arbóreas foram avaliadas (anexo 3).

- distribuição horizontal

O baixo número de espécies e sua pequena ocorrência resultaram em um índice de Shannon ($H' = 0,56$) muito inferior às outras áreas de trabalho (tabela 2). Além destas duas espécies, foi observada *Acanthostachys strobilacea* na área.

O índice de Pielou ($E = 0,81$) foi alto, indicando que as espécies ocorreram em proporções semelhantes. Esta afirmação, no entanto, não é ratificada pela diferença entre os valores de importância calculados para as espécies (tabela 67), resultantes do registro de *B. nutans* em três forófitos, enquanto *A. distichantha* em apenas um (tabela 67).

Tabela 67 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Serra Geral I.

| Espécies | VIE |
|-----------------------------|-----|
| <i>Billbergia nutans</i> | 75 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 25 |

Tabela 68 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Serra Geral I.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|--------------------------|-----|----------|-----|-----------------------------|-----|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Billbergia nutans</i> | 100 | - | | <i>Billbergia nutans</i> | 50 |
| | | | | <i>Aechmea distichantha</i> | 50 |

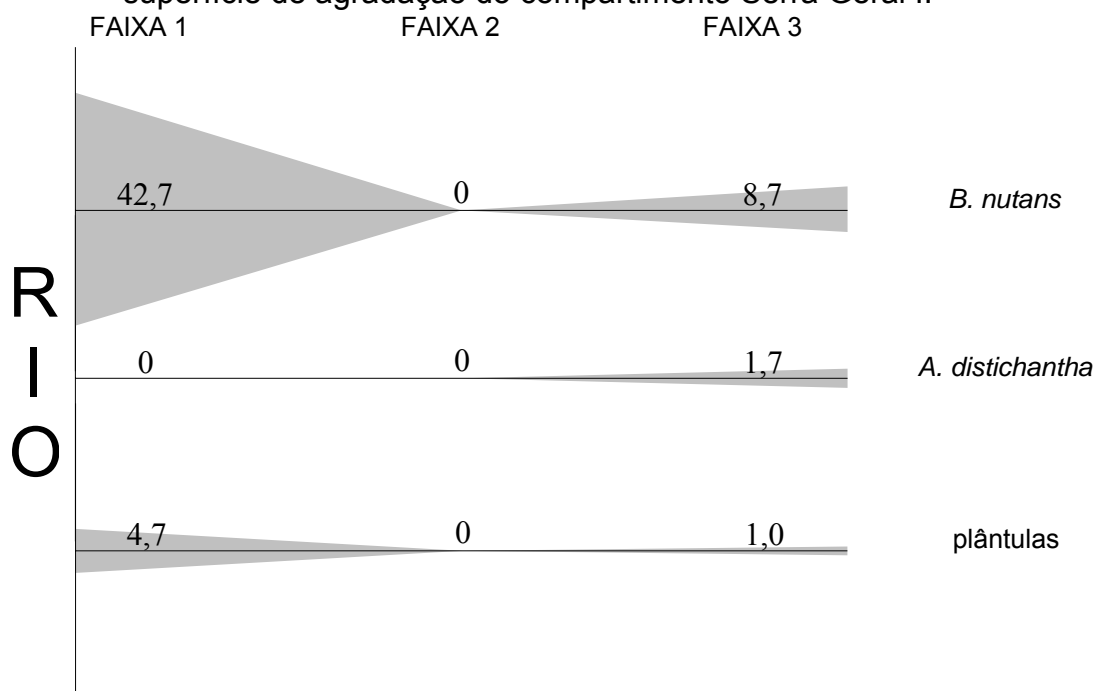
Nem a ocorrência de espécies nem a de plântulas foi significativamente diferente entre as faixas de parcelas, fato certamente relacionado ao baixo número de bromélias (anexo 2).

Além da influência do macroclima na vegetação desta unidade fitogeográfica, que resulta em uma grande diminuição de epífitas (BOLÓS *et al.*, 1992; RODERJAN *et al.*, 2002; BORGO *et al.*, 2002), inclusive de bromélias, fatores relacionados ao relevo e ao solo também são importantes e devem ser considerados. Como no Terceiro Planalto o rio Iguaçu corre em vales encaixados, com curvas elaboradas diretamente sobre rochas e controle estrutural (CURCIO, 2006), as feições típicas de agradação, como barras-de-meandro e interbarras, não existem. Nesta superfície foram identificadas margens muito alçadas (em torno de 4,5 m), ombreira retilinizada e solos desenvolvidos com permeabilidades muito rápidas (CURCIO, 2006) condicionando o distanciamento do nível fluviométrico e o rápido escoamento da água da superfície. Neste ambiente ainda é importante a presença de arbóreas de grande porte (tabela 66), acompanhadas por vários outros estratos vegetacionais, responsáveis por intensa evapotranspiração. Deste modo, a possibilidade de formação de microclimas que mantenham maior umidade nesta porção da planície inserida na Floresta Estacional Semidecidual parece bastante abstrata, impondo forte restrição ao estabelecimento e sobrevivência do componente epifítico.

Na distribuição horizontal das espécies (figura 116) pode-se observar maior densidade de plântulas e de *B. nutans* na faixa mais próxima ao rio, indicando a importância da umidade e da luminosidade para as bromélias nesta posição da superfície. *A. distichantha*, por sua vez, ocorreu apenas na terceira faixa e em uma pequena associação de cinco plantas.

A alta densidade de *B. nutans* na faixa um está relacionada à característica desta espécie de crescimento em grandes associações, assim como observado nas áreas inseridas na Floresta Ombrófila Mista.

Figura 116 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Serra Geral I.



NOTAS: indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

Nas condições climáticas típicas da Floresta Estacional Semidecidual, as plantas que formam associações certamente têm maior possibilidade de manter a umidade em taxas mais adequadas do que aquelas que crescem isoladamente. Ratificando essa necessidade de manutenção do teor de umidade, associações de *B. nutans* foram comumente registrados em ocos e reentrâncias dos fustes dos forófitos (figura 124). Estas porções do forófito, por não ficarem diretamente expostas ao constante deslocamento do ar, devem proporcionar microclimas mais favoráveis ao desenvolvimento das bromélias.

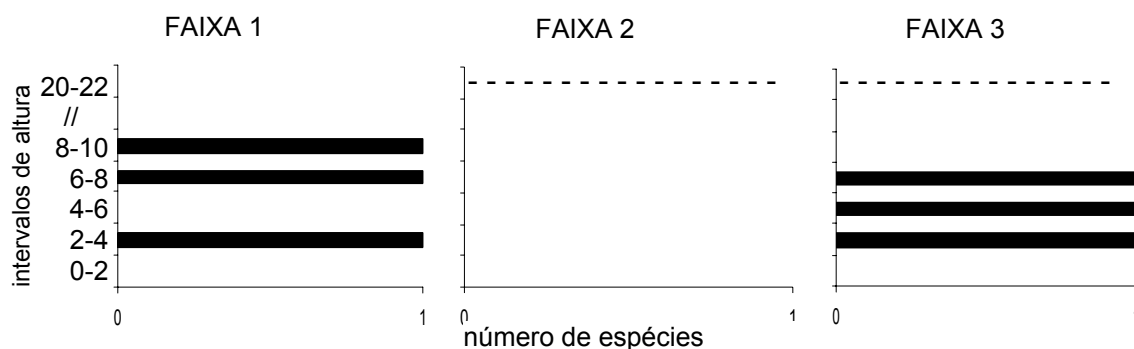
- estratificação vertical

A despeito dos forófitos alcançarem 22 m de altura, as bromélias foram registradas apenas até 10 m (figura 117). Nem adultas nem plântulas foram observadas no primeiro intervalo de altura das árvores, o que pode estar relacionado

ao sombreamento, considerando o porte das árvores e a estruturação da floresta. Ao mesmo tempo, este padrão pode estar relacionado à ausência de bromélias atmosféricas neste compartimento.

Em nenhum intervalo foi registrada a ocorrência de mais de uma espécie, mas a ocorrência foi mais ampla nas árvores mais próximas ao rio, o que remete à importância da umidade e luminosidade fornecidas pelo rio.

Figura 117 – Número de espécies de bromélias epíficas registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Serra Geral I.

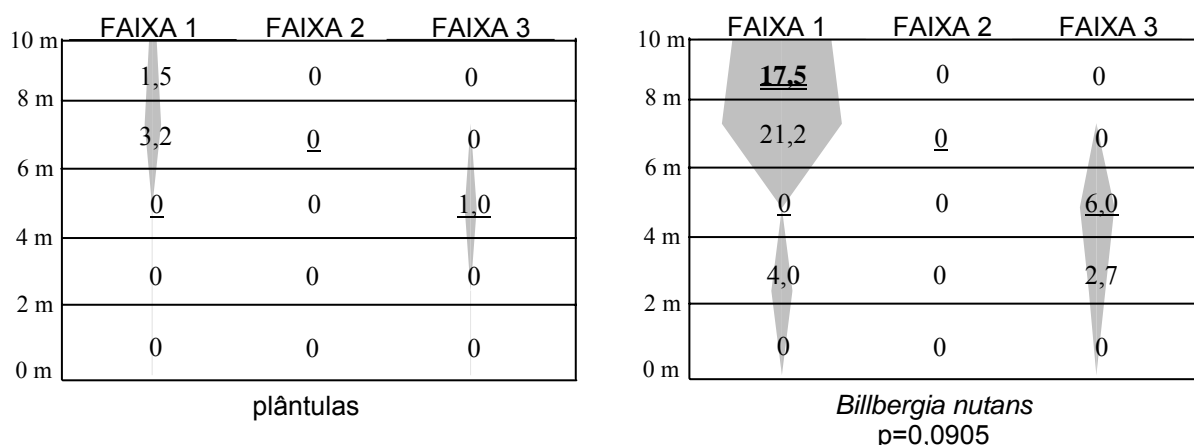


NOTA: ----- intervalo não existente.

Na estratificação vertical, observa-se que plântulas ocorreram apenas nos intervalos de altura onde a densidade de *B. nutans* foi maior (figura 118), indicando uma possível relação entre os indivíduos jovens e esta espécie.

Todas as bromélias registradas nesta superfície ocorreram no fuste dos forófitos, o que ratifica a colocação de que o microclima é em última instância determinado pelo macroclima dominante (PARKER, 1987). Ou seja, como este compartimento está inserido em um clima Cfa, com umidade mais baixa do que nos compartimentos da Floresta Ombrófila Mista, é provável que a disponibilidade hídrica, associada às baixas temperaturas no mesmo período, sejam fatores restritores para as bromélias. Deste modo, os intervalos próximos ao solo e na porção central dos forófitos, onde estas epífitas foram registradas e onde MADIGOSKY (2004) afirma que a temperatura e a luminosidade se mantêm em valores mais baixos do que no restante da árvore, apresenta maior umidade disponível.

Figura 118 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Serra Geral I.



NOTA: indivíduo/intervalo.

0 = PIM, 0 = intervalo significativamente diferente.

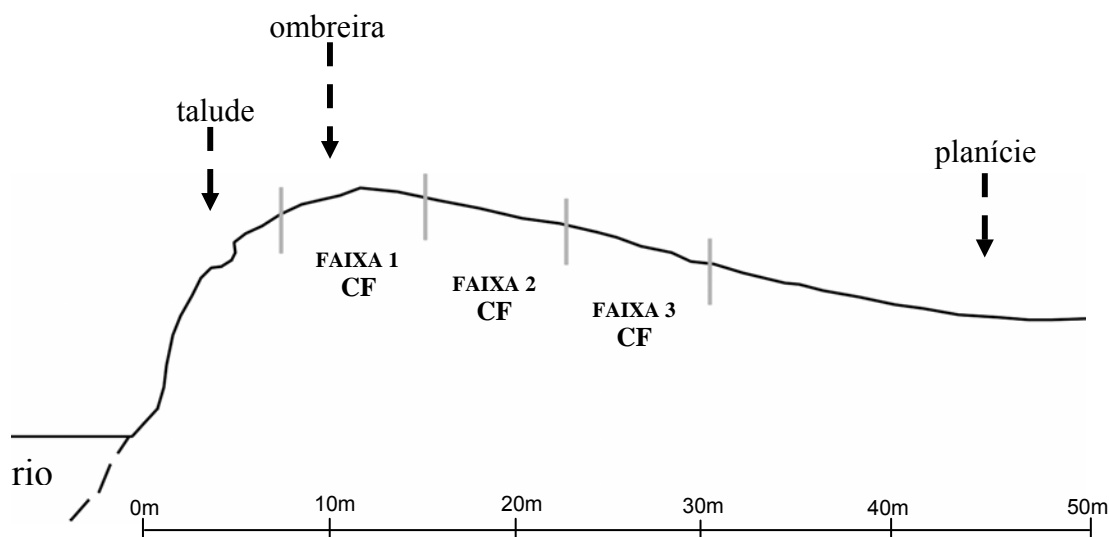
4.12.2 Superfície de Degradação

4.12.2.1 Descrição do ambiente

A superfície de degradação deste compartimento apresenta um dique marginal bem estruturado, com talude fortemente inclinado (em torno de 75°) e alçamento da ombreira de aproximadamente 6,5 m de altura (CURCIO, 2006).

A ombreira, onde foi instalada a primeira faixa de parcelas (figura 119), apresenta Cambissolo Flúvico formado em ambiente acentuadamente drenado (CURCIO, 2006). Ainda segundo este autor, o mesmo solo é encontrado sob as faixas dois e três, instaladas no reverso da ombreira que se estende por cerca de 45 m até atingir a planície propriamente dita.

Figura 119 - Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: CF= Cambissolo Flúvico.
Baseado em Curcio (2006).

4.12.2.2 Caracterização do componente arbóreo

Assim como a superfície de agradação, a vegetação desta área é bastante desenvolvida, destacando-se fisionomicamente a presença de grandes exemplares arbóreos. Dentre as 23 espécies de árvores registradas, *Endlicheria paniculata*, *Peltophorum dubium* e *Campomanesia xanthocarpa* apresentaram indivíduos com as maiores dimensões. Um representante de *Peltophorum dubium* alcançou 27 m de altura e 168 cm de diâmetro, as maiores dimensões registradas na planície do rio Iguaçu.

Apesar do bom estado de conservação, a vegetação apresentou quantidade muito grande de cipós e bambus, dificultando o deslocamento dentro da floresta. Pôde-se identificar um estrato de arvoretas, com cerca de 2,0 m de altura, considerado intermediário quando comparado com as outras florestas estudadas.

As árvores que crescem na ombreira do dique marginal (figura 119) foram representadas por 15 espécies, ocorrendo em maior densidade, maior dominância e menor altura média (tabela 69) do que nas faixas mais interiorizadas. *Actinostemon concolor* (34,2%), árvores mortas (10,5%), *Eugenia involucrata* (7,9%) e *Sorocea bonplandii* (7,9%) foram as espécies com maiores densidades relativas. *Chrysophyllum gonocarpum* e uma árvore morta foram os únicos suportes de bromélias nesta faixa mais próxima ao rio.

Na faixa dois foram amostradas 11 espécies de árvores, onde novamente *Actinostemon concolor* (44,4%) apresentou maior densidade relativa, seguida por árvores mortas (14,8%) e *Plinia rivularis* (7,4%). Apenas *Peltophorum dubium* e *Endlicheria paniculata* apresentaram bromélias dentre as arbóreas desta faixa.

A faixa mais interiorizada foi composta por 10 espécies de arbóreas que ocorreram com a mesma densidade que os indivíduos da segunda faixa, mas com um número de fustes por indivíduo mais alto (tabela 69). *Sorocea bonplandii* (29,6%) foi a espécie mais comum, além de *Actinostemon concolor* (25,9%), *Achatocarpus bicornutus* (11,1%) e *Campomanesia xanthocarpa* (7,4%), que também se

destacaram na comunidade. *Achatocarpus bicornutus* foi o único forófito registrado com bromélias.

Tabela 69 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I.

| Faixas | DA (ind./ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|--------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 2.533,3 | 6,7 | 2,7 | 14,3 | 1,2 | 63,1 |
| 2 | 1.800,0 | 7,7 | 2,9 | 21,2 | 1,1 | 25,9 |
| 3 | 1.800,0 | 7,7 | 3,3 | 17,9 | 1,7 | 45,4 |

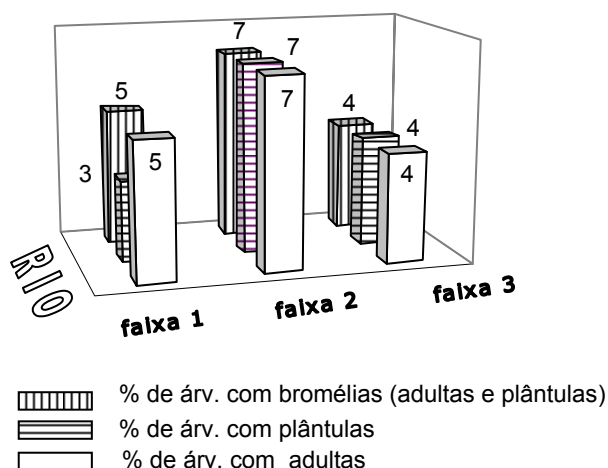
4.12.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Assim como na agradação deste compartimento, os testes estatísticos entre a ocorrência de bromélias e as características dos forófitos não foram possíveis devido à baixa ocorrência destas epífitas (anexo 2).

No entanto, as poucas bromélias ocorreram sobre as árvores com maiores dimensões e, na terceira faixa, sobre um forófito com múltiplos fustes. Deste modo, sugere-se que a relação das bromélias com os forófitos expostos no ambiente a um período de tempo maior e forófitos com maior superfície disponível também seja válida nesta superfície.

De modo geral, mais árvores com plântulas ocorreram nesta superfície do que na anterior (figura 120), apesar das porcentagens de colonização por bromélias ainda serem muito mais baixas do que nas superfícies inseridas na Floresta Ombrófila Mista.

Figura 120 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I.



4.12.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

As espécies de bromélias foram gradualmente amostradas ao longo da avaliação de 92 arbóreas (anexo 3), com incremento menor no final da amostragem.

- distribuição horizontal

Devido ao pequeno aumento na diversidade de espécies e no número de registros em relação à superfície anterior, o índice de Shannon ($H'=0,96$) obtido pode ser considerado intermediário entre as áreas estudadas (tabela 2).

A equidade detectada pelo índice de Pielou foi alta entre as três espécies ($E=0,87$), apesar dos valores de importância calculados não ratificarem essa similaridade entre proporções (tabela 70).

Todas as espécies observadas na curva de degradação tiveram representantes incluídos nas parcelas. Além das espécies já registradas na superfície de degradação, pode-se incluir na lista de bromélias do parque nacional *T. tenuifolia*, espécie muito freqüente na Floresta Ombrófila Mista deste estudo.

Tabela 70 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I.

| Espécies | VIE |
|------------------------------|------|
| <i>Billbergia nutans</i> | 57,1 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 28,6 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 14,3 |

Tabela 71 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I.

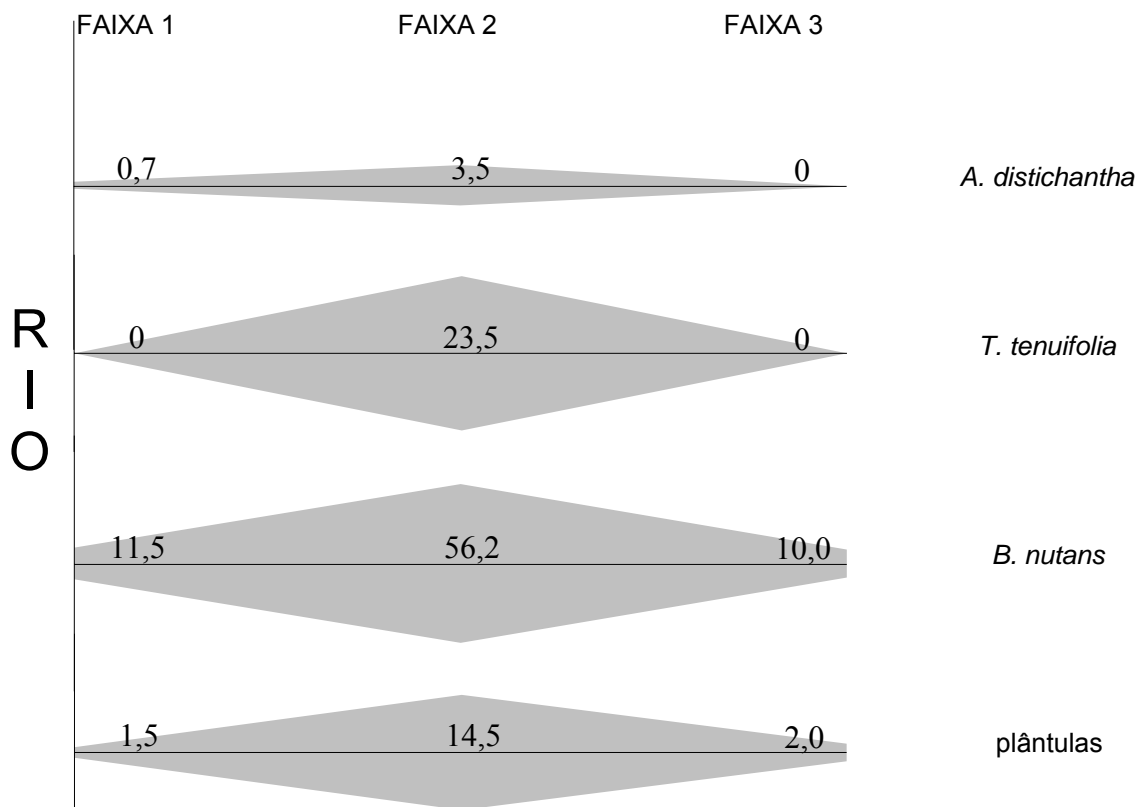
| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|-----------------------------|-----|------------------------------|-----|--------------------------|-----|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Billbergia nutans</i> | 50 | <i>Billbergia nutans</i> | 50 | <i>Billbergia nutans</i> | 100 |
| <i>Aechmea distichantha</i> | 50 | <i>Aechmea distichantha</i> | 25 | | |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 25 | | |

Deste modo, a segunda faixa de parcelas destaca-se tanto pela maior diversidade (tabela 71), como também pelas densidades pouco mais altas (figura 121). Os dois grandes forófitos incluídos nas parcelas da faixa dois foram suporte de um número superior de bromélias, remetendo a relação do maior tempo de

exposição e mais substrato disponível com maior quantidade/diversidade de bromélias. Esse efeito é ratificado pela estratificação vertical (figura 123).

Aechmea distichantha e *Billbergia nutans* ocorreram na forma de associações, o que ratifica a importância da reprodução vegetativa para estas espécies.

Figura 121 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I.



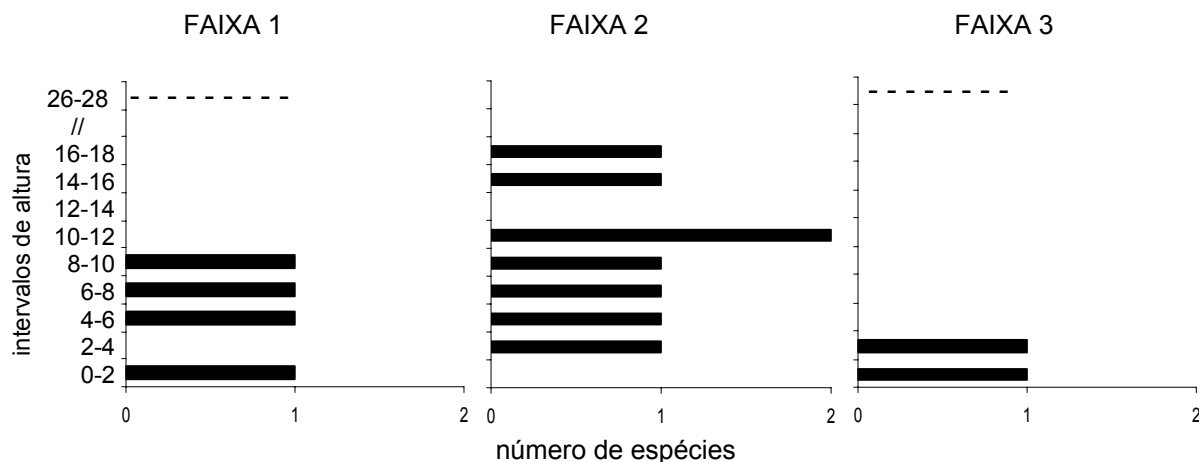
NOTAS: indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

- estratificação vertical

As bromélias, de modo geral, ocuparam desde a base até 18 m dos forófitos (figura 122), não colonizando, no entanto, todos os intervalos.

Assim como na agradação, grande parcela dos forófitos (10 m) não foi ocupada por bromélias, indicando uma preferência por alturas próximas à região mediana, que apresenta menores luminosidades incidentes, menores temperaturas e, conseqüentemente, maior umidade.

Figura 122 – Número de espécies de bromélias epifíticas registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I.



NOTA: ----- intervalo não existente.

Relacionado ao maior porte dos forófitos, o que implica em maior disponibilidade de substrato associado ao maior tempo de exposição no ambiente, as árvores da segunda faixa de parcelas apresentaram maior número de espécies em um intervalo de altura, além de maiores densidades e estratificação vertical mais ampla (figura 122).

Devido ao aumento em densidade das três espécies de bromélias ter ocorrido na mesma faixa de parcelas (figura 121), poder-se-ia inferir que o grupo de plântulas tivesse origem diversa. No entanto, quando observadas as estratificações verticais, existe indicação de que as plântulas são predominantemente compostas por *T. tenuifolia*. Esta espécie, que não teve sua distribuição vertical representada esquematicamente por ocorrer apenas na faixa dois, apresentou 9,5 indivíduos/forófito no intervalo 14-16 metros e 14 indivíduos/forófito no intervalo 16-18 metros.

Dentre as bromélias registradas, apenas *T. tenuifolia* foi observada na periferia das copas, o que deve estar relacionado tanto com o seu pequeno tamanho e possibilidade de manter-se em galhos com menor diâmetro como com sua preferência por maiores luminosidades, como já constatado em outras áreas da Floresta Ombrófila Mista.

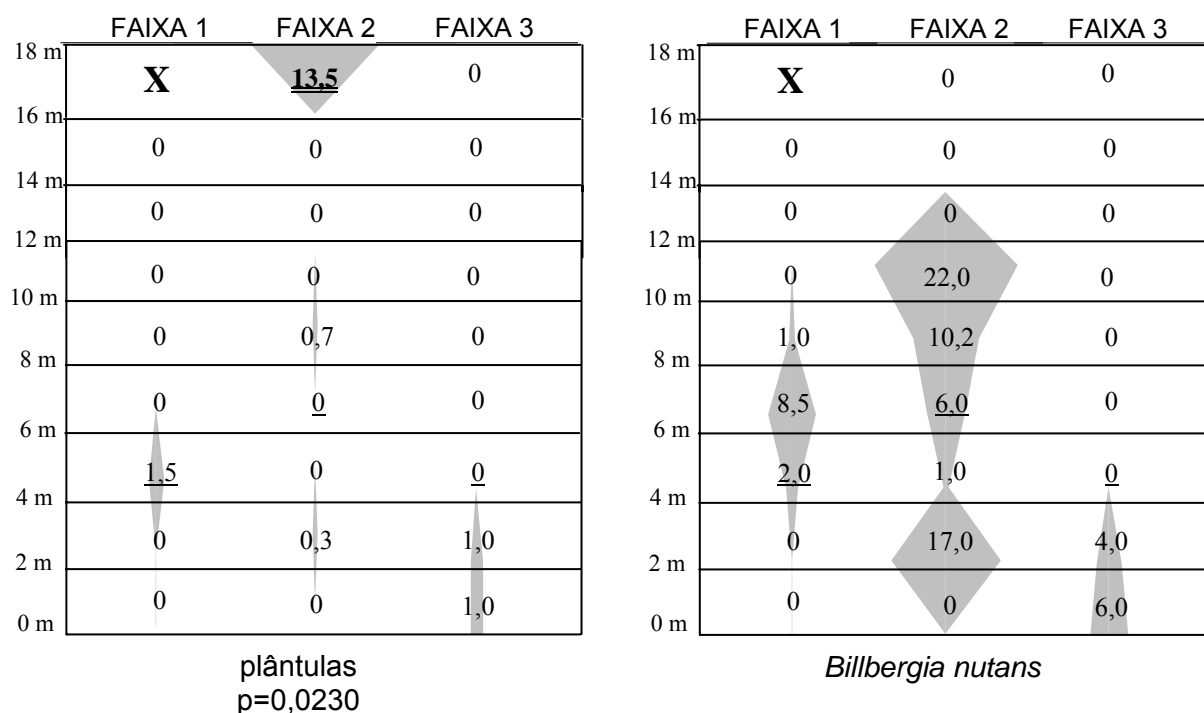
B. nutans, a única espécie registrada nas três faixas de parcelas (figura 121), apresenta densidades muito diferentes entre os intervalos de altura (figura 123), o que pode ser explicado pelo tamanho variável das associações, que é o modo típico

de crescimento desta espécie. Sua ocorrência no forófito, além do fuste, foi apenas no centro da copa, o que pode estar relacionado com a manutenção de umidade da planta.

A. distichantha foi observada no intervalo basal do fuste das árvores mais próximas ao rio (figura 123), e na porção central da copa, em maiores densidades, na segunda faixa de parcelas. Estes dados estão de acordo com a necessidade da espécie por suportes adequados ao seu grande peso, com já discutido.

Considerando os intervalos realmente disponíveis para colonização (figura 122), todas as espécies, assim como as plântulas, ocorreram de modo bastante heterogêneo na superfície (figura 123). Deve-se considerar, além do substrato e microambientes oferecidos pelos forófitos, a decidualidade de 20-50% das árvores desta unidade fitogeográfica como fator de variação sazonal na luminosidade, e conseqüentemente temperatura e umidade predominantes nos forófitos. Neste contexto, as bromélias destas superfícies devem apresentar adaptações para as variações microclimáticas. Suas estratificações verticais, do mesmo modo, se mostraram variadas, sem definição clara de alturas preferenciais, como foi demonstrado em outras formações florestais (BONNET, 2001; KERSTEN e SILVA, 2001; ROGALSKI, 2002; HOELTGEBAUM, 2003).

Figura 123 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Serra Geral I.

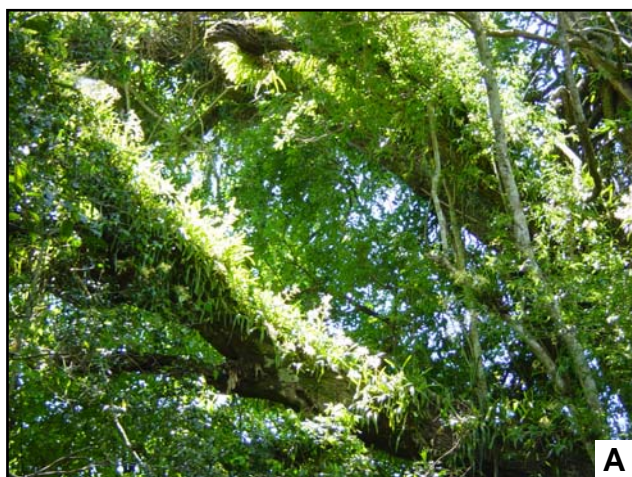


| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|------|----------|----------|---------|
| 18 m | X | 0 | |
| 16 m | 0 | 0 | |
| 14 m | 0 | 0 | |
| 12 m | 0 | 0 | |
| 10 m | 0 | 3,5 | |
| 8 m | 0 | 0 | |
| 6 m | 0 | <u>0</u> | |
| 4 m | <u>0</u> | 0 | |
| 2 m | 0 | 0 | |
| 0 m | 0,7 | 0 | |

Aechmea distichantha

NOTA: indivíduo/intervalo; 0 = PIM, **0** = intervalo significativamente diferente; X = intervalo não existente.

Figura 124 - Aspectos da floresta estacional semidecidual do Parque Nacional de Foz do Iguaçu. A – *Peltophorum dubium* colonizada por *Miltonia flavescens* (orquidácea); B – *Billbergia nutans* em reentrâncias de *Erythrina falcata*; C – aspecto geral da floresta fluvial; D – *Guadua chacoensis* predominando na floresta fluvial; E – contaminação do rio por lixo hospitalar.



4.13 COMPARTIMENTO SERRA GERAL II - FOZ DO IGUAÇU

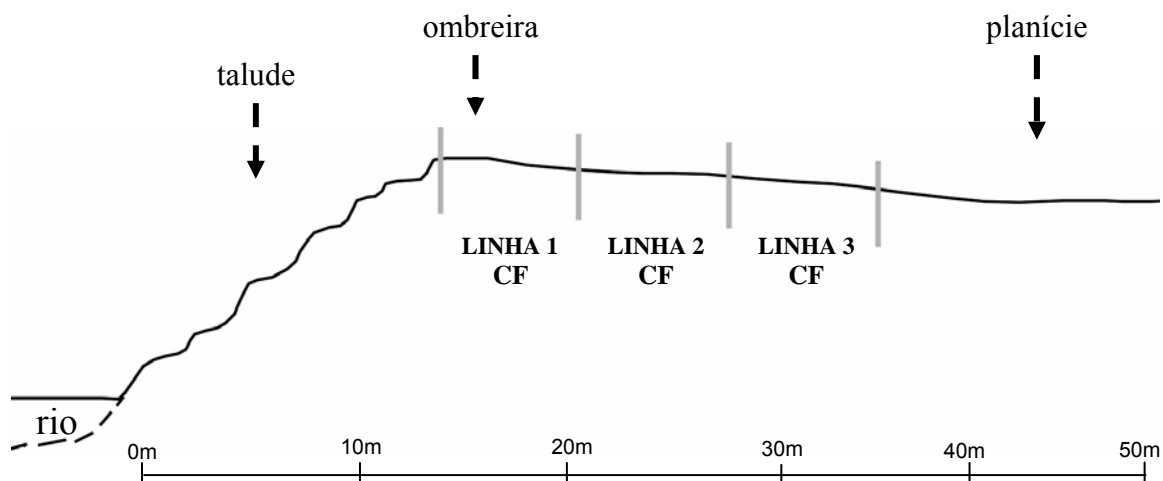
4.13.1 Superfície de Agradação

4.13.1.1 Descrição do ambiente

Este compartimento, assim como o anterior, é parte do Parque Nacional do Iguaçu, apresentando semelhanças geológicas, geomorfológicas e pedológicas entre as superfícies. Localizado muito próximo às cataratas do rio Iguaçu, as superfícies deste compartimento são partes de uma planície estreita, onde o canal apresenta forte controle estrutural, variando entre 325 m e 950 m de largura (CURCIO, 2006).

A superfície de agradação apresenta um talude com angulação em torno de 45° que termina em uma ombreira alçada em aproximadamente 5,5 m (figura 125), onde foi instalada a primeira faixa de parcelas (CURCIO, 2006). Segundo o autor, o reverso dessa ombreira se estende por 20 m em declividades suaves, que não ultrapassam 2%, até atingir a faixa de planície. Tanto a ombreira quanto o seu reverso, onde a segunda e a terceira faixa de parcelas foram alocadas, apresentam Cambissolos Flúvicos desenvolvidos em ambiente acentuadamente drenado (CURCIO, 2006).

Figura 125 – Feições geomórficas da superfície de agradação do compartimento Serra Geral II, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: CF= Cambissolo Flúvico.
Baseado em Curcio (2006).

4.13.1.2 Caracterização do componente arbóreo

Assim como no compartimento anterior, as superfícies de agradação e degradação deste compartimento estão inseridas na Floresta Estacional Semidecidual, diferenciando estas áreas pertencentes ao Parque Nacional do Iguaçu daquelas inseridas na Floresta Ombrófila Mista quanto à composição e abundância de bromélias.

A floresta existente nesta superfície encontra-se atualmente protegida, apesar de ter sofrido intervenção antrópica pela existência de fazendas quando estas áreas ainda não tinham sido incorporadas ao Parque. Ou seja, apesar deste compartimento também pertencer à zona primitiva, que é definida pelo plano de manejo como sendo região com pequena intervenção humana, o impacto antrópico pôde ser facilmente detectado por este estudo.

Deste modo, além da menor quantidade de indivíduos arbóreos de grande porte, os existentes também são menores em altura e diâmetro do que aqueles registrados no compartimento Serra Geral I – Capanema. Destaca-se também a presença constante dentro do parque, principalmente nas porções mais próximas ao rio (lado brasileiro e lado argentino), de maciços agrupamentos de taquaruçu – *Guadua chacoensis* (Rojas) Londoño e P. M. Peterson (figura 124), que obrigaram a procura por trechos ainda livres da citada espécie quando da escolha das áreas para implantação das parcelas. O sub-bosque apresenta-se igualmente alterado, com grande quantidade de cipós que dificultam o deslocamento pela floresta.

Apesar da intervenção antrópica e da presença de grandes reboleiras do taquaruçu, fisionomicamente a vegetação é bastante homogênea, aparentemente com idades semelhantes de desenvolvimento. Dentre as 34 espécies de árvores amostradas pelas parcelas, algumas apresentaram maiores dimensões, como *Diatenopteryx sorbifolia*, *Apuleia leiocarpa*, *Parapiptadenia rigida*, *Chrysophyllum gonocarpum* e *Luehea divaricata*. Indivíduos representantes destas espécies alcançaram 57 cm de diâmetro e 22 m de altura.

Através da faixa de parcelas instalada sobre a ombreira foram amostradas 18 espécies de árvores que ocorreram em grande densidade (3.000 ind./ha), mas com as menores médias de altura e diâmetro da superfície (tabela 72). As espécies que se destacaram por apresentar maior densidade relativa foram: *Miconia collatata*

(26,7%), *Sorocea bonplandii* (11,1%), *Plinia rivularis* (8,9%) e árvores mortas (8,9%). *D. sorbifolia* e *Psychotria* sp. foram as únicas espécies com registro de bromélias nesta posição mais próxima ao rio.

Na segunda faixa de parcelas, em valores intermediários de densidade (2.533,3 ind./ha), e altos em dominância, foram registradas 16 espécies de árvores. Dentre elas, *Alchornea triplinervia* (10,5%), *Trichilia elegans* (10,5%) *Nectandra megapotamica* (7,9%), *Guarea macrophylla* (7,9%) e *Parapiptadenia rigida* (7,9%) apresentaram as maiores densidades. Ressalta-se que as árvores mortas (15,8%) ocorreram, nesta superfície, em maior densidade do que qualquer espécie de árvore, fato que aparentemente é resultante da dinâmica natural da floresta. *Jacaranda micrantha* foi a única espécie com registro de bromélia.

Na faixa de parcelas mais afastada do rio, 12 espécies de árvores ocorreram em menor densidade (1.600 ind./ha) e com o maior diâmetro e altura médios da superfície (tabela 72). *Nectandra megapotamica* (16,7%) apresentou a maior densidade relativa, seguida por *Miconia collatata* (12,5%) e *Guarea macrophylla* (12,5%). Não houve registro de bromélias nesta faixa de parcelas.

Tabela 72 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Serra Geral II.

| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 3.000,0 | 6,0 | 2,3 | 11,5 | 1,3 | 44,3 |
| 2 | 2.533,3 | 8,1 | 3,6 | 14,6 | 1,3 | 65,9 |
| 3 | 1.533,0 | 9,9 | 4,7 | 16,0 | 1,1 | 38,7 |

4.13.1.3 Colonização das árvores pelas bromélias

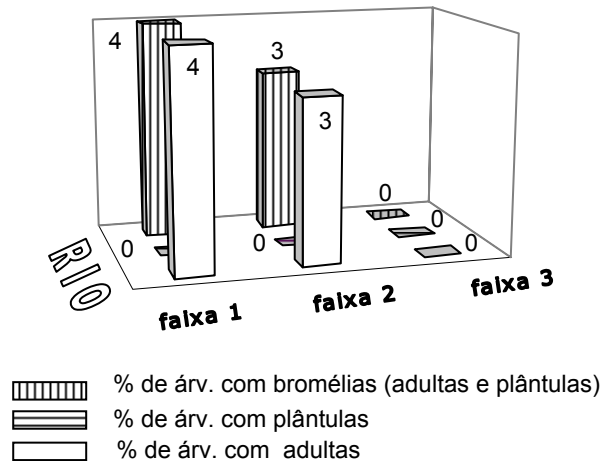
Assim como já ocorrido no compartimento anterior, os testes das relações estatísticas entre a ocorrência de bromélias e as características dos forófitos foram ignorados devido ao baixo número de observações (anexo 2).

As únicas três árvores com registro de bromélias nas três faixas de parcelas instaladas nesta superfície pertenciam a espécies distintas, diferenciando-se inclusive quanto às dimensões (diâmetro/altura) e número de fustes.

As baixas taxas de colonização (figura 126) representaram duas árvores com *Billbergia nutans* na faixa mais próxima ao rio e uma árvore com *Acanthostachys*

strobilacea na segunda faixa de parcelas. Nenhuma plântula foi registrada nesta superfície de agradação.

Figura 126 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de agradação do compartimento Serra Geral II.



4.13.1.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

As duas espécies de bromélias foram amostradas antes de ser alcançada metade do levantamento (anexo 3), onde foram avaliados 107 indivíduos arbóreos.

- distribuição horizontal

Apenas duas espécies de bromélias foram registradas nesta superfície de agradação e em baixíssima frequência, o que resultou em um dos menores índices de Shannon ($H' = 0,64$) calculados neste trabalho. A equidade entre as espécies, segundo o índice de Pielou, foi alta ($E = 0,92$), o que não é ratificado pelos valores de importância calculados para as espécies (tabela 73).

A distribuição de bromélias não diferiu estatisticamente entre as faixas (anexo 2), fato certamente relacionado ao baixo número de observações.

Como não houve registro de bromélias nas árvores da faixa de parcelas mais afastada do rio (tabela 74), infere-se que a sobrevivência dos indivíduos registrados nas primeiras faixas tenha relação com a umidade fornecida pelo curso d'água.

Relacionado ao registro já comentado de *B. nutans* em ocos e reentrâncias do fuste de algumas espécies, como *Diatenopteryx sorbifolia*, nesta superfície esta bromélia, como também *Acanthostachys strobilacea*, ocorreram freqüentemente agregadas a orquídeas, *Miltonia flavescens* Lindl. (figura 124) e a aráceas, *Philodendron bipinnatifidum* Schott. (figura 7B) As bromélias crescem enraizadas na matéria orgânica acumulada sob estas outras epífitas, muito comuns na região, de modo que sua separação torna-se difícil. Os dados e as observações em campo indicam que as bromélias são beneficiadas nesta relação considerando a maior umidade disponível no húmus acumulado sob e entre as epífitas.

Tabela 73 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de agradação do compartimento Serra Geral II.

| Espécies | VIE |
|-----------------------------------|------|
| <i>Acanthostachys strobilacea</i> | 66,7 |
| <i>Billbergia nutans</i> | 33,3 |

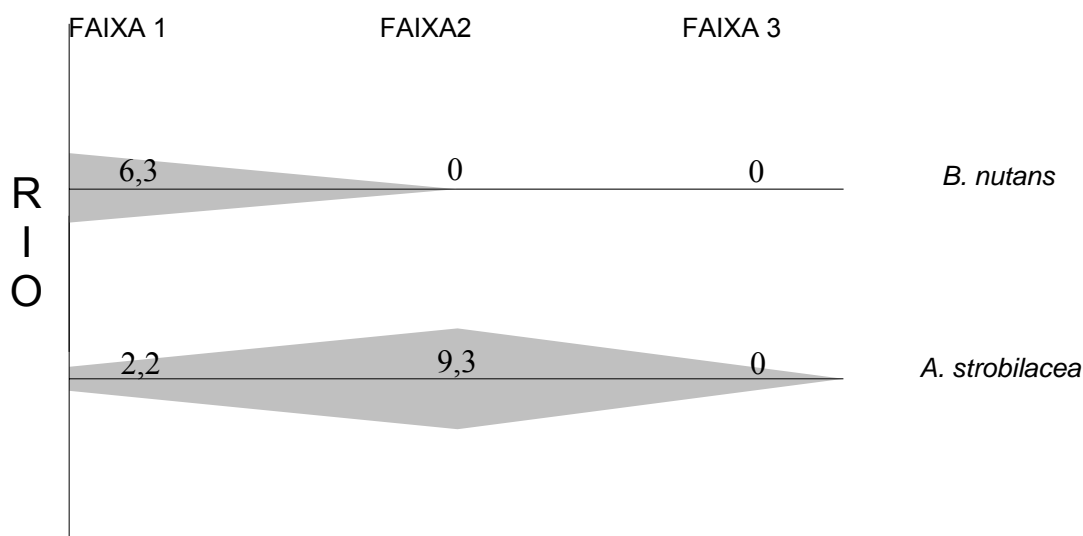
Tabela 74 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de agradação do compartimento Serra Geral II.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|-----------------------------------|-----|-----------------------------------|-----|----------|-----|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Billbergia nutans</i> | 50 | <i>Acanthostachys strobilacea</i> | 100 | - | |
| <i>Acanthostachys strobilacea</i> | 50 | | | | |

A maior densidade de *A. strobilacea* na segunda faixa de parcelas (figura 127) deve-se ao fato desta bromélia crescer predominantemente na forma de associações, o que deve estar relacionado à sua capacidade de propagação vegetativa como também à maior capacidade de plântulas sobreviverem sobre a matéria orgânica acumulada pela planta-mãe do que em substrato nu.

Morfologicamente a citada espécie é muito similar a *B. nutans*, considerada formadora de tanque (tabela 3), mas com pequena capacidade de retenção de água (SMITH e DOWNS, 1974). *A. strobilacea*, no entanto, parece não ser capaz de acumular água entre as suas folhas, que também não formam uma roseta perfeita. Considerando o registro de tricomas nas duas faces das suas folhas (STREHL, 1983), é possível que a espécie obtenha grande parte dos nutrientes e umidade diretamente da atmosfera.

Figura 127 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de agradação do compartimento Serra Geral II.

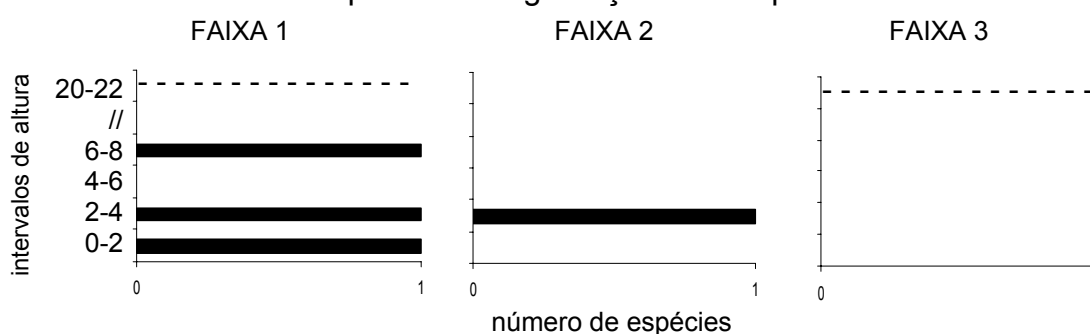


NOTAS: indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

- estratificação vertical

Nesta superfície, as bromélias ocorreram apenas até 8 m de altura, restando mais 14 m de forófito sem nenhum registro (figura 128). Na segunda faixa de parcelas apenas um intervalo foi colonizado, enquanto na terceira faixa, nenhum intervalo.

Figura 128 – Número de espécies de bromélias epifíticas registradas por intervalo de altura da superfície de agradação do compartimento Serra Geral II.



NOTA: ----- intervalo não existente.

B. nutans não teve sua estratificação vertical representada graficamente, ocorrendo apenas nos intervalos 0-2 e 2-4 m do fuste do forófito da primeira faixa. Tanto a citada espécie quanto *A. strobilacea* (figura 129), que foi observada na porção central da copa, ocorreram na zona mais basal das árvores suporte, provavelmente em função da umidade disponível nesta porção da floresta.

Figura 129 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de agradação do compartimento Serra Geral II.

| | FAIXA 1 | FAIXA 2 | FAIXA 3 |
|-----|------------|----------|---------|
| 8 m | <u>2,2</u> | <u>0</u> | |
| 6 m | 0 | 0 | |
| 4 m | 0 | 9,3 | |
| 2 m | 0 | 0 | |
| 0 m | 0 | 0 | |

Acanthostachys strobilacea

NOTA: indivíduo/intervalo.

0 = PIM.

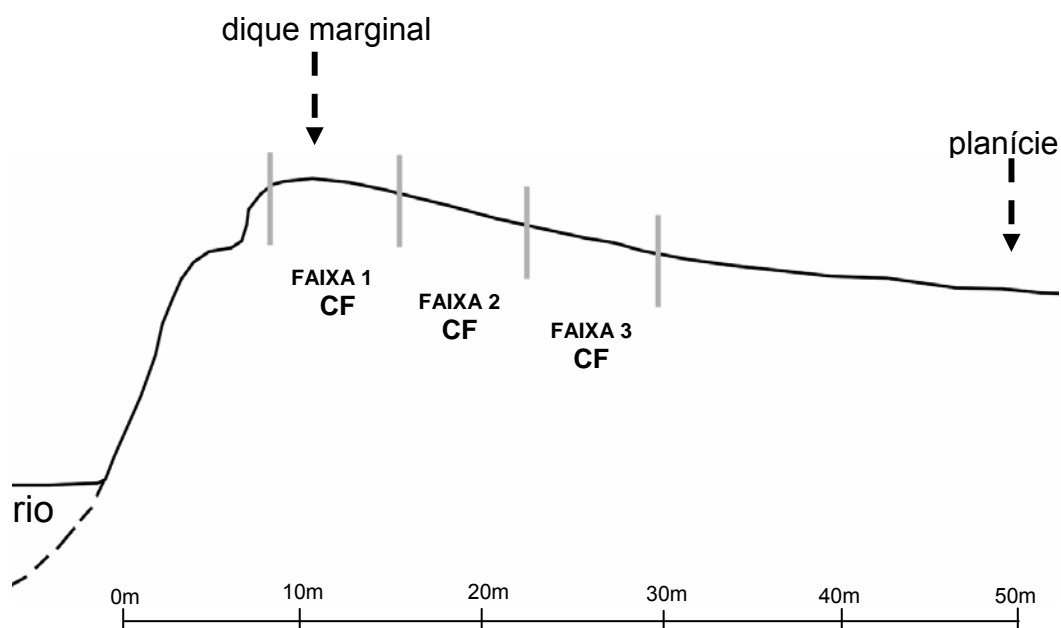
4.13.2 Superfície de Degradação

4.13.2.1 Descrição do Ambiente

Segundo CURCIO (2006), esta superfície de degradação apresenta um dique marginal composto por uma ombreira convexada, alçada em torno de 6 metros, local da instalação da primeira faixa de parcelas (figura 130). O reverso desta ombreira, onde foram alocadas as duas outras faixas de parcelas, se estende com baixos declives por cerca de 38 m até a faixa de planície (CURCIO, 2006).

Segundo o autor, a superfície é homogênea no que se refere aos solos, tendo sido registrado apenas Cambissolo Flúvico em ambiente acentuadamente drenado.

Figura 130 - Feições geomórficas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II, com localização das faixas de parcelas e tipos de solos.



NOTAS: CF= Cambissolo Flúvico.
Baseado em Curcio (2006).

4.13.2.2 Caracterização do componente arbóreo

A floresta da superfície de degradação, assim como a de agradação deste compartimento, é atualmente protegida por estar inserida em um parque nacional, mas recupera-se de intervenções antrópicas. No entanto, pode-se inferir, com base nas fotografias aéreas do ano de 1980, que a área da curva de degradação tenha sido menos alterada do que a de agradação. Apesar da proteção atual, salienta-se que eram muito claros os indícios da extração ilegal de *Euterpe edulis* Mart. na área estudada, através das folhas da espécie e do lixo deixados no local e das trilhas usadas pelos “palmiteiros”.

Em conseqüência, a floresta apresenta um maior número de indivíduos arbóreos de grande tamanho como representantes das 38 espécies de árvores amostradas pelas três faixas de parcelas. De acordo com a homogeneidade das feições e dos solos, as árvores nesta superfície ocorreram em densidades e alturas muito semelhantes, sendo que nenhuma árvore apresentou mais de um fuste (tabela 75).

Como já ocorreu nas outras superfícies desta unidade fitogeográfica, várias espécies apresentaram exemplares com grandes dimensões, como *Parapiptadenia*

rigida, *Nectandra megapotamica*, *Erythrina falcata*, *Luehea divaricata*, *Patagonula americana*, *Bastardiopsis densiflora*, *Machaerium stipitatum* e *Alchornea triplinervia*. O maior indivíduo arbóreo alcançou 80 cm de diâmetro e 26 m de altura. O sub-bosque é denso, com aproximadamente 3,0 m de altura.

Na faixa de parcelas instalada sobre a ombreira foram amostradas 17 espécies de árvores, com a maior densidade (2.266,7 ind./ha) e dominância calculadas para a superfície. As espécies que apresentaram maior densidade relativa foram: *Parapiptadenia rigida* (20,6%), *Nectandra megapotamica* (14,7%), *Trichilia elegans* (8,8%) e *Trichilia catigua* (8,8%). Bromélias foram registradas sobre grandes exemplares de *Erythrina falcata*, *Luehea divaricata* e *Patagonula americana*.

Na segunda faixa de parcelas, onde 14 espécies ocorreram em baixa densidade (1.866,7 ind./ha), *Guarea macrophylla* (21,4%) foi a espécie que apresentou maior densidade, seguida por *Nectandra megapotamica* (14,3%), *Parapiptadenia rigida* (10,7%) e *Euterpe edulis* (10,7%). *Machaerium stipitatum* foi a única espécie suporte de bromélias epifíticas.

As árvores da faixa de parcelas mais afastada do rio ocorreram em uma densidade (2.133,3 ind./ha) semelhante à primeira faixa de parcelas, mas com maior altura média (tabela 75). Foram amostradas 20 espécies, dentre as quais *Actinostemon concolor* (15,6%) apresentou maior densidade relativa, além de *Guarea macrophylla* (12,5%), *Casearia decandra* (6,3%), *Euterpe edulis* (6,3%), *Miconia collatata* (6,3%) e mortas (6,3%) que também se destacaram. Os dois maiores exemplares arbóreos amostrados pelas parcelas foram os suportes de bromélias: *Alchornea triplinervia* e *Apuleia leiocarpa*.

Tabela 75 – Densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA) e médias de altura total, altura do ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro na altura do peito (DAP) e fustes por forófito nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II.

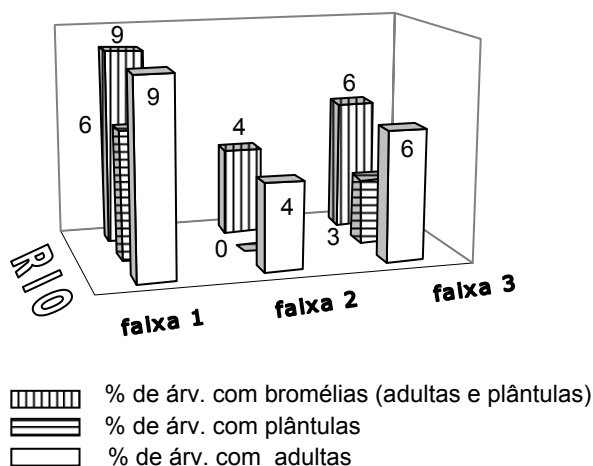
| Faixas | DA (ind/ha) | Altura (m) | PIM (m) | DAP (cm) | Fustes | DoA (m ² /ha) |
|--------|-------------|------------|---------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | 2.266,7 | 10,0 | 4,4 | 17,5 | 1,0 | 115,6 |
| 2 | 1.866,7 | 10,1 | 5,2 | 14,8 | 1,0 | 70,9 |
| 3 | 2.133,3 | 10,6 | 4,7 | 16,7 | 1,0 | 102,9 |

4.13.2.3 Colonização das árvores pelas bromélias

Devido ao baixo número de bromélias registradas também não foram utilizados nesta superfície os testes estatísticos de relação entre as bromélias e os parâmetros forofíticos (anexo 2). Mas é bastante evidente que as poucas bromélias registradas nas três faixas foram observadas sobre os maiores exemplares arbóreos. Este dado nos remete ao maior tempo de exposição assim como à maior superfície disponível como fatores importantes na colonização dos forófitos por bromélias.

Apesar de um pequeno incremento nas porcentagens de colonização de árvores em relação às superfícies anteriores, os dados da figura 131 representam bromélias que ocorreram em três árvores na primeira faixa, uma na segunda e duas na terceira. Plântulas colonizaram tanto forófitos localizados na beira do rio como também na terceira faixa de parcelas.

Figura 131 – Porcentagens de árvores colonizadas por bromélias adultas e plântulas em cada faixa de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II.



4.13.2.4 Fitossociologia de Bromeliaceae

- suficiência amostral

A única espécie de bromélia registrada nesta superfície foi amostrada já no início do levantamento (anexo 3), não tendo ocorrido incremento algum na continuidade. Foram avaliados 94 indivíduos arbóreos.

- distribuição horizontal

Como apenas uma espécie de bromélia foi registrada pelas parcelas, o cálculo dos índices de Shannon e Pielou não foram possíveis. Do mesmo modo, os valores de importância (tabelas 76 e 77) demonstram valores máximos para *B. nutans*.

No entanto, para registro florístico, em uma superfície de degradação próxima aquela estudada, foram observadas outras espécies de bromélias epifíticas, como *Tillandsia tenuifolia*, *Aechmea distichantha*, *Aechmea recurvata*, *Acanthostachys strobilacea* e *Aechmea bromeliifolia*. A diversidade de espécies registrada nesta área está certamente relacionada à maior umidade disponível para as bromélias, o que é possível graças a um canal com água permanente que existe na porção mais interna da planície, na localidade denominada Poço Preto.

Em outra área dentro do Parque Nacional do Iguaçu também foram registradas *Tillandsia recurvata*, espécie registrada na FOM, e *T. geminiflora* Brongn., até então não observada. No entanto, as áreas de ocorrência eram bastante antropizadas e próximas às cachoeiras, não sendo, deste modo, incluídas no estudo.

Além das bromélias epifíticas, foi observada *Dyckia microcalyx* Baker crescendo nos paredões de basalto, logo após as cachoeiras do rio. Esta bromélia cresce em associações de duas ou três plantas, com raízes firmemente inseridas nas fraturas da rocha. Considerando o ambiente, a espécie deve ser muito resistente ao aquecimento pelo sol, altas intensidades lumínicas e periódicas inundações, além da presença do vapor d'água abundante devido às quedas do rio.

Tabela 76 – Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II.

| Espécies | VIE |
|--------------------------|-----|
| <i>Billbergia nutans</i> | 100 |

Tabela 77 - Valor de importância epifítico (VIE) das espécies de bromélias registradas nas três faixas de parcelas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II.

| Faixa 1 | | Faixa 2 | | Faixa 3 | |
|--------------------------|-----|--------------------------|-----|--------------------------|-----|
| Espécies | VIE | Espécies | VIE | Espécies | VIE |
| <i>Billbergia nutans</i> | 100 | <i>Billbergia nutans</i> | 100 | <i>Billbergia nutans</i> | 100 |

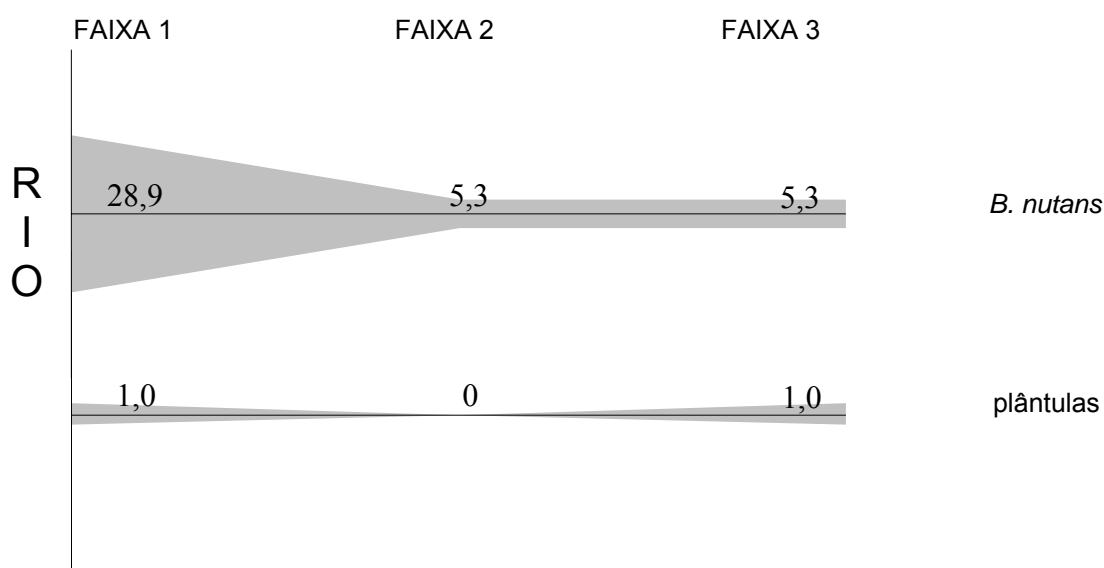
Pode-se observar a maior densidade de *B. nutans* ocorrendo nas árvores mais próximas ao rio (figura 132), com redução para as árvores mais distantes.

Considerando que grandes arbóreas existiam em toda a superfície, é provável que esta abundância de bromélias esteja relacionada à umidade fornecida às bromélias constantemente pelo curso d'água.

As plântulas, que provavelmente são indivíduos jovens da única espécie de bromélia registrada na área, foram observadas em quantidades muito baixas, tanto nas árvores próximas quanto nas mais distantes do rio.

Nesta superfície *B. nutans* também ocorreu associada a *Miltonia flavescens*, uma orquídea muito comum nas arbóreas do parque. Como já discutido, é provável que essa associação beneficie a bromélia pela maior disponibilidade de umidade nas porções onde a matéria orgânica se acumula.

Figura 132 – Distribuição horizontal das densidades das espécies e de plântulas da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II.



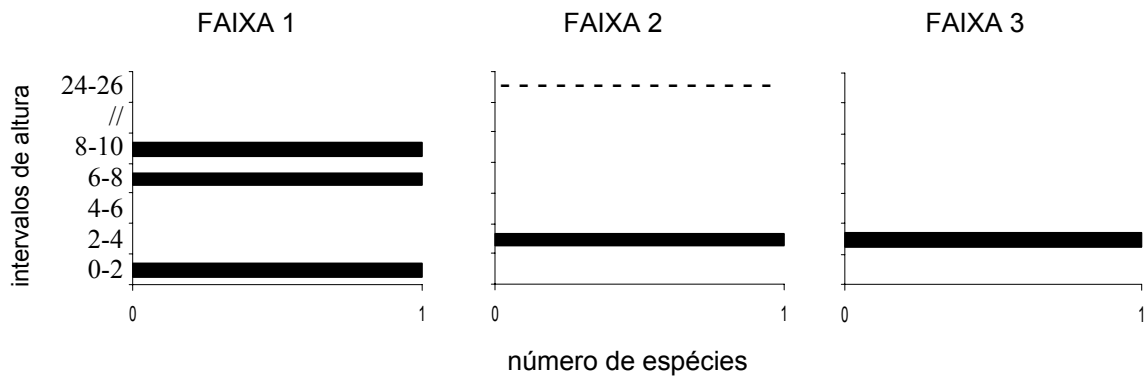
NOTA: indivíduo/forófito – outras espécies e plântulas.

- estratificação vertical

As bromélias, nesta superfície, foram registradas tanto no intervalo mais basal quanto em alturas próximas aos 10 m de altura dos forófitos (figura 133). Considerando que dois forófitos alcançaram 26 m de altura, pode-se entender que as bromélias colonizaram os intervalos até a região mediana das árvores, o que deve estar relacionado à maior umidade existente nesta porção da floresta e ratificando o que já foi observado nas outras superfícies inseridas na Floresta Estacional Semidecidual.

Na primeira faixa, além das maiores densidades, as bromélias também ocorreram em um maior número de intervalos de altura (figura 133). Nas faixas mais afastadas do rio, bromélias foram registradas em apenas um intervalo de altura.

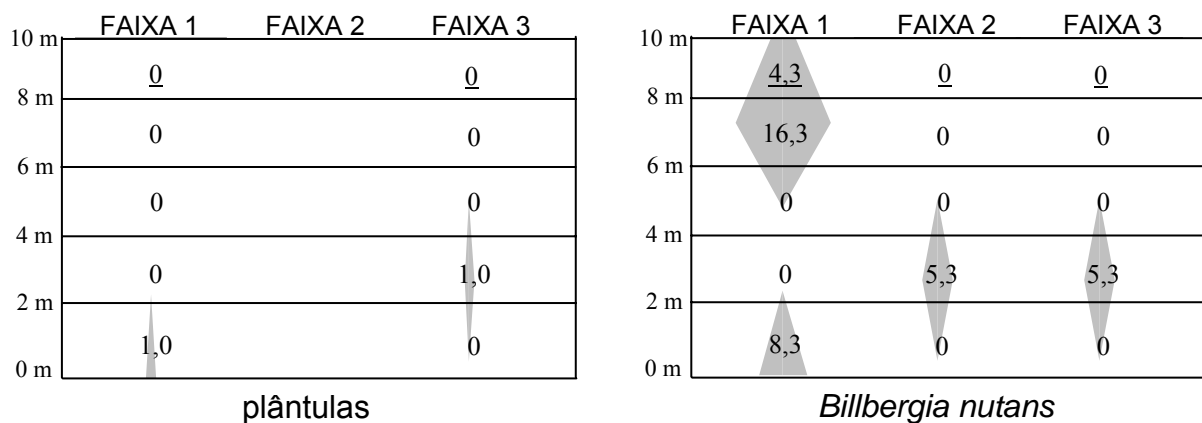
Figura 133 – Número de espécies de bromélias epifíticas registradas por intervalo de altura da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II.



NOTA: ----- intervalo não existente.

B. nutans foi observada neste estudo em ambientes com menor luminosidade, o que é confirmado nesta superfície, onde ocorre desde a base até 10 m de altura, em agregações de até 28 indivíduos no fuste e na porção central da copa (figura 134). Do mesmo modo, também é ratificada a importância da reprodução vegetativa para a espécie.

Figura 134 – Estratificação vertical das densidades das espécies e das plântulas de bromélias da superfície de degradação do compartimento Serra Geral II.



NOTA: indivíduo/intervalo.
0 = PIM.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de analisar as variações na vegetação entre os diversos compartimentos estabelecidos na planície do rio Iguaçu, foram realizados levantamentos qualitativos e quantitativos de bromélias epifíticas em superfícies de agradação e degradação. Os levantamentos revelaram uma distribuição horizontal das espécies entre as áreas e em cada uma delas em relação ao rio, além de uma estratificação vertical das bromélias sobre os forófitos. A ocorrência e a distribuição de bromélias, inclusive na forma de plântulas, mostraram-se profundamente relacionados com fatores climáticos e com fatores do ambiente local.

De modo geral, a vegetação arbórea respondeu com arranjos característicos às modificações ambientais, considerando as diferentes configurações selecionadas para estudo.

Nas florestas fluviais da região da Floresta Ombrófila Mista houve predomínio absoluto de *Sebastiania commersoniana*, tanto nas superfícies de agradação como de degradação. Na Floresta Estacional Semidecidual, onde as superfícies não refletiram em mudanças na fisionomia ou composição da vegetação e onde o número de espécies arbóreas foi maior, essa forte relação de dominância não foi detectada.

Do mesmo modo, bromélias epifíticas variaram significativamente em composição e abundância entre as duas unidades fitogeográficas, como também entre as superfícies, entre as feições geomórficas em cada superfície assim como entre as posições nos próprios forófitos. O grande regente dessas variações na planície do rio Iguaçu é o macroclima, o que é ratificado principalmente pela diminuição de bromélias nos compartimentos da Floresta Estacional Semidecidual. Em um segundo nível, o estado de conservação da vegetação arbórea influenciou na comunidade de bromélias através da disponibilização de substrato e microclimas diversificados para colonização. Localmente, bromélias estão relacionadas à proximidade do rio, além da presença de feições geomórficas concavadas e solos pouco permeáveis que possibilitam o acúmulo de água, resultando provavelmente em maior disponibilidade de umidade na atmosfera. Respondem também à estratificação da floresta e à presença de árvores de grande porte que, do mesmo modo, representam maior tempo de exposição do substrato para colonização pelas

bromélias. Em algumas florestas, bromélias apresentaram distribuição relacionada às arbóreas com múltiplos fustes e às arbóreas mais inclinadas sobre o rio, o que significa maior quantidade e qualidade de substrato disponível como outro fator importante na diversificação de bromélias. Nos forófitos, no entanto, bromélias ocorreram em intervalos de altura muito variados, indicando um padrão onde o tamanho dos indivíduos epífíticos e a disponibilidade de substrato se mostrou mais importante do que a luminosidade incidente.

A despeito das variações, similaridades foram detectadas entre compartimentos com altitudes semelhantes inseridos na região da Floresta Ombrófila Mista. Nesta mesma unidade fitogeográfica, cinco áreas contínuas na metade final do segundo planalto paranaense apresentaram grande semelhança entre si, o que se deve à repetição de um grupo de bromélias. Maiores diversidades, no entanto, foram detectadas no início do segundo planalto, o que pode ser relacionado ao macroclima e à proximidade da Floresta Ombrófila Densa, além do estado de conservação da vegetação.

Superfícies de agradação com controle estrutural inseridas no domínio da Floresta Ombrófila Mista, como as dos compartimentos CGM Costeiro, Campo do Tenente, Furnas e Mafra/Rio do Sul, apresentaram florestas mais contínuas do que aquelas com controle escultural, leia-se Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto. Deste modo, nas curvas onde predomina o controle estrutural, bromélias possuem maior disponibilidade de substrato desde a posição mais próxima ao rio, enquanto nas outras curvas, árvores estão em maiores densidades apenas nas barras-de-meandro alçadas. Considerando que a disponibilidade de forófitos é fundamental para as bromélias, assim como também é a umidade do ar, nas superfícies com controle estrutural essas epífitas ocorreram em mais árvores na posição mais próxima ao rio, e nas curvas com controle escultural elas colonizaram mais substrato na barra-de-meandro subatual alçada. Nas superfícies com controle escultural é evidente a resposta das bromélias, não à classe dos solos predominantes, mas sim ao regime de saturação hídrica desses: solos com elevada saturação hídrica, como aqueles de interbarras e bacias-de-inundação (Gleissolos e Organossolos), aumentam a umidade disponível no ambiente.

Nas superfícies de degradação, que possuem caracteristicamente maior homogeneidade geomorfológica e pedológica, independente do controle existente, as florestas apresentaram maiores densidades de árvores na porção mais próxima ao rio, onde os forófitos também possuem as menores alturas. Maiores densidades implicam em mais substrato disponível para as bromélias o que, associado com altas luminosidades e altas taxas de umidade fornecidas pelo rio, provavelmente favorecem a ocorrência de bromélias em quantidade e diversidade.

No entanto, em todas as superfícies estudadas nas duas unidades fitogeográficas, maiores alturas e diâmetros dos forófitos foram parâmetros determinantes na definição da maior diversidade e abundância de bromélias. Estas características indicam que, além de maior superfície para colonização, estes grandes exemplares arbóreos recebem propágulos e suportam bromélias por períodos muito longos e, deste modo, o tempo de exposição torna-se o principal fator de diversificação de espécies. Nas florestas da planície do rio Iguaçu, as maiores árvores freqüentemente eram representantes de *Erythrina crista-galli*, *Vitex megapotamica*, *Matayba elaeagnoides* e *Luehea divaricata*. Neste sentido, a preservação das grandes árvores, remanescentes ou não de épocas anteriores à intensa exploração sofrida pelas florestas da planície do rio Iguaçu, é fundamental para a manutenção de bromélias e, conseqüentemente, de toda a biota associada.

Plântulas ocorreram comumente sobre mais árvores e em maior abundância do que bromélias adultas. Sua maior ocorrência foi, por várias vezes, coincidente com a maior quantidade e diversidade de adultas existentes na área. Do mesmo modo, sua ocorrência também foi mais ampla onde havia feições com acúmulo de água e solos menos permeáveis, considerando que indivíduos jovens seriam mais sensíveis à seca do que bromélias adultas.

A estratificação vertical das bromélias nos forófitos também foi determinada pela disponibilidade de substrato. Bromélias que acumulam água em suas rosetas e que crescem em associações resultam em indivíduos pesados que necessitam de suportes fortes para sustentação, o que está de acordo com o registro destas bromélias nos ramos mais espessos do centro da copa. Bromélias com pequenas dimensões, ao contrário, foram registradas nas mais variadas posições das árvores.

O início da copa, ou ponto de inversão morfológica, foi local de maior diversidade e maior abundância de bromélias, representando a porção do forófito

mais importante para essas epífitas. O aumento em superfície do início da copa também justifica o registro de maiores diversidade e abundância nos intervalos mais altos dos forófitos nas florestas mais desenvolvidas e estratificadas, considerando que árvores com maiores dimensões apresentaram o início da copa em alturas maiores.

Ao mesmo tempo, os ramos principais do início da copa parecem constituir poleiros para a avifauna, resultando em maiores densidades de bromélias zoocóricas, como *Aechmea distichantha*, *Aechmea recurvata*, *Wittrockia cyathiformis* e *Billbergia nutans*. Além de zoocóricas, estas espécies também são formadoras de tanque e tolerantes ao sombreamento. Bromélias com a associação destas características indicaram seletividade quanto às condições ambientais podendo, deste modo, ser usadas como indicadoras de vegetação em bom estado de conservação na planície do rio Iguaçu. Exceção seja feita a *Aechmea distichantha*, considerada uma bromélia pioneira na ocupação de *Salix humboldtiana*, espécie à qual pertence a maioria dos forófitos presentes nos sedimentos depositados mais recentemente nas superfícies de agradação. Além da citada espécie, *T. tenuifolia*, *T. usneoides* e *V. friburgensis* também podem ser consideradas pioneiras, pois sobrevivem em ambientes mais expostos às variações ambientais e com intensa luminosidade.

Espécies zoocóricas também apresentaram o brotamento como importante estratégia reprodutiva, o que resultou no registro de grandes associações destas bromélias, configurando outra razão para relacioná-las com o início da copa e com ramos mais espessos dos forófitos. Infere-se que a reprodução vegetativa seja um mecanismo utilizado pelas bromélias que dependem de organismos da fauna para dispersão para maximizar a produção de indivíduos formadores de sementes.

Vriesea reitzii, caracterizada neste estudo como tolerante ao sombreamento e anemocórica, também poderia ser utilizada como indicadora de florestas mais conservadas, ao contrário de *Vriesea friburgensis*, que, apesar de também ser formadora de tanque e, por isso, necessitar de ambientes com grande umidade, não ocorreu em baixas intensidades lumínicas.

As espécies de bromélias registradas com maior frequência nas áreas estudadas não demonstraram preferências nítidas por intervalos de altura específicos, ocorrendo de modo amplo desde a base até as porções mais expostas

dos forófitos. A ampla estratificação vertical das bromélias nas florestas fluviais estudadas deve-se provavelmente a uma série de fatores conjugados, como pequena altura das árvores, existência da grande “clareira” que representa o rio, além de feições geomórficas sem vegetação arbórea devido à saturação hídrica dos solos, como bacias-de-inundação, interbarras e antigos leitos. Esses fatores possibilitam que a luminosidade incida nas mais variadas posições dos forófitos, possibilitando a vasta ocorrência das espécies heliófilas e dificultando o estabelecimento das esciófilas.

Plântulas ocorreram em todas as posições dos forófitos, refletindo provavelmente o padrão de fixação das sementes. Do mesmo modo, foram registrados em todos os intervalos de altura em florestas onde as taxas de umidade eram aparentemente elevadas, ratificando a importância deste fator abiótico na sobrevivência dos indivíduos jovens.

T. usneoides é uma das espécies mais importantes e característica dos ambientes fluviais inseridos na Floresta Ombrófila Mista. Ficou evidente pela sua distribuição nas superfícies estudadas que, além de umidade, a espécie também necessita de ambientes onde a evaporação e a remoção da umidade seja constante, evitando seu acúmulo e conseqüentemente, o colapsamento dos tricomas que cobrem seus caules e ramos. Por este motivo a bromélia não ocorre em ambientes sombreados no interior das florestas, onde pode ser encontrada morta quando cai das grandes árvores.

Nas porções em que o rio Iguaçu divaga na sua planície, *T. usneoides* pode ser utilizada na caracterização da paisagem, pois ocorre em abundância nas áreas com solos saturados hidricamente, como interbarras, antigos leitos e canais do rio ou bacias-de-inundação. Em superfícies onde estas feições, testemunhas da mudança de posição do leito do rio não são freqüentes, como no compartimento Teresina, *T. usneoides* apresenta grande diminuição em densidade. Do mesmo modo, a completa ausência destas feições fluviais, o controle estrutural do rio, o alçamento das margens e as altas permeabilidades dos solos dos compartimentos Serra Geral I e II, além do macroclima que predomina na Floresta Estacional Semidecidual, condiciona o desaparecimento de *T. usneoides* da planície fluvial do rio Iguaçu.

Considerando os dados levantados neste estudo, pode-se afirmar que a diversidade de bromélias registrada nas superfícies estudadas pode ser utilizada na escolha de áreas para inclusão nos grandes corredores de biodiversidade projetados para o Estado do Paraná. Esta relação é estabelecida considerando a sua sensibilidade a diferentes condições ambientais, refletindo intervenções antrópicas, assim como umidade e a existência de árvores remanescentes no ambiente.

REFERÊNCIAS

- ABENDROTH, A. Contribuição para o estudo das *Tillandsias* em Teresópolis, Estado do Rio. **Sellowia**, Itajaí, v.19, p.109-118. 1967.
- AB'SABER, A.N. O suporte geocológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R.R. e LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.) **Matas Ciliares - conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000. p.15-26.
- ADAMS III, W.W. Photosynthetic Acclimation and Photoinhibition of Terrestrial and Epiphytic CAM Tissues Growing in Full Sunlight and Deep Shade. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.15, p.123-134. 1988.
- ADAMS III, W.W.; MARTIN, C.E. Morphological changes accompanying the transition from juvenile (atmospheric) to adult (tank) forms in the mexican epiphyte *Tillandsia deppeada* (Bromeliaceae). **American Journal of Botany**, v.73, n.8, p.1207-1214. 1986.
- AKINSOJI, A. Studies on epiphytic flora of a tropical rain Forest in Southwestern. **Vegetatio**, v.88, p.87-92. 1990.
- ALMEIDA, D.R.; CARVALHO, L.C.; ROCHA, C.F.D. As bromeliáceas da Mata Atlântica da Ilha Grande, RJ: composição e diversidade de espécies em três ambientes diferentes. **Bromélia**, v.5, n.1/4, p.55-65. 1998.
- AMAZONAS, A. Palestra: 90 anos da navegação a vapor do rio Iguaçu**. Boletim do Instituto Histórico, Geografia e Etnográfico Paranaense. Curitiba, v.XVIII, p.29-37. 1973.
- ARAGAO, M. B. Considerações de hábitat e distribuição geográfica de algumas Bromeliaceae. **Sellowia**, Itajaí, v.19, n.19, p.83-95. 1967.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul**. Porto Alegre: Clube da árvore – Programa Instituto Souza Cruz. 2002. 326p.
- BADER, M.; DUNNÉ.J.F.; STUIVER, H.J. Epiphyte distribution in a secondary cloud forest vegetation; a case study of the application of GIS in the epiphyte ecology. **Ecotropica**, v.6, p.181-195. 2000.
- BARBOSA, L.M. Implantação de mata ciliar. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR, 1., 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE/CEMIG, 1999. p.111-135.
- BARDDAL, M. L. **Aspectos florísticos e fitossociológicos do componente arbóreo-arbustivo de uma Floresta Ombrófila Mista aluvial – Araucária, PR**. Curitiba, 2002. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- BARDDAL, M. L.; PROTIL, C. Z.; SOUZA, S. G. A. de. Fitossociologia do componente arbóreo de um trecho da planície do rio Iraizinho, Piraquara, Paraná, Brasil. **Revista Estudos de Biologia**, v.25, n.53, p.17-28, out./dez. 2003.
- BARDDAL, M.L. **A influência da saturação hídrica na distribuição de oito espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista aluvial do rio Iguaçu, Paraná**,

Brasil. Curitiba, 2006. 114f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

BARELLA, W.; PETRERE JÚNIOR, M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. de A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.) **Matas Ciliares – conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000. p.187-207.

BARTHLOTT, W., SCHMIT-NEUERBURG V., NIEDER, J.; ENGWALD, S. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. **Plant Ecology**, v.152, p.145-156. 2001.

BENZING, D.H. Bromeliad trichomes: structure, function, and ecological significance. **Selbyana**, v. 1, p.330-348. 1976.

BENZING, D.H. **The Biology of Bromeliaceae**. Califórnia: Mad River Press. 1980. 228p.

BENZING, D.H. The population dynamics of *Tillandsia circinnata* (Bromeliaceae): Cypress crown colonies in Southern Florida. **Selbyana**, v.5, n.3/4, p.256-263. 1981.

BENZING, D.H. **Vascular Epiphytes**. New York: Cambridge University Press, 1990. 354 p.

BENZING, D.H. Vascular Epiphytes in Forest Canopies. In: Lowman, M.D.; Nadkarni, N. M. (Eds.). **Forest Canopies**. New York: Academic Press, 1995. p.225-254.

BENZING, D.H. Vulnerabilities of tropical forests to climate change: the significance of resident epiphytes. **Climatic Change**, v.39, p.519-540. 1998.

BENZING, D.H. Vascular epiphytes. In: Lowman, M.D.; Rinker, H.B. (Eds.). **Forest Canopies**. 2. ed. London: Elsevier Academic Press, 2004. p.175-211.

BENZING, D.H.; SEEMANN, J.; RENFROW, A. The Foliar Epidermis in Tillandsioideae (Bromeliaceae) and its Role in Habitat Selection. **American Journal of Botany**, v.65, n.3, p.359-365. 1978.

BENZING, D.H.; RENFROW, A. Significance of the patterns of CO₂ exchange to the ecology and phylogeny of the Tillandsioideae (Bromeliaceae). **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v.98, n.6, p. 322-327. 1971.

BENZING, D.H.; GIVNISH, T.J.; BERMUDEZ, D. Absortive Trichomes in *Brocchinia reducta* (Bromeliaceae) and Their Evolutionary and Systematic Significance. **Sistematic Botany**, v.10, n.1, p. 81-91. 1985.

BENZING, D.H.; STILES K.E. Dispersão de sementes em bromélias de frutos carnosos: interpretações incorretas e orientação para estudos mais aprofundados. **Bromélia**, v.5, n.1-4, 1998.

BERNARDELLO, L.N., GALERRO L.; JULIANI, H.R. Floral nectar, nectary structure and pollinators in some argentinian bromeliaceae. **Annals of Botany**, v.67, p.401-411. 1991

BIGARELLA, J.J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. 1. ed. Florianópolis: Ed. UFSC, 2003. 1436 p.

- BOLOS, O.; CERVI, A. C.; HATSCHBACH, G. Estudos sobre la vegetacion del estado de Paraná (Brasil meridional). **Collectanea Botânica**, v.20, p.79-180. 1991.
- BONNET, A. **Diversidade e distribuição espacial de bromélias epífitas em diferentes estádios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa, Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis, 2001. 105 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina.
- BORGO, M; SILVA, S. M. Epífitos vasculares em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, v.26, n.3, p.391-401. 2003.
- BORGO, M.; SILVA, S.M.; PETEAN, M.P. Epífitos vasculares em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual, município de Fênix, PR, Brasil. **Acta Biologica Leopoldensia**, v.24, p.121-130. 2002.
- BREIER, T.B. **Florística e ecologia de epífitos vasculares em uma Floresta Costeira do Sul do Brasil**. Porto Alegre, 1999. 75 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BROWN, A.D. El epifitismo en las selvas montanas del Parque Nacional “El Rey”, Argentina: composición florística y patrón de distribución. **Revista de Biología Tropical**, v.38, n.2A, p.155-166. 1990.
- BUFREM, A. M. **Caracterização fitossociológica de um remanescente da floresta ripária do rio Pequeno, São José dos Pinhais – PR**. Curitiba, 1997. 87 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.
- CATHARINO, E.L.M. Florística de Matas Ciliares. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1., 1989, São Paulo. **Anais ...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.61-70.
- CERVI, A.C.; DOMBROWSKI, L.T.D. Bromeliaceae de um capão de floresta primária do Centro Politécnico de Curitiba (Paraná, Brasil). **Fontqueria**, v.9, p.9-11, 1985.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**: Volume 1 – O canal fluvial. 1. ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, 1981. 313 p.
- COGLIATTI-CARVALHO, L.; FREITAS, A.F.N.; ROCHA, C.F.D.; VAN SLUYS, M. Variação na estrutura e na composição de Bromeliaceae em cinco zonas de restinga no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.1, p.1-9. 2001.
- COLLET, D. **Modeling binary data**. London: Chapman & Hall , 1991. 369p.
- CURCIO, G.R., BOTOSSO, P.C., BARDDAL, M.L., BONNET, A. *Salix humboldtiana*: bioindicador pedológico e geomorfológico em planície do Rio Iguaçu – Paraná. In: **56º Congresso Nacional de Botânica**, 9 – 14 outubro 2005, Curitiba, CD-Rom, 2005.
- CURCIO, G.R. **Relações entre geologia, geomorfologia, pedologia e fitossociologia das planícies fluviais do rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. Curitiba, 2006. 488f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

DAVIDE, A.C.; BOTELHO, S.A. Análise crítica dos programas de recomposição de matas ciliares em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR, 1., 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE/CEMIG, 1999. p.172-188.

DEJEAN, A.; OLMSTED, I. Ecological studies on *Aechmea bracteata* (Bromeliaceae). **Journal of Natural History**, v.31, p.1313-1334. 1997.

DEL ROSAL, E.; WENDLING, J. L. G.; RODRIGUES, R. M. Levantamento ecológico. In: HENKLAIN, J.C. (Coord.). **Potencial de uso agrícola das áreas de várzea do Estado do Paraná; Bacias hidrográficas dos rios das Cinzas e Laranjinha, Iapó, Iguaçu, Piquiri, Pirapó, Tibagi e Litoral**. Londrina: IAPAR, 1994. v.2. p.87-92.

DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1., 1989, São Paulo. **Anais ...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.88-98.

DIAS, M.C.; VIEIRA, A.O.S.; PAIVA, M.R.C. Florística e fitossociologia das espécies arbóreas das florestas do rio Tibagi. In: MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O.A.; PIMENTA, J.A.(Eds.) **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: M.E. Medri, 2002. p.109-124.

DISLICH R., MANTOVANI, W. Flora de epífitas vasculares da Reserva da Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira" (São Paulo, Brasil). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v.17, p.61-83. 1998.

DITTRICH, V.A.O., KOZERA, C.; SILVA, S. M. Levantamento Florístico dos epífitos vasculares do Parque do Barigüi, Curitiba, Paraná, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, v.52, p.11-21. 1999.

DOMINGUES, R.A.P.; PUGIALLI, H.R.L.; DIETZ, J.M. Densidade e diversidade de fauna fitotelmata em bromélias de quatro tipos de florestas degradadas. **Revista Brasileira de Biologia**, v.49, n.1, p.125-129. 1989.

DURIGAN, G.; RODRIGUES, R. R.; SCHIAVINI, I. A heterogeneidade ambiental definindo a metodologia de amostragem da floresta ciliar. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.) **Matas Ciliares – conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000. p.159-167.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. 412 p.

FISCHER, A.E.; ARAÚJO, A.C. Spatial organization of a bromeliad community in the Atlantic rainforest, south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.11, p.559-567. 1995.

FISCHER, A.E.; ARAÚJO, A.C. A flora de bromélias no estuário do Rio Verde (Juréia, São Paulo): uma comparação com outras comunidades neotropicais. **Bromélia**, v.3, n.2, p.19-25. 1996.

FONTOURA, T., SYLVESTRE, L.S., VAZ, A.M.S.; VIEIRA, C.M. Epífitas vasculares, hemiepífitas e hemiparasitas da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: H.C. LIMA; R.R. GUEDES-BRUNI (eds.). **Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação da Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Editora do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1997. p.89-101.

- FRANÇA, V. de. **Caracterização de uma área crítica através da análise de freqüências das inundações na bacia hidrográfica do médio Iguaçu**. Presidente Prudente, 1993. 308 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
- FREIBERG, M. Spatial distribution of vascular epiphytes on three emergent canopy trees in French Guiana. **Biotropica**, v.28, n.3, p.345-355. 1996.
- FOURNIER, A. L. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas em árvores. **Turrialba**, v. 24, n. 4, p. 422-423. 1974.
- GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; RODERJAN, C. V. Levantamento fitossociológico das principais associações arbóreas da Floresta Nacional de Irati-PR. **Revista Floresta**, Curitiba, v.19, n.1-2, p.30-49, 1989.
- GALVÃO, F. Análise da vegetação arbórea. In: SEMINÁRIO SOBRE AVALIAÇÃO E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL, 1., 1989, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF e UFPR, 1990. p. 108-116.
- GATTI, A.L.S. **O componente epifítico vascular na Reserva Natural de Salto Morato, Guaraqueçaba – PR**. Curitiba, 2000. 93 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná, PR.
- GARCIA-FRANCO, J.G.; RICO-GRAY, V. Experiments on seed dispersal and deposition patterns of epiphytes – the case of *Tillandsia deppeana* Steudel (Bromeliaceae). **Phytologia**, vol.65, n.1, p.73-78. 1988.
- GERRARD, J. **Soil geomorphology. An integration of pedology and geomorphology**. Londres: Chapman & Hall, 1992. 269p.
- GENTRY, A.H.; DODSON, C.H. Diversity and Biogeography of Neotropical Vascular Epiphytes. **Ann. Missouri Bot. Gard.**, v.74, p.205-233. 1987a.
- GENTRY, A.H.; DODSON, C. Contribution of Nontrees to species Richness of a Tropical Rain Forest. **Biotropica**, v.19, n.2, p.149-156. 1987b.
- GERRARD, J. **Soil Gemorphology: an integration of pedology and geomorphology**. 5.ed. London: Chapman & Hall, 1992. 269 p.
- GILMARTIN, A.J. Transandean distributions of Bromeliaceae in Ecuador. Ecology, v.54, p.1389-1393. 1973.**
- GIONGO, C; WAECHTER, J.L. Composição florística e estrutura comunitária de epífitos vasculares em uma floresta de galeria na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.27, n.3, p.563-572. 2004.
- HIETZ, P. Population dynamics of epiphytes in a mexican humid montane forest. **Journal of Ecology**, v.85, p.767-775. 1997.
- HIETZ, P., AUSSERER, J.; SCHINDLER, G. Growth, maturation and survival of epiphytic bromeliads in a Mexican humid montane forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.18, p.177–191. 2002.
- HIETZ, P.; HIETZ-SEIFERT, U. Composition and ecology of vascular epiphyte communities along an altitudinal gradient in central Veracruz, México. **Journal of Vegetation Science**, v.6, p.487-498. 1995a.

HIETZ, P.; HIETZ-SEIFERT, U. Intra- and interspecific relations within an epiphyte community in a Mexican Humid Montane Forest. **Selbyana**, v.16, n.2, p.135-140. 1995b.

HIETZ-SEIFERT, V.; HIETZ, P.; GUEVARA, S. Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in Southern Veracruz, Mexico. **Biological Conservation**, v.75, p.103-111. 1996.

HOELTGEBAUM, M. P. **Composição florística e distribuição espacial de bromélias epifíticas em diferentes estádios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa, Parque Botânico Morro Baú, Ilhota, SC**. Florianópolis, 2003. 138 f. Dissertação (mestrado em Biologia Vegetal), Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina.

IAPAR. **Cartas Climáticas do Estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná. 1994. 49p.

IBAMA. **Plano de manejo do Parque Nacional do Iguaçu**. 1999. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/siucweb/unidades/parna/planos_de_manejo/17/html/index.htm> Acesso em 05 set. 2005.

IBGE – **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 92p.

ISERNHAGEN, I. **A vegetação na área de influência da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, rio Iguaçu, Paraná**. 1999. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná.

JACOMINE, P.K.T. Solos sob matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.) **Matas Ciliares – conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000. p.27-31.

JOHANSSON, D.R. Ecology of epiphytic Orchids in West African Rain Forests. **American Orchid Society Bulletin**, v.44, n.2, p.125-136. 1975.

JUSTUS, J de O. Hidrografia. In: IBGE. **Geografia do Brasil – Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. v.2. p.189-218.

KELLY, D.L. Epiphytes and climbers of a Jamaican rain forest: vertical distribution, life forms and life histories. **Journal of Biogeography**, v.12, p.223-241. 1985.

KERSTEN, R.A.; SILVA, S.M. Composição florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta da planície litorânea na Ilha do Mel, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.2, p.213-226. 2001.

KERSTEN, R.A.; SILVA, S.M. Florística e estrutura do componente epifítico vascular em Floresta ombrófila mista aluvial do rio Barigüi, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, v.25, n.3, p.259-267. 2002.

KERNAN, C.; FOWLER, N. Differential substrate use by epiphytes in Corcovado National Park, Costa Rica: a source of guild structure. **Journal of Ecology**, v.83, p.65-73. 1995.

KLEIN, R.M. Aspectos do problema Bromélia: malária no sul do Brasil. **Sellowia**, Itajaí, v.19, n.19, p.125-135. 1967.

- KLEIN, R. M.; HATSCHBACH, G. Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a planta fitogeográfica do município de Curitiba e arredores (Paraná). **Bol. da Univ. do Paraná. Geografia Física**. Curitiba, n.4, p.1-33, 1962.
- KOLB, R.M.; MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J.A.; GILONI, P.C.; CORREA, G.T. Anatomia ecológica de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae) submetida ao alagamento. **Revista Brasileira de Botânica**, v.21, n.3, p.305-312. 1998
- KRESS, W.J. The systematic distribution of vascular epiphytes: an update. **Selbyana**, v.9, p.2-22. 1986.
- LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178p.
- LEIMBECK, R.M.; BALSLEV, H. Species richness and abundance of epiphytic Araceae on adjacent floodplain and upland forest in Amazonian Ecuador. **Biodiversity and Conservation**, v. 10, p. 1579-1593. 2001.
- LEITE, P. F. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v.24, p.51-73, jan./jun., 2002.
- LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: IBGE. **Geografia do Brasil – Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. v.2. p.113-150.
- LEME, E.M.C. **Canistrum – Bromélias da Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Ed. Salamandra. 1997.107 p.
- LEME, E.M.C.; COSTA, A. A new species from southern Brazil: a tribute to father Raulino Reitz. **Journal of Bromeliad Society**, v.45, n.5, p.195-198.
- LEME, E.M.C.; MARIGO, L.C. **Bromélias na Natureza**. Rio de Janeiro: Ed. Marigo Comunicação Visual, 1993. 184p.
- LIMA, W. de P. Função hidrológica da mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1., 1989, São Paulo. **Anais ...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.25-42.
- LIMA, R. E. de. Inundações – aspectos conceituais, conseqüências e alternativas de enfrentamento. In: _____. **Uso dos solos e dos rios – conceitos básicos e aplicações para a região de Curitiba**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2000. p.7-21.
- LIMA, W. de P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.) **Matas Ciliares – conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000. p.33-44.
- LUGO, A. E.; SCATENA, F. N. Epiphytes and climate change research in the Caribbean: a proposal. **Selbyana**, v.13, p.123-130. 1992.
- MAACK, R. **Geografia Física do estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002. 438p.
- MADIGOSKI, S.R. Tropical microclimate considerations. In: Lowman, M.D.; Rinker, H.B. (Eds.). **Forest Canopies**. 2. ed. London: Elsevier Academic Press, 2004. p.24-48.
- MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University Press, 1988. 179 p.

- MANTOVANI, W. Conceituação e fatores condicionantes. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1., 1989, São Paulo. **Anais ...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.11-19.
- MARTIN, C.E. Physiological Ecology of the Bromeliaceae. **The Botanical Review**, v.60, n.1, p.1-82. 1994.
- MARTIN, C.E.; TÜFFERS, A.; HERPPICH, W.B.; WILLERT, D.J. Utilization and dissipation of absorbed light energy in the epiphytic crassulacean acid metabolism bromeliad *Tillandsia ionantha*. **International Journal of Plant Science**, v.160, n.2, p.307-313. 1999.
- MARTIN, C.E.; SIEDOW, J.N. Crassulacean acid metabolism in the epiphyte *Tillandsia usneoides* L. (Spanish moss). **Plant Physiology**, v.68, p.335-339. 1981.
- MARTINS, A. V. **Recuperação de matas ciliares**. 1. ed. Viçosa: Ed. Aprenda Fácil. 2001. 143p.
- MATOS, J. Z. de. **Ecologia de bromélias, com ênfase em *Vriesea incurvata* Gaud. (Bromeliaceae), em áreas com vegetação primária e secundária da Floresta Tropical Atlântica, no sul do Brasil**. Florianópolis, 2000. 91 f. Dissertação (mestrado em Recursos Genéticos Vegetais), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.
- McCULLAGH, P.; NELDER, J.A. **Generalized linear models**. 2 ed. London: Chapman & Hall, 1989. 511p.
- MDK; CENCO. **Usina Hidrelétrica Segredo, Relatório de Impacto Ambiental**. Curitiba: COPEL, 1987. 179p. Relatório técnico.
- MIGENIS, L.E.; ACKERMAN, J.D. Orchid-epiphyte relationships in a forest watershed in Puerto Rico. **Journal of Tropical Ecology**, v.9, p.231-240. 1993.
- MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ S.A. **Mapa geológico do estado do Paraná**. Curitiba: DNPM – MINEROPAR, 1989. 1 mapa: color.; 1,97 x 97cm. Escala 1:650.000.
- MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ S.A. **Atlas Geológico do Estado do Paraná**. Sonopress-rimo, 2001. 1 CD-ROM.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. New York: John Wiley & Sons. 1974. 547p.
- MOBOT, Missouri Botanical Garden's, 2006. Disponível em: <http://www.mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html> > Acesso em: 28 jan. 2006.
- NADKARNI, N. Roots that go out on a limb. **Natural History**, v.34, p.42-45. 1985.
- NADKARNI, N.M. Epiphyte biomass and nutrient capital of a Neotropical Elfin Forest. **Biotropica**, v.16, n.4, p.249-256. 1984.
- NADKARNI, N.M.; MATELSON, T.J. Fine litter dynamics within the tree canopy of a tropical cloud forest. **Ecology**, v.72, n.6, p.2071-2082. 1991.
- NADKARNI, N.M.; MERWIN, M.C.; NIEDER, J. Forest Canopies, Plant diversity. **Encyclopedia of Biodiversity**, vol.3, p.27- 40. 2001.

NIEDER, J.; ENGWALD, S.; BARTHLOTT, W. Patterns of Neotropical epiphyte diversity. **Selbyana**, v.20, n.1, p.66-75. 1999.

NIEDER, J.; ENGWALD, S.; BARTHLOTT, W. Spatial Distribution of Vascular epiphytes (including Hemiepiphytes) in a Lowland Amazonian Rain Forest (Surumoni Crane plot) of Southern Venezuela. **Biotropica**, v.32, n.3, p.385-396. 2000.

NIEDER, J.; ZOTZ, G. Methods of analyzing the structure and dynamics of vascular epiphyte communities. **Ecotropica**, v.4, p.33-39. 1998.

OLIVEIRA, E. A. **Caracterização florística, fitossociológica e pedológica de um trecho de floresta ripária dos Campos Gerais do Paraná**. Curitiba, 2001. 106 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

OLIVEIRA, J. B. de. **Pedologia aplicada**. Jaboticabal: Funep, 2001. 414p.

OLIVEIRA, R. R. Importância das bromélias epifíticas na ciclagem de nutrientes da Floresta Atlântica. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, n.4, p.793-799. 2004.

OLIVEIRA, J. B. de; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil. Guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal: Funep, 1992. 201p.

PARKER, G.G. Structure and Microclimate of Forest Canopies. In: Lowman, M.D.; Nadkarni, N. M. (Eds.). **Forest Canopies**. New York: Academic Press, 1995. p.73-106.

PASDIORA, A. L. **Florística e fitossociologia de um trecho de floresta ripária em dois compartimentos ambientais do rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. Curitiba, 2003. 47 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

PAULA SOUZA, L. C. de. **Estudo das relações entre solos e as unidades fisiográficas da várzea do rio Iguaçu (primeiro planalto)**. Curitiba, 1990. 162 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

PENTEADO, M.M. **Fundamentos de geomorfologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE. 1983. 185p.

PETT-RIDGE, J.; SILVER, W.L. Survival, growth and ecosystem dynamics of displaced bromeliads in a montane tropical forest. **Biotropica**, v.34, n.2, p.211-224. 2002.

PINTO, A.C.R.; DEMATTÊ, M.E.S.P.; PAVANI, M.C.M.D. 1995. Composição florística de epifitas (Magnoliophyta) em fragmento de floresta no município de Jaboticabal, SP, Brasil. **Científica** 23(2): 283-289.

PIZO, M.A. O uso de bromélias por aves na Mata Atlântica da Fazenda Intervalles, Sudeste do Brasil. **Bromélia**, v.1, n.4, p.3-7. 1994.

RAUEN, M. de J.; FASOLO, P. J.; PÖTTER, R. O.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A. P. de; HOCHMULLER, D.P.; CURCIO, G.R.; RACHWAL, M.F.G. Levantamento Semidetalhado dos solos. In: HENKLAIN, J.C. (coord.) **Potencial de uso agrícola das áreas de várzea do estado do Paraná, Bacias hidrográficas dos rios das**

Cinzas e Laranjinha, Iapó, Iguaçu, Piquiri, Pirapó, Tibagi e Litoral. Londrina: IAPAR, 1994. v.2. p.7-59.

REICHARDT, K. Relações água – solo - planta em mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1., 1989, São Paulo. **Anais ...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.20-24.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações.** 1. ed. Barueri: Ed. Manole Ltda, 2004. 478p.

REINERT, F.; ROCHA, J.A.; FERNANDES, J.; RIBAS, L. Effect of changes in light and humidity on CAM activity in *Tillandsia stricta* Soland.(Bromeliaceae). **Leandra**, v.13, p.7-15. 2000.

REISEMBERG, A. Conferência: 90 anos da navegação a vapor do rio Iguaçu e Negro. Boletim do Instituto Histórico, Geográfico e Etnográfico Paranaense. Curitiba, v. XVIII, p.39-65. 1973.

REITZ, R. Bromeliáceas e a Malária - Bromélia Endêmica. **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí, Fasc. Brom, 518 p., dez.1983.

REITZ, R. Bromélias na trama da malária. **Ciência Hoje**, v.4, n.21, p.50-57. 1985.

RICCOMINI, C.; GIANNINI, P.C.F.; MANCINI, F. Rios e processos aluviais. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M. de; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. (Org.) **Decifrando a Terra.** São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p.191-214.

ROBERTSON, K.; PLATT, W.J. Effects of fire on Bromeliads in Subtropical Hammocks of Everglades National Park, Florida. **Selbyana**, v.13, p.39-49. 1992.

ROCHA, C.F.D.; COGLIATTI-CARVALHO, L.; ALMEIDA, D.R.; FREITAS, A.F.N. Bromélias: ampliadoras de biodiversidade. **Bromélia**, v.4, n.4, p.7-10, dez. 1997.

ROCHA, C.F.D.; COGLIATTI-CARVALHO, L.; NUNES-FREITAS, A.F.; ROCHA-PESSOA, T.C.; DIAS, A.S.; ARIANI, C.V.; MORGADO, L.N. Conservando uma larga proporção da diversidade biológica através da conservação de Bromeliaceae. **Vidalia**, v.2, n.1, p.52-68, jan./jun. 2004.

RODERJAN, C.V. Classificação da vegetação do Estado do Paraná. In: **A vegetação natural do Estado do Paraná.** Curitiba: IPARDES/IAP, 1994, p. 1-8.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACK, G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v.24, p.75-92, jan./jun. 2002.

RODERJAN, C. V.; CURCIO, G. R.; KUNIYOSHI, Y. S.; KIRCHNER, F. F.; GALVÃO, F.; KOSERA, C.; KERSTEN, R. A. de; SOCHER, L. G.; ACCIOLY, P.; ACCIOLY, A. **Diagnóstico da cobertura vegetal da área proposta para a construção da PCH São Jerônimo e do contexto vegetacional do seu entorno. Municípios de Pinhão e Guarapuava-PR.** Curitiba: UFPR, 2003. 83p. Relatório Técnico.

RODRIGUES, R.R. Análise estrutural das formações florestais ripárias. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1., 1989, São Paulo. **Anais ...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.99-119.

RODRIGUES, R. R.; SHEPHERD, G. J. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.) **Matas Ciliares –**

conservação e recuperação. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, 2000. p.101-107.

RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.) **Matas Ciliares – conservação e recuperação.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, 2000. p. 45-71.

ROGALSKI, J.M. **Distribuição espacial de bromélias e aráceas epifíticas em diferentes situações topográficas de Floresta Ombrófila Densa, Ilha de Santa Catarina/SC.** Florianópolis. 2002. 126 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina.

ROGALSKI, J.M.; ZANIN, E.M. Composição florística de epífitos vasculares no estreito de Augusto César, floresta Estacional Decidual do Rio Uruguai, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.4, p.551-556. 2003.

RUDOLPH, D.; RAUER, G.; NIEDER, J.; BARTHLOTT, W. Distributional patterns of epiphytes in the canopy and phorophyte characteristics in a western andean rain forest in Ecuador. **Selbyana**, v.19, n.1, p.27-33. 1998.

RUHE, R.V. **Geomorphology. Geomorphic Process and Surficial Geology.** Atlanta: H. Mifflin, 1975. 246 p.

SAZIMA, I.; VOGEL, S.; SAZIMA, M. Bat Pollination of *Encholirium glaziovii*, a terrestrial bromeliad. **Plant Systematics and Evolution**, v.168, p.167-179. 1989.

SHAW, D.C. Vertical organization of canopy biota. In: Lowman, M.D.; Rinker, H.B. (Eds.). **Forest Canopies.** 2. ed. London: Elsevier Academic Press, 2004. p.73-101.

SHEPHERD, G. J. **Fitopac 1: versão preliminar – software computacional & manual do usuário.** Campinas, 1988. Depto. de Botânica, UNICAMP.

SILVA, S. M.; BRITZ, R. M. de; SOUZA, W. S. de; MOTTA, J. T. W. Levantamento florístico em área de várzea do rio Iguaçu, São Mateus do Sul, PR, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.40, n.4, p.903-913. 1997.

SMITH, L.B.; DOWNS, R.J. Pitcairnioideae (Bromeliaceae). **Flora Neotrop. Monogr.**, N. York, v.14, n.1, p.1-658. 1974.

SMITH, L.B.; DOWNS, R.J. Tillansioideae (Bromeliaceae). **Flora Neotrop. Monogr.**, N. York, v.4, n.2, p.663- 1492. 1977.

SMITH, J.A.C.; GRIFFITHS, H.; LÜTTGE, U. Comparative ecophysiology of CAM and C3 bromeliads: I. The ecology of the Bromeliaceae in Trinidad. **Plant, Cell and Environment**, v.9, p.359-376. 1986.

SOUZA, M. K. F. de **Florística e fitossociologia do estrato arbóreo-arbustivo de diferentes compartimentos em ambiente fluvial no município de Jaguariaíva-PR.** Curitiba. 2001. 108 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

SPVS – Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem. **Ecosistemas naturais – Usina Hidrelétrica Segredo.** Anexo II. Curitiba: COPEL, 1987. 59 p. Nota técnica.

- STEEGE, H. TER.; CORNELISSEN, J.H.C. Distribution and Ecology of Vascular Epiphytes in Lowland Rain Forest of Guyana. **Biotropica**, v.21, n.4, p.331-339. 1989.
- STELL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: MacGraw-Hill, 1980. 633 p.
- STREHL, T. Forma, distribuição e flexibilidade dos tricomas foliares usados na filogenia das bromeliáceas. **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, v.31, p.105-119. 1983.
- SUDGEN, A.M. Aspects of the ecology of vascular epiphytes in two Colombian cloud forests. II. Habitat preferences of Bromeliaceae in the Serrania de Macuira. **Selbyana**, v.5, n.3/4, p.264-273. 1981.
- SUGUIO, K. **Geologia sedimentar**. 1. ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2003. 400 p.
- SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambiente fluvial**. 1. ed. Curitiba: Ed. UFPR, 1979. 183 p.
- SUMMERFIELD, M. A. **Global geomorphology**. 5. ed. Singapura: Pearson Education Limited. 1991. 537 p.
- SVOLENSKI, A. C. **Aspectos fitossociológicos e pedológicos de três superfícies de agradação do rio Guaraguaçu, litoral do Paraná**. Curitiba, 2000. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- TÁNAGO, M. G. del; JALÓN, D.G. de. **Restauración de ríos e riberas**. Madrid: Fundación Conde del Valle de Salazar, Ediciones Mundi-Prensa, 1998. 319 p.
- TARDIVO, R.C.; CERVI, A.C. Bromeliads of the state park of Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brazil. **Selbyana**, v.22, n.1, p.68-74. 2001.
- THORNBURY, W. **Principles of geomorphology**. 2. ed. New York: John Wiley, 1966. 594 p.
- VANDUNNE, H.J.F. Effects of the spatial distribution of trees, conspecific epiphytes and geomorphology on the distribution of epiphytic bromeliads in a secondary montane forest (Cordillera Central, Colombia). **Journal of Tropical Ecology**, v.18, p.193–213. 2002.
- VELOSO, H. P.; KLEIN, R. M. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial do sul do Brasil. I. As comunidades do Município de Brusque, Estado de Santa Catarina. **Sellowia**, Itajaí, v.8, p.81-235. 1957.
- VELOSO, H. P.; RANGEL, F. A. L. R.; LIMA, J. C. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. 1991. 123p.
- VIRZO DE SANTO, A.; ALFANI, A.; P. DE LUCIA. Water vapour uptake from the atmosphere by some *Tillandsia* species. **Annals of Botany** (London), v.40, p.391-394. 1976.
- WAECHTER, J.L. Epífitos vasculares da mata paludosa do Faxinal, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia (Série Botânica)**, v.34, p.39-49. 1986.

- WAECHTER, J.L. **O epifitismo vascular na planície costeira do Rio Grande do Sul**. São Carlos, 1992. 163 f. Tese (doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Setor de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos.
- WAECHTER, J.L. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. **Ciência e Natura**, v.20, p.43-66. 1998.
- WANDERLEY, M.G.L.; MOLLO, L. **Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso (São Paulo, Brasil). Bromeliaceae**. São Paulo: Instituto de Botânica, vol.3. 1992. 165p.
- WERNECK, M.S.; ESPIRITO-SANTO, M.M. Species diversity and abundance of vascular epiphytes on *Vellozia piresiana* in Brazil. **Biotropica**, v.34, n.1, p.51-57. 2002.
- WILSON, M.V.; SHMIDA, A. Measuring beta diversity with presence-absence data. **Journal of Ecology**, v.72, n.3, p.1055-1064. 1984.
- YEATON, R.I.; GLADSTONE, D.E. The pattern of colonization of epiphytes on Calabash Trees (*Crescentia alata* HBK.) in Guanacaste Province, Costa Rica. **Biotropica**, v.14, n.2, p.137-140. 1982.
- ZILLER, S.R. **As formações vegetais da área de influência do futuro reservatório do rio Iraí – Piraquara/Quatro Barras – PR**. Curitiba: IAP. 1995. 87 p.
- ZIMMERMAN, J.K.; OLMSTED, I.C. Host Tree Utilization by Vascular Epiphytes in a Seasonally Inundated Forest (Tintal) in Mexico. **Biotropica**, v.24, n.3, p.402-407. 1992.
- ZOTZ, G. How fast does an epiphyte grow? **Selbyana** v.16, n.2, p.150-154. 1995.
- ZOTZ, G. Substrate Use of Three Epiphytic Bromeliads. **Ecography**, v.20, p.264-270. 1997.
- ZOTZ, G.; WINTER, K. Annual carbon balance and nitrogen-use efficiency in tropical C3 and CAM epiphytes. **New Phytologist**, v.126, p.481-492. 1994.
- ZOTZ, G.; ANDRADE, J.L. Water relations of two-occurring epiphytic bromeliads. **Journal of Plant Physiology**, v.152, p.545-554. 1998.
- ZOTZ, G.; HIETZ, P. The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. **Journal of Experimental Botany**, v.52, n.364, p.2067-2078. 2001.
- ZOTZ, G.; THOMAS, V. How much water is in the tank? Model calculations for two epiphytic bromeliads. **Annals of Botany**, v.83, p.183-192. 1999.
- ZOTZ, G.; ZIEGLER, H. The occurrence of crassulacean acid metabolism among vascular apiphytes from Central Panama. **New Phytologist**, v.137, p.223-229. 1997.

ANEXO 1 – Espécies arbóreas registradas nas três faixas de parcelas em cada superfície estudada.

continua

| FAMÍLIA/ESPÉCIE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| ACHATOCARPACEAE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Achatocarpus bicornutus</i> Schinz et Aufran | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | | x |
| ANACARDIACEAE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl. | | | | | x | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi | x | | | | x | x | | | x | x | | | x | x | | | | | | | x | | | | |
| ANNONACEAE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Guatteria australis</i> A. St.-Hil. | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Rollinia salicifolia</i> Schlttdl. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | |
| <i>Rollinia silvatica</i> (A. St.-Hil.) Martius | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | |
| AQUIFOLIACEAE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ilex brevicuspis</i> Reissek | | | | | | x | | | | | | x | | x | | | | | | | | | | | |
| <i>Ilex integerrima</i> Reissek. | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ilex theezans</i> Mart. | | x | | x | x | | | | | x | | | | | x | x | | | | x | x | | | | |
| ARAUCARIACEAE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) Ktze. | | | | x | x | | | | | | | | | | x | | | | | x | | | | | |
| ARECACEAE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Euterpe edulis</i> Mart. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | x | |
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman | | | | x | | | x | | x | x | x | | | | x | | | | | x | x | | | | |
| BIGNONIACEAE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Jacaranda micrantha</i> Chamisso. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | |
| <i>Tabebuia alba</i> (Chamisso) Sandwith. | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | |
| BORAGINACEAE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cordia ecalyculata</i> Vell. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | x | |
| <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | |
| <i>Patagonula americana</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | x | |
| BURSERACEAE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO 1 – Espécies arbóreas registradas nas três faixas de parcelas em cada superfície estudada.

continuação

| FAMÍLIA/ESPÉCIE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| CECROPIACEAE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | X | | |
| CELASTRACEAE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Maytenus evonymoides</i> Reissek | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reissek | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| ERYTHROXYLACEAE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Erythroxylum cuneifolium</i> (Mart.) O. E. Schulz | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| EUPHORBIACEAE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg. | | | | | | | X | X | | | | X | | | | | | X | | X | X | X | | X | |
| <i>Alchornea sidifolia</i> Müller Argoviensis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | X | X | |
| <i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng. | X | | | X | X | | | | | | | X | | X | | | | | | | | | | | |
| <i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L. B. Sm. & Downs | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | |
| FLACOURTIACEAE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Casearia decandra</i> Jacq. | | | X | X | X | X | X | X | | | X | X | X | X | X | X | | X | | X | | | | X | |
| <i>Casearia sylvestris</i> Sw. | | | X | X | X | | X | X | | | X | | X | | X | | | X | X | X | | | | X | |
| <i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichl. | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FABACEAE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) Macbr. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | |
| <i>Bauhinia forficata</i> Link | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | |
| <i>Calliandra brevipes</i> Benth. | | | | | | | | | | | X | | X | | X | X | | | | | | | | | |
| <i>Calliandra foliolosa</i> Benth. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | X | |
| <i>Erythrina crista-galli</i> L. | | | | | | | | | | X | | | X | | | | | | | | | | | | |

ANEXO 1 – Espécies arbóreas registradas nas três faixas de parcelas em cada superfície estudada.

continuação

| FAMÍLIA/ESPÉCIE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

ANEXO 2 – ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Tabela 1 - Análise da deviance para ocorrências e abundâncias das espécies e das plântulas de bromélias epifíticas nas superfícies e faixas de parcelas estudadas.

| Causa de variação | G.L. | ocorrência de espécies | | ocorrência de plântulas | | abundância de espécies | | abundância de plântulas | |
|-------------------|------|------------------------|---------|-------------------------|---------|------------------------|---------|-------------------------|---------|
| | | deviance | valor p | deviance | valor p | deviance | valor p | deviance | valor p |
| Superfícies (S) | 23 | 2527,01 | <0,0001 | 2766,72 | <0,0001 | 14779,37 | <0,0001 | 4603,20 | <0,0001 |
| Faixa (L) | 2 | 2498,86 | <0,0001 | 2765,22 | 0,4731 | 14719,98 | 0,1270 | 4495,58 | 0,0031 |
| S x L | 46 | 2322,35 | <0,0001 | 2558,82 | <0,0001 | 12788,53 | <0,0001 | 3843,77 | 0,0032 |

Tabela 2 - Análise da deviance para ocorrências das espécies de bromélias e de plântulas em relação aos parâmetros forofíticos em cada compartimento estudado.

| CGM Costeiro | Espécies de bromélias | | | | | | | | |
|------------------|-----------------------|----|----|----------|-------|-------|---------|---------|---------|
| | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | |
| DAP | 20 | 75 | 52 | 4,83 | 3,58 | 8,76 | 0,2969 | <0,0001 | <0,0001 |
| PIM | 11 | 19 | 16 | 13,44 | 60,79 | 36,96 | 0,3801 | 0,5166 | 0,4532 |
| altura | 14 | 20 | 20 | 3,35 | 40,04 | 25,97 | 0,0004 | <0,0001 | 0,0001 |
| nº de fustes | 3 | 5 | 5 | 18,35 | 66,81 | 49,56 | 0,1577 | 0,1611 | 0,8053 |
| inclinação fuste | 4 | 7 | 7 | 19,86 | 66,73 | 42,12 | 0,6816 | 0,2581 | 0,4314 |
| Degradação | | | | | | | | | |
| DAP | 37 | 46 | 37 | 18,02 | 11,77 | 1,38 | 0,0014 | 0,0015 | <0,0001 |
| PIM | 16 | 20 | 14 | 35,24 | 23,66 | 11,77 | <0,0001 | 0,0001 | 0,1406 |
| altura | 15 | 21 | 14 | 47,10 | 27,50 | 8,31 | 0,0636 | 0,0345 | <0,0001 |
| nº de fustes | 3 | 5 | 6 | 65,73 | 45,89 | 14,75 | 0,2376 | 0,4625 | 0,4557 |
| inclinação fuste | 9 | 6 | 8 | 52,84 | 46,50 | 16,88 | 0,0295 | 0,6680 | 0,7891 |
| Plântulas | | | | | | | | | |
| CGM Costeiro | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | |
| DAP | 20 | 75 | 52 | 5,54 | 19,26 | 15,55 | 0,1484 | 0,2508 | 0,9550 |
| PIM | 11 | 19 | 16 | 16,77 | 84,52 | 38,92 | 0,1682 | 0,5512 | 0,6976 |
| altura | 14 | 20 | 20 | 15,27 | 69,56 | 39,06 | 0,2659 | 0,0380 | 0,8970 |
| nº de fustes | 3 | 5 | 5 | 28,26 | 89,46 | 47,79 | 0,2805 | 0,0271 | 0,5795 |
| inclinação fuste | 4 | 7 | 7 | 28,61 | 95,67 | 40,90 | 0,4812 | 0,4915 | 0,1532 |
| Degradação | | | | | | | | | |
| DAP | 37 | 46 | 37 | 22,91 | 35,73 | 16,63 | 0,0286 | 0,6794 | 0,6384 |
| PIM | 16 | 20 | 14 | 41,5 | 58,67 | 35,67 | 0,0023 | 0,5809 | 0,4227 |
| altura | 15 | 21 | 14 | 58,92 | 50,80 | 37,76 | 0,2131 | 0,2075 | 0,5846 |
| nº de fustes | 3 | 5 | 6 | 73,04 | 70,20 | 44,53 | 0,1800 | 0,2542 | 0,4803 |
| inclinação fuste | 9 | 6 | 8 | 60,80 | 71,03 | 41,96 | 0,0467 | 0,4527 | 0,4258 |

continuação

| Campo do Tenente | Espécies de bromélias | | | | | | | | |
|------------------|-----------------------|----|----|----------|-------|-------|---------|---------|---------|
| | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | |
| DAP | 55 | 25 | 16 | 20,92 | 0,0 | 6,93 | <0,0001 | <0,0001 | 0,4321 |
| PIM | 21 | 13 | 10 | 71,49 | 27,51 | 15,38 | 0,0020 | 0,0492 | 0,6067 |
| altura | 13 | 14 | 11 | 95,22 | 4,30 | 13,86 | 0,1833 | <0,0001 | 0,5934 |
| nº de fustes | 2 | 1 | 2 | 111,33 | 63,01 | 25,10 | 0,0701 | 0,4298 | 0,4741 |
| inclinação fuste | 14 | 9 | 6 | 93,77 | 30,02 | 15,81 | 0,1403 | 0,0161 | 0,1276 |
| Degradação | | | | | | | | | |
| DAP | 32 | 21 | 25 | 17,28 | 9,86 | 3,00 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| PIM | 20 | 12 | 15 | 42,33 | 17,76 | 22,57 | 0,9195 | <0,0001 | 0,6646 |
| altura | 16 | 15 | 14 | 24,37 | 17,30 | 11,72 | <0,0001 | 0,0083 | <0,0001 |
| nº de fustes | 2 | 2 | 2 | 51,24 | 42,62 | 35,70 | 0,2449 | 0,6177 | 0,3330 |
| inclinação fuste | 11 | 4 | 6 | 41,52 | 38,21 | 33,85 | 0,1355 | 0,3185 | 0,7359 |
| | | | | | | | | | |
| Campo do Tenente | Plântulas | | | | | | | | |
| | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | |
| DAP | 55 | 25 | 16 | 29,27 | 0,0 | 8,31 | 0,0524 | 0,1045 | 0,7348 |
| PIM | 21 | 13 | 10 | 75,91 | 15,95 | 7,63 | 0,1921 | 0,1498 | 0,2344 |
| altura | 13 | 14 | 11 | 85,34 | 18,86 | 7,27 | 0,2014 | 0,3583 | 0,2818 |
| nº de fustes | 2 | 1 | 2 | 101,38 | 31,34 | 18,55 | 0,6340 | 0,0932 | 0,3867 |
| inclinação fuste | 14 | 9 | 6 | 81,56 | 27,04 | 17,71 | 0,1088 | 0,6251 | 0,8411 |
| Degradação | | | | | | | | | |
| DAP | 32 | 21 | 25 | 20,59 | 20,05 | 6,59 | 0,0134 | 0,1854 | 0,6656 |
| PIM | 20 | 12 | 15 | 47,42 | 32,14 | 14,05 | 0,1860 | 0,2710 | 0,5243 |
| altura | 16 | 15 | 14 | 53,65 | 28,28 | 7,63 | 0,2595 | 0,2454 | 0,1171 |
| nº de fustes | 2 | 2 | 2 | 72,17 | 43,57 | 27,03 | 0,7171 | 0,2174 | 0,5951 |
| inclinação fuste | 11 | 4 | 6 | 60,78 | 44,11 | 21,88 | 0,3600 | 0,6418 | 0,4030 |
| | | | | | | | | | |
| Furnas | Espécies de bromélias | | | | | | | | |
| | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | |
| DAP | 32 | 26 | 23 | 1,89 | 1,62 | 2,77 | <0,0001 | <0,0001 | 0,2107 |
| PIM | 14 | 12 | 12 | 32,15 | 7,13 | 10,51 | 0,5495 | 0,0195 | 0,0733 |
| altura | 11 | 12 | 13 | 113,05 | 44,68 | 10,15 | 0,8750 | 0,5425 | 0,0063 |
| nº de fustes | 4 | 2 | 2 | 44,26 | 13,55 | 18,52 | 0,7294 | 0,9792 | 0,0977 |
| inclinação fuste | 8 | 7 | 5 | 42,55 | 8,17 | 20,35 | 0,9109 | 0,0028 | 0,9239 |
| Degradação | | | | | | | | | |
| DAP | 54 | 41 | 27 | 50,02 | 4,96 | 2,77 | 0,1245 | 0,0002 | <0,0001 |
| PIM | 11 | 11 | 11 | 18,02 | 8,79 | 12,63 | <0,0001 | 0,2019 | 0,2994 |
| altura | 18 | 12 | 13 | 90,35 | 42,07 | 12,47 | 0,0685 | 0,3682 | 0,5160 |
| nº de fustes | 4 | 4 | 5 | 112,88 | 55,04 | 16,99 | 0,1487 | 0,7010 | 0,4333 |
| inclinação fuste | 13 | 6 | 7 | 94,55 | 43,79 | 11,56 | 0,0121 | 0,0641 | 0,0010 |
| | | | | | | | | | |
| Furnas | Plântulas | | | | | | | | |
| | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | |
| DAP | 32 | 26 | 23 | 0,0 | 6,59 | 5,54 | 0,0245 | 0,0527 | 0,1099 |
| PIM | 14 | 12 | 12 | 32,10 | 28,36 | 15,95 | 0,2323 | 0,1548 | 0,0484 |
| altura | 11 | 11 | 11 | 25,84 | 33,81 | 29,95 | 0,0139 | 0,4086 | 0,7878 |
| nº de fustes | 4 | 2 | 2 | 40,77 | 43,24 | 32,91 | 0,0664 | 0,3706 | 0,1236 |
| inclinação fuste | 8 | 7 | 5 | 32,59 | 33,25 | 33,28 | 0,0303 | 0,1012 | 0,5773 |

continuação

| Degradação | | | | | | | | | |
|------------------|----|----|----|--------|-------|-------|--------|--------|--------|
| DAP | 54 | 41 | 27 | 53,89 | 12,13 | 13,32 | 0,0242 | 0,0795 | 0,2998 |
| PIM | 18 | 12 | 13 | 108,26 | 55,62 | 27,04 | 0,2318 | 0,5433 | 0,2182 |
| altura | 11 | 12 | 13 | 115,14 | 50,34 | 33,77 | 0,1768 | 0,1865 | 0,7047 |
| nº de fustes | 4 | 4 | 5 | 124,75 | 59,43 | 33,00 | 0,2388 | 0,1347 | 0,0590 |
| inclinação fuste | 13 | 6 | 7 | 113,18 | 56,62 | 37,41 | 0,1957 | 0,1317 | 0,5127 |

| Espécies de bromélias | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|----|----|----------|-------|-------|---------|---------|---------|
| Mafra/Rio do Sul | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | |
| DAP | 12 | 25 | 23 | 0,0 | 6,80 | 1,38 | 0,8238 | <0,0001 | <0,0001 |
| PIM | 7 | 15 | 17 | 1,38 | 16,50 | 9,36 | <0,0001 | 0,0044 | <0,0001 |
| altura | 8 | 13 | 15 | 2,77 | 15,59 | 6,35 | 0,6152 | 0,0008 | <0,0001 |
| nº de fustes | 2 | 1 | 2 | 5,54 | 32,85 | 32,87 | 0,2971 | 0,2454 | 0,7773 |
| inclinação fuste | 6 | 9 | 5 | 2,19 | 24,07 | 26,56 | 0,0145 | 0,1675 | 0,4231 |
| Degradação | | | | | | | | | |
| DAP | 26 | 22 | 20 | 4,15 | 2,77 | 1,38 | 0,0845 | <0,0001 | <0,0001 |
| PIM | 13 | 9 | 10 | 11,60 | 12,13 | 22,38 | 0,0086 | <0,0001 | 0,0681 |
| altura | 16 | 13 | 14 | 15,55 | 3,63 | 13,28 | 0,7361 | <0,0001 | 0,0059 |
| nº de fustes | 2 | 2 | 1 | 25,52 | 39,52 | 44,32 | 0,7100 | 0,4636 | 0,2567 |
| inclinação fuste | 4 | 3 | 6 | 23,84 | 43,56 | 31,36 | 0,5270 | 0,9846 | 0,2616 |
| Plântulas | | | | | | | | | |
| Mafra/Rio do Sul | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | |
| DAP | 12 | 25 | 23 | 0,0 | 16,59 | 3,81 | 0,5151 | 0,1433 | 0,1810 |
| PIM | 7 | 15 | 17 | 3,81 | 34,25 | 12,13 | 0,3940 | 0,4610 | 0,2417 |
| altura | 8 | 13 | 15 | 2,77 | 30,94 | 14,54 | 0,3963 | 0,1508 | 0,2494 |
| nº de fustes | 2 | 1 | 2 | 8,99 | 47,67 | 31,68 | 0,3387 | 0,2280 | 0,5736 |
| inclinação fuste | 4 | 3 | 6 | 39,85 | 32,99 | 25,74 | 0,3573 | 0,5372 | 0,3278 |
| Degradação | | | | | | | | | |
| DAP | 26 | 22 | 20 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0143 | 0,0372 | 0,0367 |
| PIM | 13 | 9 | 10 | 16,63 | 21,50 | 18,72 | 0,0103 | 0,1348 | 0,1756 |
| altura | 16 | 13 | 14 | 23,90 | 20,31 | 11,09 | 0,2057 | 0,3169 | 0,0877 |
| nº de fustes | 2 | 2 | 1 | 33,54 | 30,28 | 32,40 | 0,0048 | 0,0874 | 0,6087 |
| inclinação fuste | 6 | 9 | 5 | 5,54 | 40,99 | 27,15 | 0,4674 | 0,5213 | 0,3423 |

| Espécies de bromélias | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|----|----|----------|-------|-------|---------|---------|---------|
| Rio Bonito | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | |
| DAP | 4 | 14 | 18 | 0,0 | 1,38 | 2,96 | 0,3488 | 0,1054 | 0,0173 |
| PIM | 20 | 12 | 11 | 49,43 | 26,17 | 32,32 | 0,0036 | 0,0070 | 0,3526 |
| altura | 4 | 7 | 9 | 0,0 | 9,73 | 11,83 | 0,3488 | 0,0641 | 0,0675 |
| nº de fustes | 3 | 3 | 4 | 1,32 | 21,43 | 21,39 | 0,4888 | 0,9270 | 0,6471 |
| inclinação fuste | 3 | 4 | 8 | 1,03 | 13,34 | 22,10 | 0,3338 | 0,0392 | 0,9944 |
| Degradação | | | | | | | | | |
| DAP | 42 | 33 | 33 | 23,55 | 1,38 | 1,38 | 0,0161 | <0,0001 | <0,0001 |
| PIM | 3 | 10 | 15 | 1,04 | 5,79 | 9,93 | 0,3338 | 0,0874 | 0,6073 |
| altura | 16 | 16 | 12 | 60,45 | 23,32 | 26,55 | 0,0755 | 0,0065 | 0,0648 |
| nº de fustes | 3 | 3 | 5 | 86,79 | 37,47 | 24,12 | 0,7722 | 0,0050 | <0,0001 |
| inclinação fuste | 6 | 4 | 6 | 74,22 | 41,14 | 33,42 | 0,0624 | 0,0711 | 0,0693 |
| Plântulas | | | | | | | | | |
| Rio Bonito | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |

continuação

| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
|------------------|----|----|----|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Agradação | | | | | | | | | |
| DAP | 4 | 14 | 18 | 0,0 | 0,0 | 7,63 | 0,2869 | 0,2070 | 0,1512 |
| PIM | 3 | 10 | 15 | 0,0 | 6,73 | 14,90 | 0,1715 | 0,3373 | 0,3282 |
| altura | 4 | 7 | 9 | 0,0 | 7,63 | 27,55 | 0,2869 | 0,1693 | 0,8975 |
| nº de fustes | 3 | 3 | 4 | 0,0 | 15,39 | 26,17 | 0,1715 | 0,4571 | 0,2327 |
| inclinação fuste | 3 | 4 | 8 | 0,0 | 13,37 | 20,05 | 0,1715 | 0,3291 | 0,1649 |
| Degradação | | | | | | | | | |
| DAP | 42 | 33 | 33 | 25,49 | 5,00 | 8,31 | 0,661 | 0,1343 | 0,1288 |
| PIM | 20 | 12 | 11 | 31,96 | 30,38 | 35,59 | 0,0465 | 0,1624 | 0,1815 |
| altura | 16 | 16 | 12 | 41,87 | 32,95 | 25,63 | 0,1497 | 0,5916 | 0,0149 |
| nº de fustes | 3 | 3 | 5 | 59,52 | 41,60 | 41,02 | 0,2452 | 0,1416 | 0,0877 |
| inclinação fuste | 6 | 4 | 6 | 58,14 | 42,33 | 41,90 | 0,4780 | 0,3171 | 0,1903 |

| Palermo | Espécies de bromélias | | | | | | | | |
|------------------|-----------------------|----|----|----------|-------|-------|---------|---------|---------|
| | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | |
| DAP | 4 | 3 | 2 | 9,43 | 19,33 | 20,03 | 0,7768 | 0,1425 | 0,4695 |
| PIM | 21 | 35 | 23 | 0,0 | 2,53 | 2,79 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0060 |
| altura | 13 | 20 | 16 | 6,39 | 10,22 | 6,81 | 0,8360 | 0,0181 | 0,0101 |
| nº de fustes | 9 | 18 | 14 | 4,05 | 15,54 | 14,64 | <0,0001 | 0,4529 | 0,8764 |
| inclinação fuste | 8 | 7 | 6 | 4,02 | 18,44 | 16,63 | <0,0001 | 0,3493 | 0,2644 |
| Degradação | | | | | | | | | |
| DAP | 19 | 26 | 20 | 0,0 | 1,38 | 0,0 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| PIM | 14 | 21 | 14 | 14,06 | 22,18 | 25,18 | 0,0003 | 0,0197 | 0,3372 |
| altura | 15 | 17 | 16 | 2,77 | 15,65 | 2,77 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| nº de fustes | 2 | 1 | 1 | 0,5090 | 59,25 | 45,95 | 0,5059 | 0,3633 | 0,4723 |
| inclinação fuste | 5 | 5 | 5 | 43,55 | 49,99 | 41,00 | 0,3289 | 0,2393 | 0,6379 |
| Plântulas | | | | | | | | | |
| Palermo | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | |
| DAP | 21 | 35 | 23 | 2,77 | 19,40 | 6,59 | 0,5498 | 0,2705 | 0,4358 |
| PIM | 13 | 20 | 16 | 8,31 | 40,76 | 14,77 | 0,3733 | 0,5686 | 0,5062 |
| altura | 9 | 18 | 14 | 12,13 | 36,91 | 20,96 | 0,3355 | 0,2260 | 0,8269 |
| nº de fustes | 4 | 3 | 2 | 15,08 | 57,59 | 28,60 | 0,1239 | 0,6932 | 0,4916 |
| inclinação fuste | 8 | 7 | 6 | 14,22 | 51,74 | 22,00 | 0,4243 | 0,3980 | 0,2368 |
| Degradação | | | | | | | | | |
| DAP | 19 | 26 | 20 | 10,04 | 5,54 | 0,0 | 0,1034 | 0,0169 | 0,0132 |
| PIM | 14 | 21 | 14 | 14,90 | 19,40 | 22,04 | 0,0749 | 0,0987 | 0,4123 |
| altura | 15 | 17 | 16 | 15,58 | 23,22 | 6,59 | 0,1214 | 0,772 | 0,0182 |
| nº de fustes | 2 | 1 | 1 | 33,27 | 48,95 | 35,98 | 0,1477 | 0,7193 | 0,4522 |
| inclinação fuste | 5 | 5 | 5 | 31,24 | 39,56 | 32,99 | 0,2319 | 0,0902 | 0,6140 |

| Irati | Espécies de bromélias | | | | | | | | |
|------------------|-----------------------|----|----|----------|-------|-------|---------|---------|---------|
| | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | |
| DAP | 13 | 20 | 27 | 0,0 | 0,33 | 6,89 | 0,9572 | <0,0001 | <0,0001 |
| PIM | 10 | 14 | 19 | 2,26 | 9,46 | 19,86 | 0,9048 | 0,9985 | 0,0957 |
| altura | 9 | 13 | 16 | 43,69 | 4,49 | 18,85 | <0,0001 | 0,0516 | 0,0106 |
| nº de fustes | 3 | 2 | 2 | 5,26 | 11,18 | 38,73 | 0,8696 | 0,3826 | 0,0444 |
| inclinação fuste | 7 | 5 | 6 | 3,72 | 10,40 | 32,40 | 0,9129 | 0,6025 | 0,0334 |
| Degradação | | | | | | | | | |

continuação

| | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|----|----|----------|-------|-------|---------|---------|---------|
| DAP | 24 | 22 | 28 | 0,0 | 4,15 | 3,00 | 0,9940 | 0,0444 | <0,0001 |
| PIM | 12 | 11 | 12 | 6,05 | 13,19 | 26,71 | 0,6194 | 0,0335 | 0,2808 |
| altura | 13 | 12 | 14 | 2,75 | 7,95 | 26,30 | 0,0006 | <0,0001 | 0,4337 |
| n° de fustes | 4 | 5 | 4 | 9,45 | 18,59 | 33,24 | 0,8434 | 0,0067 | 0,0676 |
| inclinação fuste | 7 | 3 | 4 | 8,99 | 25,52 | 39,63 | 0,9500 | 0,2073 | 0,6610 |
| Plântulas | | | | | | | | | |
| Irati | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | |
| DAP | 13 | 20 | 27 | 0,0 | 0,0 | 11,09 | 0,3364 | 0,2007 | 0,2068 |
| PIM | 10 | 14 | 19 | 2,77 | 17,14 | 5,00 | 0,3004 | 0,8955 | 0,0047 |
| altura | 9 | 13 | 16 | 3,81 | 13,18 | 16,77 | 0,2947 | 0,5411 | 0,0412 |
| n° de fustes | 3 | 2 | 2 | 8,37 | 21,27 | 40,48 | 0,1035 | 0,1534 | 0,1905 |
| inclinação fuste | 7 | 5 | 6 | 11,09 | 21,92 | 34,32 | 0,8397 | 0,6840 | 0,1483 |
| Degradação | | | | | | | | | |
| DAP | 24 | 22 | 28 | 2,77 | 0,0 | 6,59 | 0,0897 | 0,0450 | 0,0735 |
| PIM | 12 | 11 | 12 | 18,36 | 17,68 | 22,86 | 0,1116 | 0,1174 | 0,0260 |
| altura | 13 | 12 | 14 | 19,54 | 3,81 | 29,81 | 0,2015 | 0,0023 | 0,2983 |
| n° de fustes | 4 | 5 | 4 | 30,77 | 19,06 | 39,09 | 0,2206 | 0,0091 | 0,1375 |
| inclinação fuste | 7 | 3 | 4 | 30,73 | 29,51 | 41,02 | 0,5671 | 0,1822 | 0,2828 |
| Espécies de bromélias | | | | | | | | | |
| Serra Alta | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | |
| DAP | 19 | 34 | 25 | 0,0 | 6,22 | 5,07 | 0,3995 | 0,0032 | 0,5153 |
| PIM | 8 | 13 | 17 | 9,12 | 23,38 | 3,85 | 0,0624 | 0,8058 | <0,0001 |
| altura | 9 | 13 | 11 | 4,39 | 18,79 | 12,40 | <0,0001 | 0,0401 | 0,3074 |
| n° de fustes | 4 | 3 | 2 | 14,19 | 23,75 | 14,13 | 0,3118 | 0,0168 | 0,0146 |
| inclinação fuste | 8 | 6 | 5 | 4,39 | 25,12 | 13,36 | <0,0001 | 0,4864 | 0,0509 |
| Degradação | | | | | | | | | |
| DAP | 27 | 17 | 15 | 33,98 | 0,0 | 0,20 | <0,0001 | 0,2340 | 0,0054 |
| PIM | 16 | 10 | 11 | 5,46 | 3,92 | 1,98 | 0,6761 | 0,0004 | 0,3400 |
| altura | 13 | 13 | 8 | 5,72 | 2,54 | 2,09 | 0,2786 | 0,0012 | 0,0276 |
| n° de fustes | 2 | 2 | - | 10,06 | 20,17 | - | 0,9636 | 0,7214 | - |
| inclinação fuste | 8 | 3 | 4 | 8,21 | 17,47 | 4,68 | 0,7223 | 0,3099 | 0,2239 |
| Plântulas | | | | | | | | | |
| Serra Alta | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | |
| DAP | 19 | 34 | 25 | 0,0 | 0,0 | 6,59 | 0,3936 | 0,0716 | 0,6656 |
| PIM | 8 | 13 | 17 | 12,13 | 30,43 | 3,81 | 0,4454 | 0,2329 | 0,1127 |
| altura | 9 | 13 | 11 | 10,95 | 24,47 | 15,95 | 0,4314 | 0,0513 | 0,3550 |
| n° de fustes | 4 | 3 | 2 | 11,45 | 44,12 | 18,75 | 0,0731 | 0,4545 | 0,0095 |
| inclinação fuste | 8 | 6 | 5 | 0,0 | 35,33 | 16,89 | 0,0103 | 0,0767 | 0,0479 |
| Degradação | | | | | | | | | |
| DAP | 27 | 17 | 15 | 2,77 | 0,0 | 0,0 | 0,0687 | 0,1521 | 0,3925 |
| PIM | 16 | 10 | 11 | 21,13 | 3,81 | 2,77 | 0,2093 | 0,0391 | 0,2887 |
| altura | 13 | 13 | 8 | 25,99 | 2,77 | 5,54 | 0,2842 | 0,0917 | 0,2447 |
| n° de fustes | 2 | 2 | - | 41,23 | 21,17 | - | 0,9312 | 0,4180 | - |
| inclinação fuste | 8 | 3 | 4 | 27,66 | 16,09 | 7,63 | 0,0896 | 0,0779 | 0,0843 |

| | | Espécies de bromélias | | | | | | | | |
|------------------|--|-----------------------|----|----|----------|-------|-------|---------|---------|---------|
| Teresina | | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | | |
| DAP | | 9 | 47 | 35 | 0,0 | 4,15 | 13,15 | 0,6138 | <0,0001 | 0,0684 |
| PIM | | - | 23 | 16 | - | 15,69 | 21,03 | - | 0,2237 | 0,2875 |
| altura | | 4 | 11 | 16 | 2,77 | 22,04 | 20,46 | 0,1153 | 0,2052 | 0,2690 |
| nº de fustes | | 3 | 6 | 2 | 4,15 | 23,05 | 30,79 | 0,2038 | 0,0445 | 0,4861 |
| inclinação fuste | | 5 | 9 | 6 | 2,77 | 25,14 | 24,87 | 0,3126 | 0,6197 | 0,2541 |
| Degradação | | | | | | | | | | |
| DAP | | 33 | 36 | 30 | 4,96 | 0,0 | 2,19 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| PIM | | 15 | 12 | 15 | 23,95 | 2,19 | 9,57 | 0,0973 | <0,0001 | 0,2387 |
| altura | | 15 | 15 | 14 | 16,95 | 8,05 | 9,21 | <0,0001 | 0,2549 | 0,0265 |
| nº de fustes | | 4 | 3 | 5 | 22,76 | 11,59 | 14,43 | 0,0010 | 0,6505 | 0,4794 |
| inclinação fuste | | 5 | 6 | 6 | 35,01 | 9,28 | 13,39 | 0,4130 | 0,0708 | 0,2702 |
| | | Plântulas | | | | | | | | |
| Teresina | | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | | |
| DAP | | 9 | 47 | 35 | 0,0 | 0,0 | 8,82 | 0,3498 | 0,9976 | 1,0 |
| PIM | | 6 | 23 | 16 | 3,81 | 8,31 | 12,05 | 0,4024 | 0,8595 | 0,9862 |
| altura | | 4 | 11 | 16 | 7,27 | 14,40 | 11,48 | 0,6028 | 0,5471 | 0,9780 |
| nº de fustes | | 3 | 6 | 2 | 6,59 | 20,16 | 17,67 | 0,3318 | 0,6700 | 0,7594 |
| inclinação fuste | | 5 | 9 | 6 | 4,49 | 18,75 | 16,46 | 0,3569 | 0,7921 | 0,9406 |
| Degradação | | | | | | | | | | |
| DAP | | 33 | 36 | 30 | 5,54 | 5,0 | 3,81 | 0,4763 | 0,9923 | 0,8314 |
| PIM | | 15 | 12 | 15 | 21,01 | 10,32 | 15,86 | 0,2988 | 0,3408 | 0,7837 |
| altura | | 15 | 15 | 14 | 15,86 | 15,58 | 17,78 | 0,0955 | 0,9185 | 0,8538 |
| nº de fustes | | 4 | 3 | 5 | 22,36 | 22,28 | 20,10 | 0,0030 | 0,6973 | 0,2771 |
| inclinação fuste | | 5 | 6 | 6 | 30,47 | 10,58 | 12,78 | 0,1628 | 0,0410 | 0,0340 |
| | | Espécies de bromélias | | | | | | | | |
| Rio do Rasto | | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | | |
| DAP | | 41 | 26 | 20 | 4,15 | 2,19 | 4,96 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0002 |
| PIM | | 27 | 14 | 10 | 19,29 | 16,76 | 14,74 | 0,0253 | 0,0283 | 0,0039 |
| altura | | 19 | 14 | 12 | 23,28 | 12,71 | 14,33 | 0,0072 | 0,0004 | 0,0553 |
| nº de fustes | | 3 | 2 | 2 | 43,68 | 35,69 | 24,65 | 0,3860 | 0,7619 | 0,0142 |
| inclinação fuste | | 15 | 6 | 5 | 28,97 | 27,00 | 25,13 | 0,0486 | 17,64 | 0,1705 |
| Degradação | | | | | | | | | | |
| DAP | | 41 | 37 | 34 | 13,87 | 8,65 | 4,15 | 0,0935 | 0,0456 | 0,0529 |
| PIM | | 15 | 13 | 11 | 33,41 | 39,25 | 19,23 | 0,2304 | 0,9137 | 0,0008 |
| altura | | 16 | 15 | 17 | 30,09 | 28,78 | 18,33 | 0,0458 | 0,0932 | 0,0124 |
| nº de fustes | | 5 | 3 | 6 | 42,70 | 40,10 | 32,86 | 0,6039 | 0,0559 | 0,1494 |
| inclinação fuste | | 13 | 6 | 6 | 34,27 | 40,31 | 32,33 | 0,1822 | 0,3525 | 0,2260 |
| | | Plântulas | | | | | | | | |
| Rio do Rasto | | G.L. | | | deviance | | | valor p | | |
| | | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| Agradação | | | | | | | | | | |
| DAP | | 41 | 26 | 20 | 5,54 | 3,81 | 10,41 | 0,0757 | 0,0445 | 0,1134 |
| PIM | | 27 | 14 | 10 | 29,13 | 25,32 | 20,08 | 0,2705 | 0,2109 | 0,0524 |
| altura | | 19 | 14 | 12 | 39,18 | 18,04 | 26,36 | 0,3384 | 0,0328 | 0,4557 |
| nº de fustes | | 3 | 2 | 2 | 56,75 | 42,17 | 34,64 | 0,3480 | 0,5897 | 0,1656 |
| inclinação fuste | | 15 | 6 | 5 | 41,48 | 35,45 | 27,49 | 0,2290 | 0,2550 | 0,0566 |

| Degradação | | | | | | | | | |
|------------------|----|----|----|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| DAP | 41 | 37 | 34 | 20,45 | 5,54 | 2,77 | 0,9916 | 0,7720 | 0,6295 |
| PIM | 16 | 15 | 17 | 27,43 | 22,14 | 11,59 | 0,4850 | 0,5442 | 0,1889 |
| altura | 15 | 13 | 11 | 25,63 | 22,51 | 16,86 | 0,2987 | 0,4183 | 0,1195 |
| nº de fustes | 5 | 3 | 3 | 37,84 | 32,79 | 28,09 | 0,4002 | 0,3764 | 0,4940 |
| inclinação fuste | 13 | 6 | 6 | 25,41 | 28,15 | 18,23 | 0,1750 | 0,2574 | 0,0184 |

NOTA: resultados estatísticos dos compartimentos Serra Geral I e II não apresentados devido à baixa ocorrência de bromélias.

Tabela 3 – Análise da deviance para ocorrência de espécies de bromélias nas faixas de parcelas em cada superfície estudada.

| Áreas | espécies | | | | |
|------------------|----------|----------|---------|-----------------------|---------|
| | G.L. | deviance | valor p | p -valor do contraste | |
| | | | | L1 x L2/ L3 | L2 x L3 |
| CGM Costeiro | | | | | |
| Agradação | 2 | 154,71 | <0,0001 | <0,0001 | 0,9646 |
| Degradação | 2 | 142,79 | <0,0001 | <0,0001 | 0,2314 |
| Campo do Tenente | | | | | |
| Agradação | 2 | 210,81 | 0,6464 | 0,3509 | 0,8585 |
| Degradação | 2 | 136,05 | 0,0032 | 0,0007 | 0,6288 |
| Furnas | | | | | |
| Agradação | 2 | 81,90 | 0,4866 | 0,2721 | 0,5583 |
| Degradação | 2 | 200,29 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0028 |
| Mafra/Rio do Sul | | | | | |
| Agradação | 2 | 75,50 | 0,9244 | 0,6942 | 0,9455 |
| Degradação | 2 | 117,18 | 0,4312 | 0,3273 | 0,3842 |
| Rio Bonito | | | | | |
| Agradação | 2 | 50,68 | 0,2253 | 0,1407 | 0,2967 |
| Degradação | 2 | 186,76 | 0,0012 | 0,0003 | 0,2792 |
| Palermo | | | | | |
| Agradação | 2 | 52,61 | 0,0002 | <0,0001 | 0,1503 |
| Degradação | 2 | 162,67 | 0,4695 | 0,3056 | 0,4488 |
| Irati | | | | | |
| Agradação | 2 | 82,53 | 0,0085 | 0,0405 | 0,0198 |
| Degradação | 2 | 61,72 | 0,6482 | 0,8927 | 0,3634 |
| Serra Alta | | | | | |
| Agradação | 2 | 37,63 | <0,0001 | <0,0001 | 0,1880 |
| Degradação | 2 | 65,54 | 0,0004 | 0,0002 | 0,3046 |
| Teresina | | | | | |
| Agradação | 2 | 70,62 | 0,2881 | 0,1300 | 0,6541 |
| Degradação | 2 | 67,32 | 0,0159 | 0,0129 | 0,0892 |
| Rio do Rasto | | | | | |
| Agradação | 2 | 117,34 | 0,1309 | 0,0439 | 0,9828 |
| Degradação | 2 | 131,15 | 0,6104 | 0,3630 | 0,7245 |
| Serra Geral I | | | | | |
| Agradação | 2 | 25,21 | 0,2406 | 0,3349 | 0,0941 |
| Degradação | 2 | 39,19 | 0,3828 | 0,7336 | 0,2159 |
| Serra Geral II | | | | | |
| Agradação | 2 | 19,72 | 0,3278 | 0,1638 | 0,2592 |
| Degradação | 2 | 32,32 | 0,6973 | 0,4504 | 0,6337 |

Tabela 4 – Análise da deviance para ocorrência de plântulas nas faixas de parcelas em cada superfície estudada.

| Áreas | G.L. | deviance | valor p | plântulas | |
|------------------|------|----------|---------|-----------------------|---------|
| | | | | p -valor do contraste | |
| | | | | L1 x L2/ L3 | L2 x L3 |
| CGM Costeiro | | | | | |
| Agradação | 22 | 185,77 | <0,0001 | <0,0001 | 0,3498 |
| Degradação | | 204,75 | <0,0001 | <0,0001 | 0,7976 |
| Campo do Tenente | | | | | |
| Agradação | 2 | 156,91 | 0,3840 | 0,1966 | 0,4815 |
| Degradação | 2 | 147,53 | 0,2144 | 0,5362 | 0,880 |
| Furnas | | | | | |
| Agradação | 2 | 131,90 | 0,4244 | 0,2139 | 0,6245 |
| Degradação | 2 | 240,37 | 0,0031 | 0,0178 | 0,0080 |
| Mafra/Rio do Sul | | | | | |
| Agradação | 2 | 93,08 | 0,8241 | 0,7883 | 0,5873 |
| Degradação | 2 | 112,07 | 0,4771 | 0,2415 | 0,7673 |
| Rio Bonito | | | | | |
| Agradação | 2 | 54,75 | 0,0223 | 0,1110 | 0,0179 |
| Degradação | 2 | 161,34 | 0,0641 | 0,0692 | 0,1473 |
| Palermo | | | | | |
| Agradação | 2 | 111,40 | <0,0001 | <0,0001 | 0,6347 |
| Degradação | 2 | 122,73 | 0,0443 | 0,0252 | 0,2188 |
| Irati | | | | | |
| Agradação | 2 | 83,36 | 0,0005 | 0,0001 | 0,5618 |
| Degradação | 2 | 116,93 | 0,8071 | 0,8950 | 0,5292 |
| Serra Alta | | | | | |
| Agradação | 2 | 94,82 | <0,0001 | <0,0001 | 0,7027 |
| Degradação | 2 | 80,13 | 0,0073 | 0,0026 | 0,2846 |
| Teresina | | | | | |
| Agradação | 2 | 34,73 | 0,3902 | 0,4788 | 0,2538 |
| Degradação | 2 | 88,49 | 0,5111 | 0,4466 | 0,3908 |
| Rio do Rasto | | | | | |
| Agradação | 2 | 141,62 | 0,1162 | 0,0382 | 0,8611 |
| Degradação | 2 | 112,36 | 0,8796 | 0,7043 | 0,7276 |
| Serra Geral I | | | | | |
| Agradação | 2 | 17,92 | 0,4894 | 0,4894 | 0,2357 |
| Degradação | 2 | 32,06 | 0,6551 | 0,6296 | 0,5488 |
| Serra Geral II | | | | | |
| Agradação | 2 | - | - | - | - |
| Degradação | 2 | 24,11 | 0,2925 | 0,1536 | 0,2594 |

Tabela 5 - Nível de significância (p-valor) para o efeito de faixa por compartimentos, superfícies e espécies, e número da faixa significativa, considerando p < 10%.

| Compartimento | Superfície | Espécie | p-valor | faixa |
|---------------|------------|-----------------------------|---------|-------|
| CGM Costeiro | agradação | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,4328 | - |
| | | <i>Tillandsia recurvata</i> | - | - |
| | | <i>Tillandsia stricta</i> | 0,0252 | 1 |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Vriesea reitzii</i> | 0,3333 | - |
| | | plântulas | 0,0935 | 1 |
| | degradação | <i>Tillandsia recurvata</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Tillandsia stricta</i> | 0,1976 | - |
| | | <i>Vriesea reitzii</i> | 0,0489 | 1 |
| | | plântulas | 0,2911 | - |

continua

continuação

| Compartimento | Superfície | Espécie | p-valor | faixa |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------|
| Campo do Tenente | agração | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,0646 | 3 |
| | | <i>Tillandsia mallemonitii</i> | 0,8396 | - |
| | | <i>Tillandsia stricta</i> | 0,2421 | - |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,9371 | - |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,0127 | 1 |
| | | plântulas | 0,0768 | 1 |
| | | degradação | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,3333 |
| | <i>Aechmea recurvata</i> | | 0,4613 | - |
| | <i>Tillandsia mallemonitii</i> | | 0,8500 | - |
| | <i>Tillandsia stricta</i> | | 0,3333 | - |
| | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | | 0,3333 | - |
| | <i>Tillandsia usneoides</i> | | 0,3333 | - |
| | <i>Vriesea friburgensis</i> | | - | - |
| | plântulas | | 0,5378 | - |
| | Furnas | agração | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,1394 |
| <i>Tillandsia recurvata</i> | | | 0,8199 | - |
| <i>Tillandsia stricta</i> | | | 0,7399 | - |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | | | - | - |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | | | 0,3741 | - |
| plântulas | | | 0,4116 | - |
| degradação | | <i>Tillandsia mallemonitii</i> | 0,2652 | - |
| | | <i>Tillandsia stricta</i> | 0,2855 | - |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 1,0000 | - |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,3333 | - |
| | | plântulas | 0,2115 | - |
| Mafra/Rio do Sul | agração | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 1,0000 | - |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,2961 | - |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,3333 | - |
| | | plântulas | 0,0375 | 3 |
| | | degradação | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,1555 |
| | <i>Aechmea recurvata</i> | | 0,1840 | - |
| | <i>Billbergia nutans</i> | | - | - |
| | <i>Tillandsia recurvata</i> | | 0,3333 | - |
| | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | | 0,6415 | - |
| | <i>Tillandsia usneoides</i> | | 0,3333 | - |
| | <i>Vriesea friburgensis</i> | | 0,3333 | - |
| | Rio Bonito | agração | <i>Wittrockia cyathiformis</i> | 0,2166 |
| plântulas | | | 0,6573 | - |
| <i>Aechmea recurvata</i> | | | 0,9082 | - |
| <i>Tillandsia recurvata</i> | | | 0,3333 | - |
| <i>Tillandsia stricta</i> | | | 0,5935 | - |
| degradação | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,7946 | - |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,4589 | - |
| | | plântulas | 0,9726 | - |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,3333 | - |
| | <i>Tillandsia recurvata</i> | 0,3333 | - | |
| | <i>Tillandsia stricta</i> | 0,0440 | 1 | |
| | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,3529 | - | |
| | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,5456 | - | |
| | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,5989 | - | |
| | <i>Vriesea reitzii</i> | 0,3333 | - | |

continuação

| Compartimento | Superfície | Espécie | p-valor | faixa |
|---------------|------------|------------------------------|---------|-------|
| Palermo | agradção | plântulas | 0,7261 | - |
| | | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,8507 | - |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,4312 | - |
| | | <i>Tillandsia recurvata</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,2643 | - |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,1391 | - |
| | degradação | plântulas | 0,8574 | - |
| | | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,9118 | - |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,3880 | - |
| | | <i>Billbergia nutans</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,1563 | - |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,3333 | - |
| Iracema | agradção | <i>Vriesea reitzii</i> | 0,0524 | 3 |
| | | plântulas | 0,2157 | - |
| | | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,4065 | - |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,4878 | - |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,2740 | - |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,3333 | - |
| | degradação | <i>Vriesea reitzii</i> | 0,3333 | - |
| | | plântulas | 0,4081 | - |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,7774 | - |
| | | <i>Billbergia nutans</i> | 1,0000 | - |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,7909 | - |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,6410 | - |
| Serra Alta | agradção | plântulas | 0,7128 | - |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,9704 | - |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,0080 | 3 |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,3333 | - |
| | degradação | plântulas | 0,0116 | 3 |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,0897 | 3 |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,1262 | - |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | - | - |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,6451 | - |
| Teresina | agradção | plântulas | 0,3601 | - |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,2387 | - |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,7145 | - |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,3333 | - |
| | degradação | plântulas | 0,3333 | - |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Vriesea reitzii</i> | - | - |
| Rio do Rasto | agradção | plântulas | 0,8871 | - |
| | | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,3333 | - |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,1728 | - |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,9513 | - |
| | degradação | <i>Vriesea reitzii</i> | - | - |
| | | plântulas | 0,5270 | - |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,0444 | 3 |
| | | <i>Billbergia nutans</i> | 0,3333 | - |

| Compartimento | Superfície | Espécie | p-valor | faixa | conclusão |
|----------------|------------|-----------------------------------|---------|-------|-----------|
| Serra Geral I | agradação | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,0338 | 1 | |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,3333 | - | |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,3051 | - | |
| | | plântulas | 0,4710 | - | |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,3333 | - | |
| | degradação | <i>Billbergia nutans</i> | 0,4568 | - | |
| | | plântulas | 0,4628 | - | |
| | | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,8790 | - | |
| | | <i>Billbergia nutans</i> | 0,9818 | - | |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | - | - | |
| Serra Geral II | agradação | plântulas | 0,9784 | - | |
| | | <i>Acanthostachys strobilacea</i> | 0,8547 | - | |
| | degradação | <i>Billbergia nutans</i> | 0,3333 | - | |
| | | <i>Billbergia nutans</i> | 0,3333 | - | |
| | | plântulas | - | - | |

- espécies sem valor de p ocorreram em uma faixa apenas.

Tabela 6 - Nível de significância (p-valor) para o efeito de intervalos por compartimentos, superfícies, espécies e faixas (menor p-valor entre os três modelos testados) e número médio de indivíduos/agrupamentos/grau de cobertura por faixa de parcelas.

| Compartimento | Faixa | Espécie | continua | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------|------------|-----|------|
| | | | agradação | degradação | agradação | degradação | | |
| | | | p-valor | | nº médio de indivíduos | | | |
| CGM Costeiro | 1 | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,7418 | - | 0,3 | - | | |
| | | <i>Tillandsia stricta</i> | 0,4843 | 0,0746 | 24,8 | 9,9 | | |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,1056 | - | 2 | - | | |
| | | <i>Tillandsia recurvata</i> | - | 0,0137 | - | 2,7 | | |
| | | <i>Vriesea reitzii</i> | - | 0,1758 | - | 3,0 | | |
| | | plântulas | 0,3231 | 0,4356 | 28,5 | 26,7 | | |
| | 2 | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,6551 | - | 2,7 | - | | |
| | | <i>Tillandsia recurvata</i> | 0,2077 | - | 2,1 | - | | |
| | | <i>Tillandsia stricta</i> | 0,2300 | 0,6838 | 15,3 | 4,3 | | |
| | | <i>Vriesea reitzii</i> | - | 0,7418 | - | 1,3 | | |
| | | plântulas | 0,4401 | 0,2478 | 19,5 | 5,4 | | |
| | | 3 | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,6429 | - | 2,3 | - | |
| | <i>Tillandsia stricta</i> | | 0,2030 | 0,1485 | 4,4 | 2,7 | | |
| | <i>Vriesea reitzii</i> | | 0,6472 | - | 1,6 | - | | |
| | plântulas | | 0,6848 | 0,1296 | 4,3 | 3,7 | | |
| | Campo do Tenente | | 1 | <i>Tillandsia mallemonitii</i> | 0,2815 | 0,0238 | 7,0 | 27,3 |
| | | | | <i>Tillandsia stricta</i> | 0,4846 | 0,1429 | 6,6 | 2,0 |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | | 0,7418 | 0,6429 | 1,3 | 2,0 | |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | | 0,7418 | | 0,0179 | 3 | 4 | | |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | | 0,0875 | | - | 12,0 | - | | |
| <i>Aechmea distichantha</i> | | - | | 0,5594 | - | 1,3 | | |
| 2 | | <i>Aechmea recurvata</i> | - | 0,6429 | - | 6,7 | | |
| | | plântulas | 0,1411 | 0,0015 | 87,4 | 36,9 | | |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,6551 | 0,6429 | 0,7 | 1,0 | | |
| | | <i>Tillandsia mallemonitii</i> | 0,0270 | 0,5594 | 17,6 | 8,0 | | |
| | | <i>Tillandsia stricta</i> | 0,3868 | - | 6,0 | - | | |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,4147 | - | 17,0 | - | | |
| | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,0706 | 0,2756 | 1,0 | 2 | | | |
| | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,1535 | 0,1429 | 7,8 | 0,7 | | | |
| | plântulas | 0,0168 | 0,0679 | 53,7 | 15,8 | | | |

continuação

| Compartimento | Faixa | Espécie | agração | degradação | agração | degradação | |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|------------------------|------------------------|------|
| | | | p-valor | p-valor | nº médio de indivíduos | nº médio de indivíduos | |
| Furnas | 3 | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,5594 | 0,5043 | 1,7 | 2,2 | |
| | | <i>Tillandsia mallemonitii</i> | 0,1429 | 0,1783 | 3,3 | 22,6 | |
| | | <i>Tillandsia stricta</i> | 0,5594 | - | 2,7 | - | |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,0179 | - | 3,0 | - | |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,5594 | 0,0202 | 1 | 2 | |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,1429 | - | 3,3 | - | |
| | 1 | plântulas | 0,0034 | 0,2655 | 31,7 | 22,6 | |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,1025 | - | 16,6 | - | |
| | | <i>Tillandsia recurvata</i> | 0,0154 | - | 11,4 | - | |
| | | <i>Tillandsia stricta</i> | 0,5048 | 0,2123 | 5,0 | 1,8 | |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,0168 | - | 4 | 4 | |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,7237 | - | 1,3 | 1,6 | |
| | | <i>Tillandsia mallemonitii</i> | - | 0,7726 | - | 20,0 | |
| | | plântulas | 0,0576 | 0,7812 | 49,6 | 40,6 | |
| | | 2 | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,5945 | - | 5,1 | - |
| | | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,5528 | 0,2254 | - | 4 |
| | | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,5528 | - | - | - |
| | | | <i>Tillandsia mallemonitii</i> | - | 0,0516 | - | 2,6 |
| | | | <i>Tillandsia stricta</i> | - | 0,2297 | - | 1,7 |
| | | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | - | 0,6749 | - | 2,3 |
| | | 3 | plântulas | 0,5452 | 0,0950 | 14,3 | 13,6 |
| <i>Tillandsia recurvata</i> | 0,3632 | | - | 16,0 | - | | |
| <i>Tillandsia stricta</i> | 0,3138 | | 0,1429 | 3,0 | 0,6 | | |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,0036 | | 0,1429 | 4 | 1 | | |
| <i>Tillandsia mallemonitii</i> | - | | 0,5594 | - | 0,3 | | |
| plântulas | 0,4862 | | 0,1714 | 19,0 | 6,8 | | |
| Mafra/Rio do Sul | 1 | <i>Aechmea distichantha</i> | 1,0000 | - | 1,3 | - | |
| | | <i>Tillandsia recurvata</i> | - | 0,6551 | - | 2,4 | |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | - | 0,1462 | - | 41,4 | |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | - | 0,2555 | - | 3 | |
| | 2 | plântulas | 1,0000 | 0,4773 | 1,8 | 33,7 | |
| | | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,7418 | 0,1626 | 3,7 | 13,6 | |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,5933 | 0,0398 | 6,0 | 5,0 | |
| | | <i>Billbergia nutans</i> | - | 0,6606 | - | 4,0 | |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,2254 | 0,2443 | 1,0 | 2,7 | |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | - | 0,0494 | - | 2 | |
| | | <i>Wittrockia cyathiformis</i> | - | 0,5915 | - | 4,7 | |
| | | plântulas | 0,6420 | 0,4116 | 4,0 | 12,6 | |
| | 3 | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,6429 | 0,0728 | 3,7 | 19,0 | |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | - | 0,3984 | - | 6,6 | |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,0517 | 0,1358 | 15,3 | 85,8 | |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,1429 | 0,3841 | 1 | 2 | |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,6429 | 0,0886 | 0,3 | 3,0 | |
| | | <i>Wittrockia cyathiformis</i> | - | 0,7084 | - | 24,3 | |
| | | plântulas | 0,0048 | 0,58197 | 6,7 | 55,9 | |
| | | 1 | <i>Aechmea distichantha</i> | 1,0000 | 0,6429 | 1,3 | 16,0 |
| | <i>Aechmea recurvata</i> | | - | 0,0719 | - | 5,7 | |
| <i>Tillandsia stricta</i> | 0,8585 | | 0,8473 | 1,6 | 10,7 | | |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,0479 | | 0,3680 | 3,3 | 22,3 | | |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,3333 | | 0,1429 | 2 | 4 | | |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 1,0000 | | 0,2760 | 0,7 | 2,6 | | |
| plântulas | 0,7665 | | 0,0774 | 21,4 | 86,0 | | |
| 2 | <i>Aechmea distichantha</i> | | 0,4411 | - | 8,4 | - | |
| | <i>Tillandsia stricta</i> | | 0,3806 | 0,3931 | 5,6 | 6,3 | |
| Rio Bonito | 1 | | <i>Aechmea distichantha</i> | 1,0000 | 0,6429 | 1,3 | 16,0 |
| | | | <i>Aechmea recurvata</i> | - | 0,0719 | - | 5,7 |
| | | | <i>Tillandsia stricta</i> | 0,8585 | 0,8473 | 1,6 | 10,7 |
| | | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,0479 | 0,3680 | 3,3 | 22,3 |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,3333 | 0,1429 | 2 | 4 | |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 1,0000 | 0,2760 | 0,7 | 2,6 | |
| | | plântulas | 0,7665 | 0,0774 | 21,4 | 86,0 | |
| | | 2 | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,4411 | - | 8,4 | - |
| | | | <i>Tillandsia stricta</i> | 0,3806 | 0,3931 | 5,6 | 6,3 |

continuação

| Compartimento | Faixa | Espécie | agração | degradação | agração | degradação |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------|------------|------------------------|------------------------|
| | | | p-valor | p-valor | nº médio de indivíduos | nº médio de indivíduos |
| Palermo | 3 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,3897 | 0,2568 | 37,3 | 21,7 |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,0590 | 0,6429 | 3 | 1 |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,2461 | 0,6877 | 3,6 | 3,7 |
| | | plântulas | 0,0458 | 0,1624 | 48,9 | 136,5 |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,7418 | - | 1,0 | - |
| | | <i>Tillandsia stricta</i> | 0,9129 | 0,0607 | 4,0 | 0,7 |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,7418 | 0,2041 | 14,3 | 38,9 |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,1348 | 1,0000 | 3 | 2 |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,5713 | 0,7418 | 3,0 | 1,0 |
| | | <i>Vriesea reitzii</i> | - | 0,7418 | - | 0,3 |
| | plântulas | 0,7418 | 0,5572 | 20,0 | 49,5 | |
| | 1 | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,4411 | 0,0706 | 3,3 | 2,0 |
| | <i>Aechmea recurvata</i> | - | 0,1110 | - | 49,3 | |
| | <i>Billbergia nutans</i> | - | 0,6551 | - | 7,7 | |
| | <i>Tillandsia recurvata</i> | 0,4411 | - | 0,3 | - | |
| | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,1479 | 0,1479 | 4 | 2 | |
| | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | - | 0,0799 | - | 105,7 | |
| | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,4857 | 0,0706 | 3,0 | 0,3 | |
| | <i>Vriesea reitzii</i> | - | 0,0706 | - | 1,3 | |
| | plântulas | 0,4411 | 0,0252 | 5,0 | 44,6 | |
| | 2 | <i>Aechmea distichantha</i> | - | 0,0996 | - | 6,7 |
| | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,2756 | 0,1356 | 14,0 | 53,2 | |
| | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,5046 | 0,0026 | 6,3 | 34 | |
| | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,2394 | - | 4 | - | |
| | <i>Vriesea reitzii</i> | - | 0,1583 | - | 4,5 | |
| | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,5424 | - | 2,6 | - | |
| | plântulas | 0,2592 | 0,0008 | 32,1 | 40,9 | |
| | 3 | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,6031 | 0,3308 | 2,5 | 2,7 |
| | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,5200 | 0,2693 | 11,7 | 12,0 | |
| | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,0626 | 0,1392 | 53,3 | 5,7 | |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,0049 | - | 3 | - | | |
| <i>Vriesea reitzii</i> | - | 0,3033 | - | 6,9 | | |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,5004 | - | 1,7 | - | | |
| plântulas | 0,1689 | 0,1921 | 11,3 | 25,6 | | |
| 1 | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,5720 | 0,5594 | 0,7 | 4,3 | |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,3134 | 0,3359 | 15,4 | 4,0 | | |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,1026 | 0,1978 | 3 | 4 | | |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,7418 | 0,3801 | 0,3 | 2,3 | | |
| plântulas | 0,4250 | 0,1538 | 8,7 | 22,6 | | |
| 2 | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,6551 | - | 4,0 | - | |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 0,2210 | 0,3179 | 21,1 | 7,3 | | |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,0545 | 0,1719 | 171,5 | 63,0 | | |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,1314 | 0,0710 | 3 | 4 | | |
| <i>Billbergia nutans</i> | - | 0,6551 | - | 1,3 | | |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | - | 0,6036 | - | 4,3 | | |
| plântulas | 0,0169 | 0,2389 | 114,5 | 31,1 | | |
| 3 | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,6606 | - | 3,5 | - | |
| <i>Aechmea recurvata</i> | 0,2744 | 0,6551 | 16,0 | 2,7 | | |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,0400 | 0,0895 | 189,3 | 23,4 | | |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,1009 | 0,1404 | 4 | 3 | | |
| <i>Vriesea reitzii</i> | 0,3541 | - | 1,7 | - | | |
| plântulas | 0,0847 | 0,1011 | 101,0 | 16,0 | | |
| 1 | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,7418 | 0,0100 | 6,8 | 42,7 | |
| <i>Aechmea recurvata</i> | - | 0,6606 | - | 2,0 | | |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,7418 | 0,1177 | 4 | 4 | | |

continuação

| Compartimento | Faixa | Espécie | agração | degradação | agração | degradação | |
|------------------------------|-------|------------------------------|-----------------------------|------------|------------------------|------------------------|------|
| | | | p-valor | p-valor | nº médio de indivíduos | nº médio de indivíduos | |
| Teresina | 2 | <i>Vriesea friburgensis</i> | 0,7418 | 0,3211 | 1,0 | 1,4 | |
| | | plântulas | 0,6716 | 0,0910 | 9,4 | 25,0 | |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,5945 | 0,2504 | 15,3 | 8,6 | |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,6810 | 0,0569 | 51,6 | 85,7 | |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,7418 | 0,0053 | 4 | 4 | |
| | 3 | <i>Vriesea friburgensis</i> | - | 0,2921 | - | 0,6 | |
| | | plântulas | 0,2383 | 0,0377 | 30,7 | 65,0 | |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,7892 | 0,1591 | 0,8 | 19,5 | |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,0709 | 0,0729 | 94,5 | 106,5 | |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,7418 | 0,0577 | 1 | 4 | |
| | 1 | <i>Vriesea friburgensis</i> | - | 0,2230 | - | 2,3 | |
| | | plântulas | 0,1079 | 0,1468 | 50,7 | 63,1 | |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 1,0000 | - | 3 | - | |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | - | 0,6786 | - | 5,0 | |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | - | 0,5406 | - | 1,6 | |
| | 2 | plântulas | - | 0,1501 | - | 4,3 | |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 1,0000 | - | 3,7 | - | |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 1,0000 | - | 2,3 | - | |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,3333 | - | 3 | - | |
| | | <i>Vriesea reitzii</i> | - | 0,3333 | - | 0,3 | |
| | 3 | plântulas | - | 0,5222 | - | 1,7 | |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,2452 | 0,2254 | 4,4 | 10,3 | |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,7418 | 0,7418 | 1,0 | 1,4 | |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | 0,7418 | - | 1 | - | |
| <i>Vriesea friburgensis</i> | | - | - | 1,0 | - | | |
| Rio do Rasto | 1 | plântulas | 0,1778 | 0,0262 | 2,3 | 4,9 | |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,6632 | 0,5097 | 12,1 | 3,7 | |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,2460 | 0,3681 | 7,9 | 45,1 | |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | - | 0,2254 | - | 3 | |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | - | 0,1824 | - | 8,4 | |
| | 2 | plântulas | 0,3224 | 0,5505 | 10,2 | 67,6 | |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,0041 | 0,0116 | 21,4 | 17,6 | |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,0030 | 0,1332 | 64,5 | 27,3 | |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | - | 0,0577 | - | 2 | |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | - | 0,3757 | - | 4,6 | |
| | 3 | <i>Vriesea reitzii</i> | 0,6551 | - | 1,0 | - | |
| | | plântulas | 0,0339 | 0,4045 | 56,8 | 74,6 | |
| | | <i>Aechmea distichantha</i> | 0,2532 | - | 1,6 | - | |
| | | <i>Aechmea recurvata</i> | 0,0019 | 0,2687 | 48,0 | 28,5 | |
| | | <i>Billbergia nutans</i> | - | 0,6429 | - | 39,3 | |
| | | <i>Tillandsia tenuifolia</i> | 0,0828 | 0,0589 | 12,7 | 12,5 | |
| | | <i>Tillandsia usneoides</i> | - | 0,1393 | - | 2 | |
| | | <i>Vriesea friburgensis</i> | - | 0,3742 | - | 4,4 | |
| | | plântulas | 0,0411 | 0,0117 | 42,5 | 43,5 | |
| | | <i>Billbergia nutans</i> | 0,0905 | 0,4291 | 42,7 | 11,5 | |
| | 1 | <i>Aechmea distichantha</i> | - | 0,1429 | - | 1,5 | |
| | | plântulas | 0,1972 | 0,6429 | 4,7 | 1,5 | |
| | | 2 | <i>Billbergia nutans</i> | - | 0,4254 | - | 56,2 |
| | | | <i>Aechmea distichantha</i> | - | 0,6449 | - | 3,5 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | | | - | 0,0016 | - | 23,5 | |
| plântulas | | | - | 0,0230 | - | 14,5 | |
| <i>Aechmea distichantha</i> | | | 0,2254 | - | 1,7 | - | |
| 3 | | <i>Billbergia nutans</i> | 0,4485 | - | 8,7 | 10,0 | |
| | | plântulas | 0,7418 | - | 1,0 | 2,0 | |

| Compartimento | Faixa | Espécie | conclusão | | | |
|----------------|-------|------------------------------------|-----------|------------|------------------------|------------|
| | | | agradção | degradação | agradção | degradação |
| | | | p-valor | | nº médio de indivíduos | |
| Serra Geral II | 1 | <i>Acanthostachys strobilacea</i> | 0,2254 | - | 2,2 | - |
| | | <i>Billbergia nutans</i> plântulas | 0,5140 | 0,5654 | 6,3 | 28,9 |
| | 2 | <i>Acanthostachys strobilacea</i> | - | 0,1429 | - | 1,0 |
| | | <i>Billbergia nutans</i> | - | - | 9,3 | - |
| | 3 | <i>Billbergia nutans</i> | - | - | - | 5,3 |
| | | <i>Billbergia nutans</i> plântulas | - | - | - | 5,3 |
| | | | | | | 1,0 |

NOTA: - para *Tillandsia usneoides* a quantificação por faixa de parcelas refere-se grau de cobertura; para *T. recurvata* e *T. mallemonii* – número de agrupamentos, para as demais espécies e plântulas – número de indivíduos.
- espécies que apresentam número de indivíduos/agrupamentos ou grau de cobertura e não possuem valor de *p* correspondente são aquelas registradas em apenas um intervalo de altura.

ANEXO 3 - Suficiência amostral de bromélias epifíticas das superfícies de agradação e degradação dos compartimentos estudados.

