

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA FLORESTAL**

**ECOLOGIA E FITOSSOCIOLOGIA DA VEGETAÇÃO
ARBÓREA DE UM MORRO TESTEMUNHO
NO SUL DO BRASIL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Alessandro Abreu Fávero

Santa Maria, RS, Brasil

2015

**ECOLOGIA E FITOSSOCIOLOGIA DA VEGETAÇÃO
ARBÓREA DE UM MORRO TESTEMUNHO
NO SUL DO BRASIL**

Alessandro Abreu Fávero

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Florestal

Orientador: Prof. Dr. Solon Jonas Longhi

Santa Maria, RS, Brasil

2015

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Fávero, Alessandro Abreu
ECOLOGIA E FITOSSOCIOLOGIA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA DE UM
MORRO TESTEMUNHO NO SUL DO BRASIL / Alessandro Abreu
Fávero.-2015.
145 f.; 30cm

Orientador: Solon Jonas Longhi
Coorientador: Frederico Dimas Fleig
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2015

1. Florística 2. Contingente Fitogeográfico 3.
Biodiversidade 4. Fitossociologia 5. Guildas Ecológicas
I. Longhi, Solon Jonas II. Fleig, Frederico Dimas III.
Título.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
Aprova a Dissertação de Mestrado**

**ECOLOGIA E FITOSSOCIOLOGIA DA VEGETAÇÃO
ARBÓREA DE UM MORRO TESTEMUNHO
NO SUL DO BRASIL**

Elaborada por
Alessandro Abreu Fávero

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Florestal

COMISSÃO EXAMINADORA:

Solon Jonas Longhi, Dr.
(Presidente/Orientador)

Jorge Luiz Waechter, Dr. (URFGS)

Sônia Maria Eisinger, Dr. (UFMS)

Santa Maria, 27 de fevereiro de 2015.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria, RS.

Ao professor Solon Jonas Longhi *por ter acreditado em mim*, pela amizade, apoio, empréstimos de livros, envio de artigo, revisões, sugestões e conselhos.

Ao co-orientador Frederico Dimas Fleig pela atenção, apoio e sugestões.

Aos meus parceiros de campo a Doutoranda do PPGEF Anelise Marta Siegloch e ao Marcelo Coimbra Nascimento do Grupo GAAIA pela amizade e companheirismo foram fundamentais para a realização desta dissertação.

Agradeço a Anelise M. S., a qual tornou essa jornada mais significativa ..., pela sua companhia, pelo apoio e pelo carinho. Jamais esquecerei.

Aos componentes da banca de defesa pela participação, sugestões e recomendações.

A todos que de alguma forma contribuíram para que esta pesquisa fosse possível.

Agradeço ao Universo por ter adicionando na minha jornada o Morro do Botucará e as magníficas pessoas mencionadas.

A todos meus sinceros agradecimentos.

“A cultura humana é o produto natural e necessário da natureza humana, tal qual historicamente se apresenta. Entre os fatores da cultura, os mais importantes são os internos: inteligência espiritual, vontade livre e vida emotiva; seguem, em segunda linha os fatores de caráter social: família, estado político e sociedade religiosa; vêm, em terceiro lugar, os fatores do ambiente externo: caráter de economia, ciclo anual do clima, fisionomia geral da paisagem.”

(Balduino Rambo – Fundamentos da Cultura Rio-Grandense, 1954)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Santa Maria

ECOLOGIA E FITOSSOCIOLOGIA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA DE UM MORRO TESTEMUNHO NO SUL DO BRASIL

AUTOR: ALESSANDRO ABREU FÁVERO

ORIENTADOR: SOLON JONAS LONGHI

Data e local da defesa: Santa Maria, 27 de fevereiro de 2015.

A pesquisa avalia a florística, contingente fitogeográfico, descritores de estrutura ecológica, fitossociologia espacial e composição de guildas ecológicas da vegetação arbórea em um morro testemunho, também examina as variáveis de altimetria e morfometria. Obtiveram-se os dados abióticos e bióticos em 15 unidades amostrais (10 x 50m), dispostas em transectos contínuos, do topo a base do morro, perfazendo 7.500 m² de amostragem. Registraram-se dados de árvores com a circunferência à altura do peito $\geq 15,7$ cm, (1,30m de altura ao nível do solo). As variáveis ambientais foram oriundas da altimetria (altitude, declividade e diferença de nível) e morfometria (afloramento rochoso, curvatura vertical, exposição solar e profundidade do solo), além da densidade de cobertura vegetal e clareiras (abertura do dossel). A presente dissertação possui três capítulos. O primeiro capítulo caracteriza a florística e o contingente fitogeográfico da vegetação arbórea. O segundo capítulo avalia a diversidade biológica: riqueza de espécies, heterogeneidade (índices de diversidade biológica alfa) e modelos de dominância (*ranking* de abundância); e examina a análise exploratória das relações entre as espécies e as variáveis ambientais. O terceiro capítulo analisa a fitossociologia espacial e composição de guildas ecológicas em diferentes zonas ecológicas na vertente do morro.

Palavras-chave: Biodiversidade. Ecologia Florestal. Geobotânica. Silvicultura.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Post-Graduation Program in Forest Engineering
Federal University of Santa Maria

ECOLOGY AND PHYTOSOCIOLOGY VEGETATION ARBOREAL OF A MOUNTAIN TESTIMONY IN SOUTHERN BRAZIL

AUTHOR: ALESSANDRO ABREU FÁVERO

ADVISOR: SOLON JONAS LONGHI

Date and Place of Defense: February 27th, 2015, Santa Maria.

The research evaluates the floristic, phytogeographic contingent, ecological structure descriptors, spatial phytosociology and composition of ecological guilds of trees in a testimony mountain, also examines the variables of altimetry and morphometry. It was obtained the abiotic and biotic data in 15 sample units (10 x 50m), arranged in continuous transects the top of the mountain to base, totaling 7.500m² of sampling. Trees data were recorded with the circumference at breast height $\geq 15,7\text{cm}$ (1,30m above at ground level). Environmental variables were derived from altimetry (altitude, slope and level difference) and morphometry (rocky outcrop, vertical curvature, sun exposure and soil depth), besides vegetation density and gaps (canopy openness). This master's dissertation has three chapters. The first chapter characterizes the floristic and phytogeographical contingent of trees. The second chapter evaluates the biological diversity: species richness, diversity (alpha biological diversity indices) and dominance models (ranking of abundance); and examines the exploratory analysis of the relationships between species and environmental variables. The third chapter analyzes the spatial phytosociology and the composition of ecological guilds in different ecological zones in the mountain slope.

Keywords: Biodiversity. Forest ecology. Geobotanic. Silviculture.

LISTAS DE FIGURAS

1 REFERENCIAL TEÓRICO

- Figura 1 – As nove unidades hipotéticas no modelo de vertente apresentados por Dalrymple, Blong e Conoacher (1986) (CHRISTOFOLETTI, 2011). As setas indicam a direção e a intensidade relativa do movimento da rocha intemperizada e dos materiais do solo.....21
- Figura 2 – Modelos de curvatura vertical, as setas indicam o movimento hidrológico.22
- Figura 3 – Estado do Rio Grande do Sul, Regiões Morfológicas: Planalto, Encosta, Serras de Sudeste, Depressão Central, Campanha e Litoral (BERNARDES, 1997).....29

2 METODOLOGIA GERAL

- Figura 1 – Planta altimétrica do Morro Botucaraí, na depressão Central, próximo ao rebordo do Planalto Meridional, do Rio Grande do Sul.....34
- Figura 2 – Diferentes posições dos segmentos de relevo (CAVALCANTI, 2014).....35

CAPÍTULO 1

- Figura 1 – Número de espécies da vegetação arbórea no Morro do Botucaraí nos diferentes segmentos de posição do relevo. Contingente Fitogeográfico (ATL = Floresta Ombrófila Densa; BPU = Floresta do Paraná-Alto Uruguai; EAD = ampla distribuição geográfica; PIN = Floresta Ombrófila Mista).55
- Figura 2 – Número de indivíduos da vegetação arbórea no Morro do Botucaraí nos diferentes segmentos de posição do relevo. Contingente Fitogeográfico (ATL = Floresta Ombrófila Densa; BPU = Floresta do Paraná-Alto Uruguai; EAD = ampla distribuição geográfica; PIN = Floresta Ombrófila Mista).....56
- Figura 3 – Agrupamento de *cluster* (binário; UPGMA; *p-values* expresso por $1-p$) da vegetação arbórea no Morro do Botucaraí nos diferentes segmentos de posição do relevo. Au = *p-value* ; bp = estimativa do *bootstrap* ; edge = resultado imparcial do *p-value*. 57

CAPÍTULO 2

- Figura 1 – Curva de amostragem de rarefação e extrapolação da riqueza de espécies. A linha sólida corresponde a curva de rarefação da abundância (a) e da incidência (b); o círculo preenchido corresponde à amostragem de referência; a linha tracejada é a curva de extrapolação.....85
- Figura 2 – Comparação dos valores de índice de *Shannon* (a) e *Simpson* (b) da vegetação arbórea nos diferentes segmentos de relevo. Barras com 95% de probabilidade do intervalo de confiança, 1000 repetições; BA = base; EI = encosta-inferior; ME = meia-encosta; ES = encosta-superior; TO = topo.....87
- Figura 3 – Modelos de dominância (ranking de abundância) de quinze unidades amostrais alocadas. Os modelos foram selecionados conforme os baixos valores de *AIC*. B = base; EI = encosta-inferior; ME = meia-encosta; ES = encosta-superior; T = topo; unidades amostrais de 1 a 15.....88
- Figura 4 – Diagrama da análise de correspondência canônica (CCA) das variáveis ambientais e espécies com mais de dez indivíduos da vegetação arbórea na vertente. alt = altitude; cob = densidade de cobertura vegetal; dec = declividade; prof = profundidade do solo. A.conco = *Actinostemon concolor*; A.eduli = *Allophylus edulis*; B.cauda = *Bohmeria caudata*; C.sylve = *Casearia sylvestris*; C.gonoc = *Chrysophyllum gonocarpum*; C.verna = *Cupania vernalis*; E.eduli = *Euterpe edulis*; E.rambo = *Eugenia ramboi*; E.rostr = *Eugenia rostrifolia*; E.urugu = *Eugenia uruguayensis*; I.marg = *Inga marginata*; M.elaea = *Matayba elaeagnoides*; M.punge = *Myrcianthes pungens*; N.mega = *Nectandra megapotamica*; O.silve = *Ocotea silvestris*; P.longi = *Pachystroma longifolium*; R.monta = *Roupala montana*; S.bras = *Sebastiania brasiliensis*; S.bonpl = *Sorocea bonplandii*; T.clau = *Trichilia claussennii*; U.bacci = *Urera baccifera*; B1, B2, B3 e B4 = unidades amostrais na base; EI10 e EI 11 = unidades amostrais na encosta-inferior; EM8 e EM9 = unidades amostrais na meia-encosta; ES5 e ES6 = unidades amostrais da encosta-superior; T12, T13, T14 e T15 = unidades amostrais do topo.....91

Figura 5 – Correlação de *Pearson* do índice de *Shannon* da vegetação arbórea e das variáveis quantitativas da altimetria e morfometria na vertente. H = índice de *Shannon*, alt = altitude, dec = declividade, des = desnível, cur = curvatura vertical, exp = exposição solar, prof = profundidade do solo, roc = afloramento rochoso, cob = densidade da cobertura vegetal, cla = clareira. Código de significância (‘***’= 0,001, ‘**’ = 0,01, ‘*’ = 0,05, ‘.’ = 0,1 ‘ ‘ = 1); em vermelho correlação positiva, em azul correlação negativa.....93

CAPÍTULO 3

Figura 1 – Estratificação vertical da comunidade arbórea nas zonas ecológicas. ((a) topo, (b) base, (c) encosta-superior, (d) meia-encosta e (e) encosta-inferior) no Sul do Brasil na Floresta Subtropical; estratificação vertical: Sup = árvores suprimidas, Dom = árvores dominadas (estrato inferior), Cod = árvores codominantes (estrato médio), Em = árvores emergentes (estrato superior); linha tracejada demarca os limites entre as camadas folhosas inferior, média e superior ou as concentrações de camadas das copas das árvores; linha inteira demarca a concentração das árvores suprimidas.....126

Figura 2 – Proporções de guildas ecológicas em relação à estratificação vertical da vegetação arbórea nas diferentes zonas ecológicas. Guildas de luminosidade (P = pioneira, DL = dependente de luminosidade, TS = tolerante a sombra); guildas de dispersão dos diásporos (Ane = anemocórica, Aut = autocórica, Zoo = zoocórica); E.inferior = encosta-inferior, M.encosta = meia-encosta, E.superior = encosta-superior Su = suprimida, Do = dominada, Co = dominada, Em = emergente.....129

Figura 3 – Diagrama da análise de correspondência canônica (CCA) de variáveis ambientais e composição de guildas ecológicas. alt = altitude; dec = declividade; exposição solar; prof = profundidade do solo; P-Aut = pioneira e autocórica; P-Zoo = pioneira e zoocórica; DL-Ane = dependente de luminosidade e anemocórica; DL-Aut = dependente de luminosidade e autocórica; DL-Zoo = dependente de luminosidade e zoocórica; TS-Aut = tolerantes a sombra e autocórica; TS-Zoo = tolerantes a sombra e zoocórica.....131

LISTA DE TABELAS

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Tabela 1 – Classificação dos processos geomorfológicos dominantes, nove unidades hipotéticas, segundo Dalrymple et al. (1986) (CHRISTOFOLETTI, 2011). ...21

CAPÍTULO 1

Tabela 1 – Florística, número de indivíduos e contingente fitogeográfico da vegetação arbórea do Morro do Botucaraí. Diferentes posições de relevo (Ba = base, E.I. = encosta-inferior, M.E. = meia-encosta, E.S. = encosta-superior, To = topo); C.F. = Contingente Fitogeográfico (ATL = Floresta Ombrófila Densa, BPU = Floresta Estacional Paraná-Alto Uruguai, EAD = ampla distribuição geográfica); Σ = somatório do número de indivíduos.....56

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Estimadores não-paramétricos e estimadores de amostragem de rarefação e extrapolação da riqueza de espécies esperadas. $S_{ind(n+m)}$ = estimativa da riqueza de espécies (abundância); $S_{sample(R+r')}$ = estimativa da riqueza de espécies (incidência); S_{obs} = número de espécies observadas na amostra; F_1 = número de espécies representadas por um só indivíduo (*singletons*); F_2 = número de espécies representadas por dois indivíduos (*doubletons*); Q_1 = número de espécies que ocorrem em uma única amostra (*uniques*); Q_2 = número de espécies que ocorrem em duas amostras (*duplicates*); $f_0 = Schao_1 - S_{obs}$; $Q_0 = Schao_2 - S_{obs}$76

Tabela 2 – Variáveis ambientais, altimetria e morfometria, da vertente do Morro do Botucaraí. U.A. = unidade amostral; curv. vertical = curvatura vertical; exp. solar = exposição solar da área; aflor. rocha = afloramento rochoso; T = topo; ES= encosta-superior; ME = meia-encosta; EI= encosta-inferior; B = base; 1 a 15 = unidades amostrais.....80

Tabela 3 – Composição florística, abundância e contingente fitogeográfico da vegetação arbórea dos segmentos de posição de relevo. BA = base, EI = encosta-inferior, ME = meia-encosta, ES = encosta-superior, TO = topo MO = morro; RM = rota migratória (ATL = Atlântico, BPU = Paraná-Alto Uruguai, EAD = ampla distribuição).....82

Tabela 4 – Descritores ecológicos da comunidade arbórea nos diferentes segmentos de relevo. TO = topo; ES = encosta-superior; ME = meia-encosta; EI = encosta-inferior; BA = base; MO = morro; ab = abundância; S = riqueza de espécies; $F_1 = singletons$; $F_2 = doubletons$; $Q_1 = uniques$; $Q_2 = duplicates$; QM = quociente de mistura; H' = índice de Shannon; D_s = índice de Simpson; J' = equabilidade de Pielou.....86

CAPÍTULO 3

Tabela 1 – Variáveis ambientais, altimetria e morfometria, da vertente do Morro do Botucaraí. U.A. = unidade amostral; curv. vertical = curvatura vertical; exp. solar = exposição solar da área; aflor. rocha = afloramento rochoso; T = topo; ES= encosta-superior; ME = meia-encosta; EI= encosta-inferior; B = base; 1 a 15 = unidades amostrais.....114

Tabela 2 – Florística (família, espécies e nome vulgar) e guildas ecológicas da comunidade arbórea do Morro do Botucaraí. Guilda de requerimento de luminosidade (P = pioneira, DL = demandante de luminosidade, TS = tolerante a sombra); guilda de dispersão de diásporos (Ane = anemocórica, Aut = autocórica, Zoo = zoocórica).....116

Tabela 3 – Fitossociologia espacial horizontal da vegetação arbórea no Morro do Botucaraí; ab = abundância; Da = densidade absoluta, Dr = densidade relativa, Fa = frequência absoluta, Fr = frequência relativa, Doa = Dominância absoluta, Dor = dominância relativa, VI = valor de importância, VC = valor de cobertura, G.E. = guildas ecológicas (P = pioneira; DL = dependente da luminosidade, TS = tolerante a sombra, Ane = anemocóra, Aut = autócora, Zoo = zoócóra).....121

Tabela 4 – Riqueza de espécies (%) e número de indivíduos (%) da composição de guildas ecológicas nas diferentes zonas ecológicas. Guilda luminosidade (P = pioneira, DL = dependente de luminosidade, TS = tolerante a sombra); guilda de dispersão dos diásporos (Ane =

anemócora, Aut = autócora, Zoo = zoócora); E.inferior = encosta-inferior, M.encosta = meia-encosta, E.superior = encosta-superior.

LISTA DE ABREVIATURAS

A. P. – Antes do Presente
ab – abundância
AIC – Critério de informação Akaike
Ane – Anemocórica
APG – *Angiosperm Phylogeny Group*
APP – Área de Preservação Permanente
ATL – Contingente Atlântico
Aut – Autocórica
B1, B2, B3, B4 – unidades amostrais na base
BA – base
BPU – Rios Paraná-Alto Uruguai
BR – Brasil
CAP – Circunferência Altura do Peito
CCA – Análise de correspondência canônica
cla – clareira
cob – densidade de cobertura vegetal
Cod – árvores codominantes
cot – cota
CTC – capacidade de troca catiônica
cur – curvatura vertical
curv. vertical – curvatura vertical
dec – declividade
des – desnível
DL – Dependente de luminosidade
Dom – árvores dominadas
Dor – Dominância relativa
Dr = densidade relativa
Ds – índice de Simpson
e.inferior – encosta-inferior
e.superior – encosta-superior
EAD – Ampla distribuição geográfica
EI – encosta inferior
EI10 , EI11 – unidades amostrais na encosta-inferior
Em – árvores emergentes
EM8, EM9 – unidades amostrais na meia-encosta
ES – encosta-superior
ES5, ES6 – unidades amostrais na encosta-superior
exp – exposição solar
F₁- número de espécies representadas por um só indivíduo (*singletons*)
F₂ - número de espécies representadas por dois indivíduos (*doubletons*)
Fr – frequência relativa
GPS – Sistema de Posicionamento Global
H' – índice de Shannon
Ht- Altura total fitossociológica
J' – índice de Pielou
L- Leste

m.encosta – meia-encosta
ME – meia-encosta
N- Norte
NE – Nordeste
O – Oeste
P – Pioneira
p – probabilidade
PIN – Floresta Ombrófila Mista
prof – profundidade do solo
PSai – Posição Sociológica Absoluta
PSat – Soma dos valores das posições sociológicas absoluta
PSoR – Posição Sociológica Relativa
Q₁ - número de espécies que ocorrem em uma única amostra (*uniques*)
Q₂ - número de espécies que ocorrem em duas amostras (*duplicates*);
QM – Quociente de Mistura de *Jentsch*
roc – afloramento rochoso
RS – Rio Grande do Sul
S – riqueza de espécies
S - Sul
SiBCs – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
S_{ind}(n+m) - estimativa da riqueza de espécies (abundância)
S_{obs} - número de espécies observadas na amostra
S_{sample}(R+r') - estimativa da riqueza de espécies (incidência)
Sup – árvores suprimidas
T12, T13, T 14, T15 = unidades amostrais do topo
TO – topo
TS – Tolereante a sombra
UPGMA – *arithmetic average clustering*
VC – valor de cobertura
VF_{ij} – Valor Fitssociológico da i-ésima espécie no j-ésimo estrato
VI – valor de importância
Zoo – Zoocórica

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	17
1 REFERENCIAL TEÓRICO	19
1.1 Estrutura espacial de comunidades arbóreas	19
1.2 Explanções dos descritores de vertentes	20
1.3 A Floresta Estacional Subtropical no Sul da América	23
1.4 A Floresta Estacional Subtropical do rebordo do Planalto Meridional no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil	24
1.5 Geologia e Geomorfologia do rebordo do Planalto Meridional	28
1.6 Morro do Botucaraí.....	30
2 METODOLOGIA GERAL	33
2.1 Caracterização da área de estudo	33
2.2 Amostragens.....	35
2.3 Coleta de dados	36
2.3.1 Dados abióticos	36
2.3.2 Dados bióticos.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
CAPÍTULO 1	44
FLORÍSTICA E CONTINGENTE FITOGEOGRÁFICO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA DO MORRO DO BOTUCARAÍ, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	44
INTRODUÇÃO	46
MATERIAL E MÉTODOS	49
Análise dos Dados	49
RESULTADOS	50
DISCUSSÃO	59
CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	65
CAPÍTULO 2	72
ESTRUTURA ECOLÓGICA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA DO MORRO DO BOTUCARAÍ, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	72
INTRODUÇÃO	74
1 MATERIAL E MÉTODOS:	77
Análise dos dados.....	77
2 RESULTADOS	81
2.1 Segmentos de posição de relevo	81
2.2 Florística e contingente fitogeográfico	82
2.4 Descritores da estrutura ecológica	85
2.5 Relação entre as espécies arbóreas e as variáveis ambientais	90
2.6 Correlações da diversidade biológica alfa e variáveis ambientais	92
3 DISCUSSÕES	94
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
CAPÍTULO 3	106

FITOSSOCIOLOGIA E COMPOSIÇÃO DE GUILDAS ECOLÓGICAS NO MORRO DO BOTUCARAÍ, NA FLORESTA ESTACIONAL SUBTROPICAL, NO SUL DO BRASIL	106
INTRODUÇÃO	108
1 MATERIAL E MÉTODOS.....	111
2 RESULTADOS.....	114
2.1 Descrição dos segmentos de posição de relevo	114
2.2 Composição florística	115
2.3 Fitossociologia espacial horizontal.....	118
2.4 Fitossociologia espacial vertical.....	125
2.5 Composição de guildas ecológicas e variáveis ambientais	130
3 DISCUSSÕES	132
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	136
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	138
CONCLUSÃO	145

APRESENTAÇÃO

A história da humanidade na Terra é marcada pela transformação das paisagens naturais e pela perda de diversidade biológica (WILSON, 1994). A partir da revolução industrial ocorreu o desenvolvimento tecnológico e populacional que gerou a industrialização, urbanização, agricultura intensiva e monocultura que de forma não sustentável produziu, num lapso de tempo, o mais extenso e profundo impacto sobre os ecossistemas naturais (VACCARO, 1997), culminando, modernamente, no grande número de extinções de espécies e nas mudanças climáticas.

Os sistemas urbano e industrial são artificiais e de intensa interferência sobre o ambiente natural e, nestas circunstâncias, a apropriação e a sobre-exploração dos recursos naturais para suprir as demandas geradas pela sociedade fragmentam, degradam e poluem os ambientes naturais (ODUM, 1988; RICKLEFS, 1992; VARGAS; OLIVEIRA, 2007). Nestas circunstâncias, em relação aos ecossistemas florestais, ressalta-se que os planos de manejo das formações de vegetação secundária representam um potencial para a manutenção, restauração e conservação da diversidade biológica (NASCIMENTO et al. 2000).

Na atualidade, as pesquisas relacionadas à conservação e a restauração ecológica de ecossistemas florestais degradados levam em conta as diferentes fases das sucessões ecológicas associadas ao espectro de dispersão dos diásporos e, neste sentido, os estudos de restauração promovem a recuperação das estratégias e dos mecanismos ecológicos que regem a sustentabilidade dos ecossistemas florestais fundamentado na diversidade biológica (MARTINS et al., 2013).

Neste contexto, a caracterização e entendimento dos mecanismos ecológicos de sobrevivência e coexistência das plantas sob as variáveis ambientais relacionadas aos gradientes de topografia no Morro do Botucará geraram conhecimentos científicos que subsidiam as pesquisas e atividades de conservação, recuperação, planos de manejo e proteção de comunidades arbóreas.

A presente dissertação está estruturada em um referencial teórico onde constam as revisões sobre a fitossociologia espacial de comunidades arbóreas, a explanação dos descritores ambientais, a Floresta Subtropical na América do Sul e no Estado do Rio Grande do Sul, a Geologia e Geomorfologia do rebordo do Planalto Meridional Sul-Brasileiro e a

caracterização do Morro do Botucaraí, metodologia geral e considerações finais, além de três capítulos.

O Capítulo 1 “FLORÍSTICA E CONTINGENTE FITOGEOGRÁFICO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA DO MORRO DO BOTUCARAÍ, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL” avalia as influências das rotas migratórias do elemento arbóreo na florística da vegetação arbórea do Morro do Botucaraí, remanescente da Floresta Estacional Subtropical, na região central do Rio Grande do Sul. Visa caracterizar a florística e contingência fitogeográfica da vegetação arbórea nos diferentes segmentos de posição de relevo.

O Capítulo 2 “ESTRUTURA ECOLÓGICA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA DO MORRO DO BOTUCARAÍ, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL” caracteriza a diversidade biológica: riqueza de espécies, heterogeneidade (índices de diversidade biológica alfa) e modelos de dominância (*ranking* de abundância), além das rotas migratórias do elemento arbóreo; relacionam-se com as variáveis da altimetria e morfometria.

O capítulo 3 “FITOSSOCIOLOGIA E COMPOSIÇÃO DE GUILDAS ECOLÓGICAS NO MORRO DO BOTUCARAÍ, NA FLORESTA ESTACIONAL SUBTROPICAL, NO SUL DO BRASIL” examina a fitossociologia espacial da vegetação arbórea nas zonas ecológicas na vertente do morro, considerando as estratégias de requerimento de luminosidade e dispersão de diásporos; relacionam-se com as variáveis de altimetria e morfometria.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Estrutura espacial de comunidades arbóreas

As comunidades arbóreas podem ser pesquisadas, caracterizadas e manejadas fundamentando-se nos pressupostos teóricos da ecologia vegetal, fitossociologia espacial, modelos de arquitetura das árvores e mosaicos florestais.

A abordagem de comunidades ecológicas (FAUTH et al., 1996) está fundamentada em pressupostos de assembleias ecológicas (geografia e filogenia), guildas locais (geografia e recursos naturais) e reuniões (geografia, recursos naturais e filogenia), e nos descritores de diversidade biológica (MAGURRAN, 2011), como riqueza de espécies, heterogeneidade (diversidade biológica pontual, alfa, beta e gama) e modelos de dominância (*raking* de abundância).

A abordagem da florística e estrutura espacial (BRAUN-BLANQUET, 1979; MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974; WHITMORE, 1975) está fundamentada na florística, curvas de riqueza das espécies e nos descritores das espécies, tais como, diâmetro, altura, frequência, densidade, dominância, valor de importância e valor de cobertura; e nos estudos de enfoque paramétrico que analisam a distribuição das classes de diâmetro e altura (HOSOKAWA et al., 2008; SOUZA; SOARES, 2013).

Por sua vez, as abordagens de arquitetura das árvores e da silvigênese estão fundamentadas, respectivamente, na descrição dos modelos de arquitetura das árvores (HALLÉ et al., 1978) e mosaicos florestais (TORQUEBIAL, 1986; BOTREL, 2007), os quais são constituídos de unidades ecológicas em fases de homeostasia ou dinâmica (OLDEMAN, 2010).

De modo geral, a estrutura de comunidades arbóreas é categorizada em fitossociologia espacial horizontal e vertical. A fitossociologia espacial horizontal corresponde aos diferentes descritores de distribuição das árvores por unidade de área (amostra), permitindo uma validação estatística e a fitossociologia espacial vertical corresponde aos descritores de estratificação vertical, modelos de arquitetura de árvores e mosaicos florestais (PUIG, 2008).

Assim, observa-se que diversos métodos podem ser usados para caracterizar a estrutura espacial de uma comunidade arbórea e para investigar as condições ecológicas e

ambientais, tais como as pesquisas de fitossociologia (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974) que avaliam a florística, estrutura espacial horizontal e vertical, sucessões ecológicas, silvigênese, distribuição geográfica e relações ambientais da vegetação.

Atualmente, estas pesquisas são subsidiadas por técnicas da estatística de análises multivariadas, tais como, as técnicas exploratórias de agrupamentos e ordenação (KENT; COKER, 1992; LEGENDRE; LEGENDRE, 1998; KENT, 2012). A maioria das pesquisas ecológicas e ambientais produzem dados multivariados (GOTELLI; ELLISON, 2011).

1.2 Explicações dos descritores de vertentes

Com base em Florenzano (2008), a morfometria refere-se aos aspectos quantitativos do relevo, como, medidas de altura, comprimento, largura, superfície, inclinação, declividade, curvatura horizontal ou vertical, densidade e frequência de formas, entre outras. Sendo utilizadas em estudos geológicos, pedológicos, agrônômicos, geotécnicos e os que interligam os fatores ambientais aos fatores bióticos (TULER; SARAIVA, 2014).

Os dados topográficos fornecem variáveis importantes e frequentemente são solicitadas nas análises ambientais e nos empreendimentos de engenharia (TULER; SARAIVA, 2014). Os estudos envolvendo dados topográficos têm se voltado à caracterização de unidades de paisagem naturais com base em variáveis morfológicas (VALERIANO, 2008).

Os métodos paramétricos da topografia fornecem uma base objetiva na identificação de sistemas terrestres (VALERIANO, 2008), esses métodos requerem a mediação e o mapeamento das variáveis do relevo, tais como: altitude, declividade, inclinação, curvaturas vertical e horizontal e orientação das vertentes, entre outros.

A descrição das vertentes fornece informações básicas à caracterização de determinada área e pode ser realizada em perfil ou em plano. Segundo Christofletti (2011) a terminologia usada para descrever os componentes da vertente é assunto tratado por vários pesquisadores.

Com base em Christofletti (2011), nos estudos de regiões temperadas úmidas os pesquisadores Darlymple et al. (1968) propuseram um modelo de perfil de vertentes com nove unidades hipotéticas, tais pesquisadores consideram as vertentes como sistema complexo tridimensional que se estende do interflúvio ao meio do leito fluvial e da superfície do solo limite superior da rocha não-intemperizada (Figura 1).

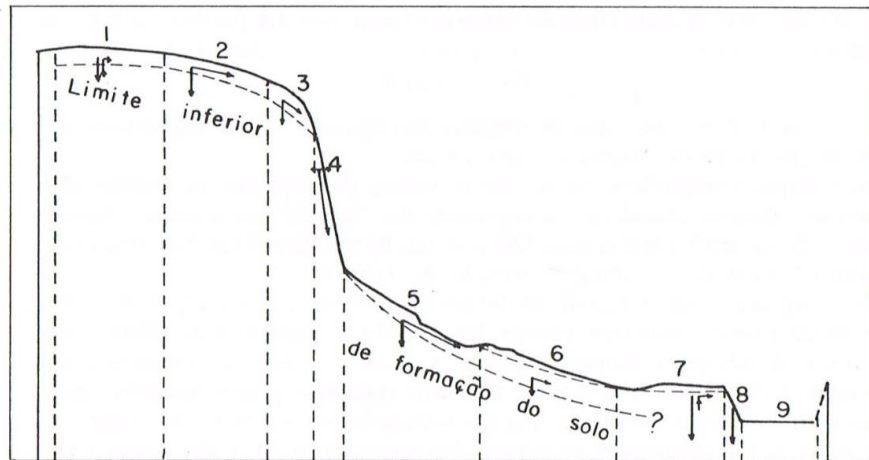


Figura 1 – As nove unidades hipotéticas no modelo de vertente apresentados por Dalrymple, Blong e Conoacher (1986) (CHRISTOFOLETTI, 2011). As setas indicam a direção e a intensidade relativa do movimento da rocha intemperizada e dos materiais do solo.

A vertente é dividida em nove unidades, cada uma sendo definida em função da forma e dos processos morfogenéticos dominantes e atuantes. Porém, é muito difícil que às nove unidades ocorram em um único perfil de vertente, além do mais podem distribuir-se em sequências distintas (CHRISTOFOLETTI, 2011) (Tabela 1).

Tabela 1 – Classificação dos processos geomorfológicos dominantes, nove unidades hipotéticas, segundo Dalrymple et al. (1986) (CHRISTOFOLETTI, 2011).

Unidades de vertentes	Processos geomorfológicos dominantes
(1) Interflúvio (0° - 1°)	Processos pedogenéticos associados a movimento vertical da água superficial
(2) Declividade com infiltração (2°- 4°)	Eluviação mecânica e química pelo movimento lateral da água superficial
(3) Declive Convexo com Reptação	Formação de terracetes
(4) Escarpas (ângulo mínimo de 45°)	Desmoronamentos deslizamentos, intemperismo químico e mecânico
(5) Declives Intermediários de Transporte	Transporte de material pelos movimentos coletivos do solo, ação da água superficial e subsuperficial
(6) Sopé Coluvial (26° -35°)	Reposição do material pelos movimentos coletivos e escoamento superficial
(7) Declividade aluvial (0° - 4°)	Deposição aluvial, processos de movimento subsuperficial da água
(8) Margem do Curso de Água	Corroção, deslizamento e desmoronamento
(9) Leito Curso de Água	Transporte de material para a jusante pela ação da água

Os estudos de compartimentação da topografia apontam a curvatura vertical das vertentes como uma das variáveis de alto poder de identificação de unidades homogêneas de relevo, refere-se à forma convexo/côncava/retilíneo do terreno, quando analisado em perfil (VALERIANO, 2008) (Figura 2).

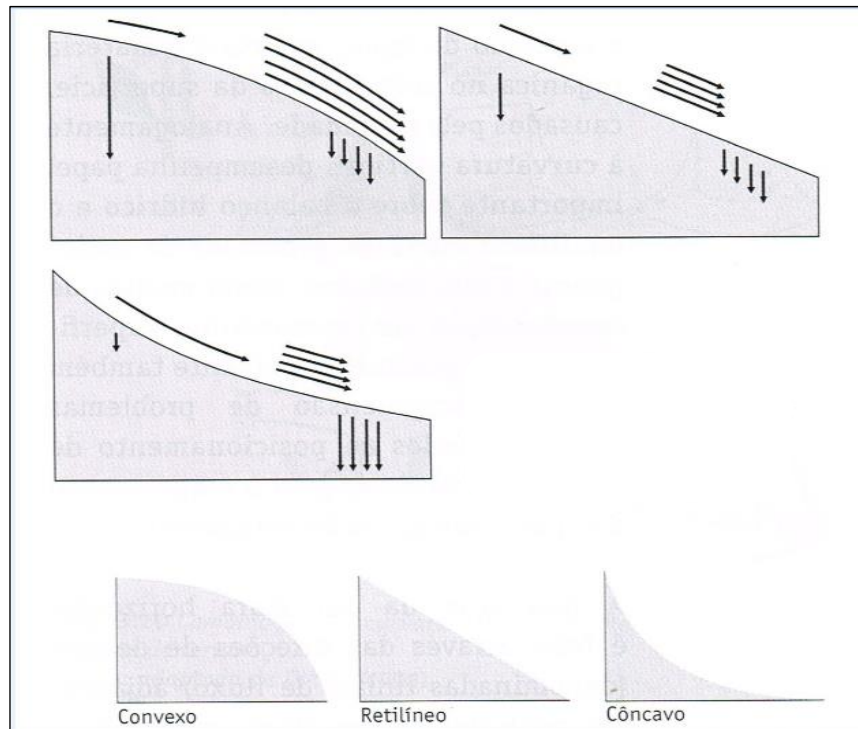


Figura 2 – Modelos de curvatura vertical, as setas indicam o movimento hidrológico (VALERIANO, 2008).

A variável curvatura vertical está relacionada aos processos de migração e acúmulo de água, minerais e matéria orgânica no solo através da superfície, causados pela gravidade. A ação da curvatura decorre da combinação dos efeitos isolados da declividade e do comprimento da rampa (VALERIANO, 2008). A associação da curvatura vertical com a orientação de vertentes desempenha papel importante na evapotranspiração e no balanço hídrico.

1.3 A Floresta Estacional Subtropical no Sul da América

O estudo da flora mundial permite o conhecimento de seis reinos florísticos (HUECK, 1972) devido às transformações da superfície terrestre explicadas pela teoria das Tectônicas de Placas e da Deriva Continental, e a diversificação dos táxons vegetais ao longo do tempo (MARCHIORI, 2006).

O continente sul-americano participa de dois reinos (domínios) vegetais, o neotropical e o subantártico (HUECK, 1972; MARCHIORI, 2006). O reino neotropical abrange a maior parte da América do Sul, se estende por toda a América Central até o sul da Flórida, apenas o extremo sudoeste da América do Sul é incluído no reino subantártico.

E as áreas de distribuições das matas úmidas subtropicais perenifólias misturadas com árvores decíduas encontram-se no interior do sul do Brasil, no Alto Paraná; começa no Estado do Rio Grande do Sul, ao norte do rio Jacuí, e estende-se até São Paulo, penetrando em Minas Gerais (HUECK, 1972). No estado do Rio Grande do Sul a Floresta Estacional Subtropical diferencia-se em três tipos: Floresta Subtropical do Alto Uruguai, Floresta Subtropical da Serra do Sudeste e Floresta Subtropical da Fralda da Serra Geral (rebordo do Planalto Meridional) (LINDEMAN, 1906; RAMBO, 1956).

Este tipo de vegetação é caracterizado por ter duas estações climáticas bem definidas, uma chuvosa seguida de um período seco; por ocorrer na forma de disjunções florestais; e por ter o estrato superior caducifólio.

A Floresta Estacional Subtropical alcança seu melhor desenvolvimento em áreas com verões quentes e invernos relativamente frios (RAVEN et al., 1992), a queda foliar tão significativa durante o inverno, faz parte de um processo de hibernação, provavelmente acionado através de reações hormonais (LEITE et al., 1990), que pode estar relacionado a não disponibilidade de água durante grande parte do inverno, o que é uma consequência de temperatura do solo abaixo do ponto de congelamento (RAVEN et al., 1992).

A estratificação vertical da Floresta Estacional Subtropical é constituída por quatro (4) estratos verticais (HUECK, 1972; LEITE et al., 1990; LEITE, 2002; MARCHIORI, 2009), o primeiro descontínuo, das árvores altas e emergentes; o segundo, bastante denso, de árvores com alturas mais ou menos uniformes; o terceiro constituído de árvores pequenas; e o quarto o sub-bosque constituído de arbustos, herbáceas e regeneração natural. Esta floresta no estágio primário de clímax atinge a altura de 30 a 40 metros (Alto-Uruguai) (HUECK, 1972).

Na primavera e verão quando os estratos superiores da floresta encontram-se revestidos por densa folhagem e abundantes inflorescências, a fisionomia é bastante adensada e menos heterogênea. E no período hibernal, as árvores dos estratos superiores perdem suas folhas, permitindo a abundância de radiação solar no interior da floresta (KLEIN, 1972; LEITE, 2002; MARCHIORI, 2009). O estrato médio, o dossel, é formado por uma cobertura contínua e densa, e a maioria das árvores são espécies perenifólias, contrastando vivamente com o estrato superior durante a época hibernal. A Floresta Estacional Subtropical possui dois períodos vegetativos: o hibernal e o estival.

1.4 A Floresta Estacional Subtropical do rebordo do Planalto Meridional no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil

As florestas e os campos do espaço sul-rio-grandense estão inseridos no reino neotropical e o contingente arbóreo, com exceção da Floresta Mista, possui um caráter nitidamente tropical, sendo inexpressiva a participação de táxons antárticos, holárticos e andinos (MARCHIORI, 2006).

Destaca-se que na Era Cenozóica no Período do Terciário, cerca de 60 milhões de anos antes do presente (A.P.), a ingressão marítima determinou a fisionomia definitiva do centro e sudeste do estado do Rio Grande do Sul. No centro do Estado, num corredor que vai do Oceano Atlântico até o Rio Uruguai, o mar destruiu e removeu toda a margem sul dos derrames melaríficos, da qual apenas algumas testemunhas em formas de tabuleiros isolados ficaram como registros (RAMBO, 1954).

Aproximadamente a seis mil anos A.P. as características geográficas se apresentam com a fisionomia similar à atual (KERN, 1991), no início do Holoceno a cerca de oito mil anos A.P., a cobertura vegetal predominante foi de paisagens abertas e com o clima seco, onde deveriam predominar os vegetais xerófilos. E posteriormente, a Floresta Subtropical deve ter-se desenvolvido, tornando-se densa, nas terras baixas do planalto, na encosta do rebordo do Planalto Meridional, as espécies florestais devem ter recolonizado os interflúvios, surgindo uma faixa contínua de vegetação e umidade que acompanha toda a escarpa meridional do Planalto Sul-Brasileiro (KERN, 1991).

Pesquisas relatam que o contingente arbóreo tropical na Floresta Estacional Subtropical do Estado do Rio Grande do Sul irradiou-se por duas rotas migratórias (RAMBO, 1961) a partir do centro costeiro de baixas latitudes, entre o Rio de Janeiro e o Sul da Bahia (MARCHIORI, 2006). A rota migratória da bacia fluvial do Paraná migra pelo Alto Uruguai e segue os vales fluviais para o sul e leste e a outra rota migratória parte da floresta costeira de Santa Catarina e entra no RS pela estreita “Porta de Torres”, entre o rebordo do Planalto Meridional e o Oceano Atlântico (RAMBO, 1961), essas rotas migratórias se interpenetram nas encostas do Planalto Sul-Brasileiro (JARENKOW; WAECHTER, 2001).

A rota migratória do Paraná (contingência mesófila) é a mais abrangente, pois determina a fisionomia geral da floresta nativa, alcançando à região de Torres, no litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul. E referente à rota de migração litorânea (contingência higrófila) destaca-se que nenhum elemento arbóreo alcançou a região do Alto Uruguai (RAMBO, 1961; MARCHIORI, 2006).

Assim, a Floresta Estacional Subtropical no rebordo do Planalto Meridional é uma diluição da Floresta do Alto Uruguai, enriquecida com os elementos da Floresta Ombrófila Densa e, sobretudo, da Floresta Ombrófila Mista (KLEIN, 1984).

No Estado do Rio Grande do Sul a área de ocorrência da Floresta Estacional Subtropical é tipicamente Ombrófila, seus índices térmicos determinam dois períodos bem definidos um de 4 a 5 meses, centrado no verão, com médias compensadas iguais ou superiores a 20°C e outro de 2 a 3 meses centrado no inverno, com médias iguais ou inferiores a 15°C (LEITE et al., 1990). A pluviosidade é bastante intensa e regular, tendo sido registrada média anual de 1.878 mm (LEITE, 2002).

De acordo com Kilca e Longhi (2011), o termo “Floresta Estacional Subtropical” é oportuno para caracterizar a floresta subtropical do rebordo do Planalto Meridional, evitando, assim, o uso de termos complementares, “decídua” ou “semidecídua”, os quais têm causado grandes confusões e equívocos na caracterização da Floresta Estacional Subtropical no Sul do Brasil, devido a carências de informações científicas e ao fato que estas florestas são predominantemente secundárias.

Rambo (1956) realizou o estudo da vegetação do planalto e levou em consideração as peculiaridades locais, sistematizando três tipologias: o mato da borda do rebordo do Planalto Meridional, o mato do Vale Uruguai e o mato do Planalto.

Segundo o estudo realizado por Cordeiro e Hasenack (2009), a Floresta Estacional Subtropical no Estado do Rio Grande do Sul esta dividida em três blocos: o bloco do norte

correspondendo ao domínio florestal do Norte do Estado recobrando as antigas florestas ao longo dos rios Pelotas e Uruguai até a confluência com o rio Ijuí, restando 4,85% (814,97 Km²) de sua cobertura original; o bloco central localizado nas escarpas sul do Planalto Meridional bem como ao longo dos rios formadores do Guaíba e seus principais afluentes que cortam a escarpa do Planalto, os rios Jacuí, Taquari, Caí e Sinos, restando 22,53% (4.778,95 Km²) da cobertura original; e o bloco ciliar compreendendo as formações florestais ripárias ao longo dos principais rios que cortam a região fitoecológica campestre, como as matas ciliares do rio Jacuí, restando 30,31% (3.137,83Km²) de remanescentes florestais, correspondendo ao maior valor de cobertura natural para a região da Floresta Estacional Subtropical.

Para Teixeira et al. (1986) e Veloso et al. (1991) as disjunções da Floresta Subtropical no Estado do Rio Grande do Sul apresentam três formações distintas: Aluvial, Submontana e Montana. Segundo Teixeira et al. (1986), a Floresta Aluvial reveste os terraços aluviais na Depressão Central e no Planalto da Campanha Gaúcha, ao longo dos rios Jacuí, Ibicuí, Santa Maria, Uruguai e respectivos afluentes. A Floresta Submontana recobre a vertente sul do rebordo do Planalto Meridional, a Oeste do vale do rio Caí, estendendo-se sobre a borda do Planalto das Araucárias, nas áreas de relevo ondulado, além da bacia do rio Ijuí, no Planalto das Missões. A Floresta Montana reveste as áreas de relevo dissecado do rebordo do Planalto Meridional, nas partes elevadas das escarpas formadas pelo vale dos rios Taquari – Antas, e limita-se nas cotas superiores, com a Floresta Ombrófila Mista, sendo a linha de limite determinada pelas formas do relevo, conservado e dissecado.

Nas comunidades arbóreas o estrato superior e emergente da Floresta Estacional Subtropical, na encosta do rebordo do Planalto Meridional, na Bacia do Rio Jacuí ou Depressão Central, são constituídos principalmente de árvores da família botânica Fabaceae (MARCHIORI, 2009), tais como: *Apuleia leiocarpa*, *Parapiptadenia rigida*, *Myrocarpus frondosus*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Albizia edwalli*, *A. niopoides*, *Erythrina falcata*, *Machaerium paraguariense* e *Lonchocarpus sp.* (Fabaceae); de outras espécies decíduas e semi-decíduas, tais como: *Cabrlea canjerana*, *Cedrela fissilis*, (Meliaceae), *Cordia americana*, *C. trichotoma* (Boraginaceae), *Handroanthus heptaphyllus*, *Jacaranda micrantha* (Bignoniaceae), *Luehea divaricata* (Malvaceae), *Maclura tinctoria* (Moraceae), *Phytolacca dioica* (Phytolaccaceae), *Prunus myrtifolia* (Rosaceae), *Campomanesia xanthocarpa*, *Eugenia involucrata* (Myrtaceae), *Ruprechtia laxiflora* (Polygonaceae), *Vitex megapotamica* (Lamiaceae), *Ceiba speciosa* (Malvaceae), *Cupania vernalis* e *Matayba elaeagnoides* (Sapindaceae); e dentre as perenifólias citam-se: *Eugenia rostrifolia*, *Blepharocalyx*

salicifolius, *Plinia rivularis* (Myrtaceae), *Schefflera calva* (Araliaceae), *Ficus adathodifolia*, *F. luschnathiana* (Moraceae), *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) e *Diospyros incostans* (Ebenaceae).

O estrato médio (dossel) é bastante denso e, em geral, havendo o predomínio de árvores perenifólias, principalmente da família botânica Lauraceae (KLEIN, 1972; REITZ et al., 1983; LEITE et al., 1990; LEITE, 2002; MARCHIORI, 2009), destacam-se as espécies: *Aiouea saligna*, *Nectandra lanceolata*, *N. megapotamica*, *Ocotea puberula*, *O. pulchella* e *O. silvestris*.

O estrato das árvores pequenas (sub-bosque) é formado por grande adensamento de indivíduos pertencentes a poucas espécies das quais algumas são típicas desse estrato e outras encontram-se em desenvolvimento, para os estratos superiores (KLEIN, 1972; LEITE et al., 1990; MARCHIORI, 2009), dentre as espécies típicas citam-se: *Actinostemon concolor* (Euphorbiaceae), *Sorocea bonplandii* (Moraceae), *Trichilia catigua*, *T. clausenii*, *T. elegans*, *Guarea macrophylla* (Meliaceae) e *Brunfelsia australis* (Solanaceae). Para o estrato arbustivo destacam-se (LEITE et al., 1990; MARCHIORI, 2009) os gêneros *Piper* (Piperaceae) e *Psychotria* (Rubiaceae) e as espécies *Urera baccifera* (Urticaceae) e *Daphnopsis racemosa* (Thymeliaceae).

Na orla da floresta encontram-se as respectivas espécies (MARCHIORI, 2009): *Casearia silvestris* (Salicaceae), *E. uniflora* (Myrtaceae), *Randia armata* (Rutaceae), *Guettarda uruguensis*, *Chomelia obtusa* (Rubiaceae), *Strychnos brasiliensis* (Loganiaceae), *Dalbergia frutescens* (Fabaceae) e *Celtis iguanaea* (Cannabaceae).

Na vegetação de capoeira, segundo Marchiori (2009) destacam-se as espécies: *Boehmeria caudata* (Urticaceae), *Solanum mauritianum* (Solanaceae), *Trema micrantha* (Cannabaceae) e *Tecoma stans* (Bignoniaceae). E nos topos dos morros, em locais pedregosos ou de solos rasos, ocorrem as espécies: *Helietta apiculata* (Rutaceae), *H. heptaphyllus* (Bignoniaceae), *Myrcianthes pungens* (Myrtaceae), *Lithraea molleoides* (Anacardiaceae) e *Schaefferia argentinensis* (Celastraceae).

Nas matas ciliares destacam-se as árvores, geralmente pequenas, denominadas de reófitas (MARCHIORI, 2009): *Calliandra brevipes*, *C. tweediei* (Fabaceae), *Cephalanthus glabratus* (Rubiaceae), *Phyllanthus sellowianus* (Phyllanthaceae), *Pouteria salicifolia* (Sapotaceae), *Salix humboldtiana* (Salicaceae), *Sebastiania schottiana* (Euphorbiaceae) e *Terminalia australis* (Combretaceae). No alto dos barrancos encontram-se as respectivas espécies: *Inga marginata*, *I. vera* (Fabaceae), *Gymnanthes klotzschiana* e *S. brasiliensis*

(Euphorbiaceae). E nos locais que a topografia permite o avanço da floresta, na mata ciliar, destacam-se as espécies: *C. xanthocarpa*, *E. uniflora*, *E. mansoi*, *E. uruguayensis*, *Myrcia palustris* (Myrtaceae), *Luehea divaricata* (Malvaceae), *M. paraguariense*, *P. rigida* (Fabaceae) e *R. laxiflora* (Polygonaceae), entre outras.

Klein (1983) registrou para a Floresta Estacional Subtropical, no rebordo do Planalto Meridional, 222 espécies arbóreas; Brena e Longhi (2002), no inventário florestal, na Quarta Colônia/RS, corroboraram na análise da riqueza florística, registrando 212 espécies arbóreas; Kilca e Longhi (2011), estudando a composição florística e a estrutura florestal em 10 fragmentos de remanescentes de Floresta Estacional Subtropical, nas regiões e imediações do rebordo do Planalto Meridional, registram 165 espécies.

Modernamente, na Floresta Estacional Subtropical gaúcha ocorre à predominância de vegetação secundária nos mais diversos estádios de sucessão ecológica devido aos processos da exploração intensiva de espécies madeiráveis e a derrubada de comunidades arbóreas com o posterior avanço de sistemas agrícolas reduzindo as florestas a sistemas fragmentados e comprometendo a manutenção da diversidade biológica e a conservação destes locais (LONGHI et al., 1999). No Planalto Meridional nas escarpas e nos morros testemunhos a Floresta Estacional Subtropical encontra-se fragmentada, degradada e ameaçada pelo desenvolvimento urbano e rural, além da falta de políticas de conservação e de pesquisas (KILCA; LONGHI, 2011).

1.5 Geologia e Geomorfologia do rebordo do Planalto Meridional

A divisão do estado do Rio Grande do Sul em regiões naturais é em função das condições geológicas (RAMBO, 1956): o Litoral, a Serra do Sudeste, a Campanha do Sudoeste, a Depressão Central e o Planalto. Atualmente, segundo a classificação de Streck et al. (2008), ocorrem quatro províncias geomorfológicas: Depressão Periférica, Escudo Sul-riograndense, Planalto e Planície Costeira.

No entanto, segundo Bernardes (1997), a encosta do Planalto, pelo seu desenvolvimento em largura, mormente na sua porção central, e pela sua peculiaridade topográfica deve ser tratada de maneira detalhada e como região a parte. Assim, dentro desse

critério, o pesquisador admite que no Estado, ocorrem as respectivas unidades morfológicas: Litoral, Serras do Sudeste, Encosta, Depressão Central, Campanha, Planalto e Encosta (Figura 3).

De acordo com Rambo (1956), o Planalto no Estado do Rio Grande do Sul não pode ser caracterizado como uma única região, pois as diferenças entre os extremos são demasiadamente pronunciadas, em que os caracteres fisionômicos se misturam frequentemente em trechos relativamente pequenos dificultando a descrição do planalto.

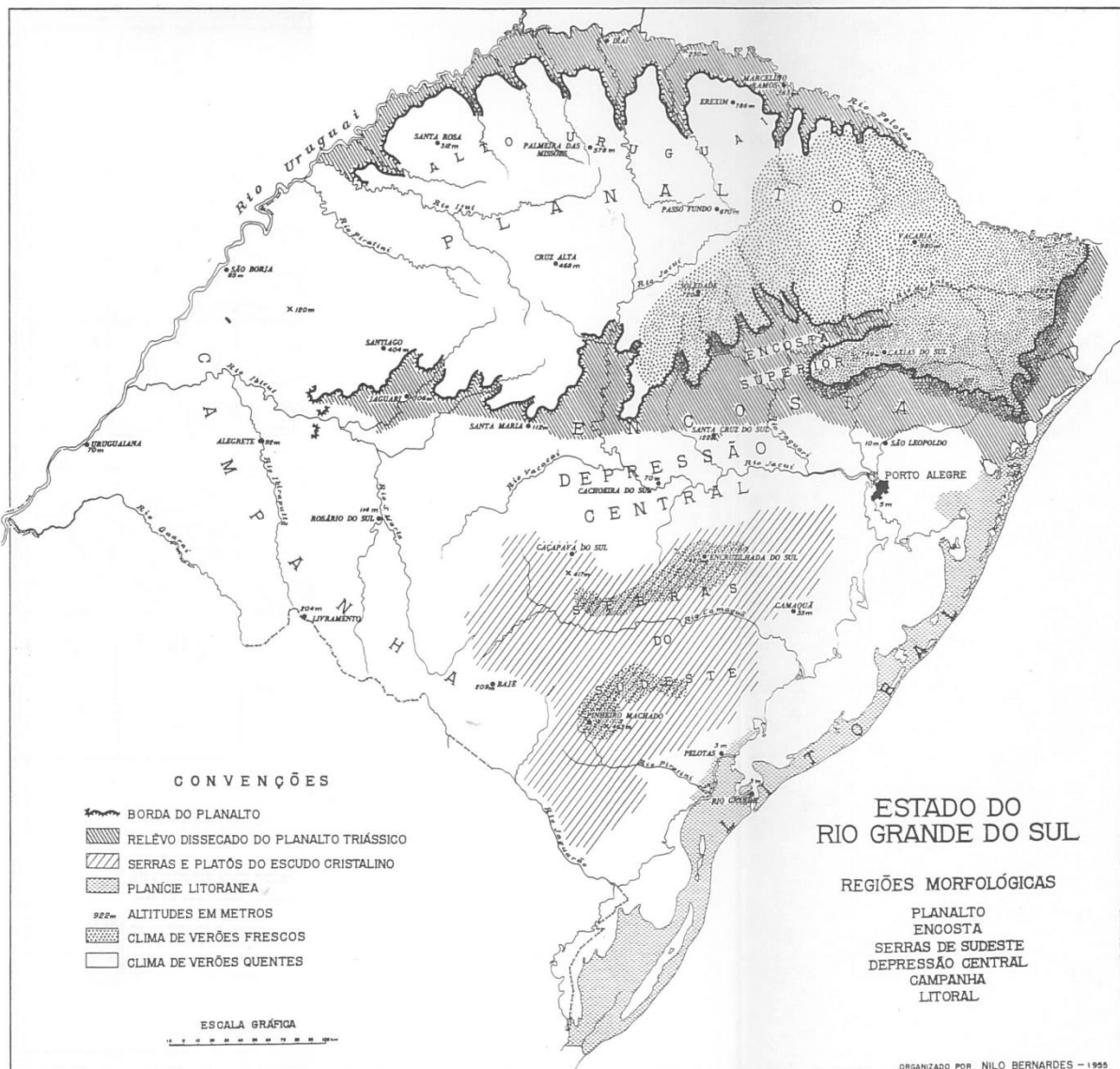


Figura 3 – Estado do Rio Grande do Sul, Regiões Morfológicas: Planalto, Encosta, Serras de Sudeste, Depressão Central, Campanha e Litoral (BERNARDES, 1997).

O relevo escarpado do Planalto vulcânico do Estado do Rio Grande do Sul é uma região de contato de rochas vulcânicas do Planalto com as rochas sedimentares, definido como Rebordo do Planalto Meridional e constitui uma área importante da Floresta Estacional Subtropical (ROBAINA et al., 2011), e se caracteriza pelas declividades acentuadas e áreas de instabilidades (PEDRON et al., 2011).

A região do rebordo do Planalto Meridional é constituída de duas frentes contínuas: uma cuja escarpa tem orientação Nordeste (NE) que possui a face com o oceano Atlântico e outra cuja frente é meridional e prolonga-se de Leste para Oeste, localizada na porção central do Rio Grande do Sul (ROBAINA et al., 2011). O Planalto da região nordeste tem maiores altitudes do estado, onde ultrapassam 1.000 m, decaindo gradativamente, rumo ao Noroeste e ao Oeste, em direção à calha do rio Uruguai, 60 a 70 m de altitude sobre o nível do mar (STRECK et al., 2008; ROBAINA et al., 2011).

Junto à escarpa oriental do litoral as altitudes são cerca de 1.200 metros, mais ao centro do Estado do Rio Grande do Sul, em Passo Fundo, a altitude é de cerca de 670 metros e pouco a Oeste de Santa Rosa, as altitudes atingem cerca de 250 metros, desse modo, estes algarismos traduzem uma queda de aproximadamente 1.000 metros ao longo de cerca de 700 quilômetros (BERNARDES, 1997).

Na região central do Estado do Rio Grande do Sul, a província da Depressão Periférica é uma área de rochas sedimentares diversificadas, apresenta o relevo ondulado à suave ondulado (coxilhas), as altitudes médias estão entre 40 a 100 metros e geologicamente faz parte da bacia sedimentar Bacia do Paraná (STRECK et al., 2008).

Segundo Bernardes (1997) a Depressão Central é representada por toda a região ao sopé do Planalto e compreende terrenos permo-carboníferos e triásicos subjacentes à possante capa de efusivas.

1.6 Morro do Botucaráí

O Morro do Botucaráí é conhecido popularmente como “Cerro do Botucaráí” que deve ter sido originado do termo *Ibytycaray* na Língua Guarani, sendo, na atualidade, objeto de estudos de lendas, tesouros escondidos e monge santo. Destaca-se, o fato do morro, ter sido visitada pelo botânico Friedrich Sellow que estudou a flora sul-brasileira, inclusive na

literatura *Flora Brasiliensis* o local é designado como *In summo monte Botucurahy* (RAMBO, 1956).

Segundo Hintz (2006), o formato do morro corrobora com as teorias de que esta região já fora inundada pelo mar, e seu topo, foi uma ilha, e suas escarpas teriam sido moldadas pelas ondas das águas, corroborando com Rambo (1954); na Era Cenozóica no Período do Terciário, a cerca de 60 milhões de anos A.P., a ingressão marítima determinou a fisionomia definitiva do centro e sudeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Nos dias atuais, o Morro do Botucaraí é apreciado pela sua beleza cênica, sendo um dos morros isoladas mais belos do Estado do Rio Grande do Sul, sendo frequentado por observadores de aves, religiosos, ufologistas, cientistas, escaladores, *tracking* e admiradores da natureza. Cabe destacar, a presença do grupo GAAIA que esta engajado na preservação e conservação.

Conforme Hintz (2006), historicamente, no Morro do Botucaraí ocorreram três ocupações, como segue abaixo:

- (i) Primeira ocupação – magos e feiticeiros indígenas: os seus primeiros moradores não eram nada amistosos, nem seguidores da fé cristã. Índios bravios e magos feiticeiros ocupavam o morro e as redondezas ainda no tempo das reduções, como o grande mago feiticeiro, muito temido, chamado *Yeguacaporú*, o qual se fazia adorar como se fosse um deus, irmão de *Yaguarobi* e filho de *Chemboabate*, igualmente horríveis. Tendo o verdadeiro ódio aos jesuítas.
- (ii) 2ª ocupação – jesuítas permanecem no morro até o retorno dos Bandeirantes: após a destruição da redução Jesus-Maria, o domínio do morro teria passado às mãos de jesuítas. Em 1716, continuava nas imediações do morro a exploração dos ricos ervais por jesuítas e índios da redução Jesus-Maria. Neste mesmo ano, os bandeirantes paulistas vieram em busca de prata; no entanto, a tão cobiçada “prata” era apenas a erva-mate, ali beneficiada. Ao tentar escalar o morro, os invasores teriam sido atacados a tiros, por índios e jesuítas, fazendo-os recuar. A estrada ainda existente nas adjacências do morro era a rota por onde passavam carretas carregadas de erva-mate; esta teria sido, também, a rota dos tropeiros que se dirigiam ao Uruguai e à Argentina, ladeando o morro na encosta Sul. O local foi abandonado pelos jesuítas por volta de 1767, quando eles foram totalmente expulsos do território gaúcho.

- (iii) 3ª ocupação – monge João Maria de Agostini: oitenta anos após, surge um novo pregador no morro, fundador de uma organização religiosa. O monge João Maria d’Agostini era originário de Piemonte, na Itália. A sua primeira estada no morro deu-se em 1846, quando teria se deslocado para Campestre, em Santa Maria, RS, onde ele próprio intitulou-se *solitário eremita do Botucaray*. Perseguido pela milícia imperial, o monge teria retornado ao morro em 1849 para refugiar-se, sendo preso no local.

Por cerca de 1960, um audacioso projeto turístico começou a ser desenvolvido pela família Pertille, de Cachoeira do Sul, RS, donos, na época, da Rádio Princesa do Jacuí, o chamado “Projeto do Bondinho”, cujo objetivo era construir, em dois anos, um complexo turístico no cume do morro, incluindo a instalação da Rede TV – Princesa.

Nos dias atuais, muitos são os que procuram o morro para pagamento de promessas e pedidos de curas nas águas de sua fonte. O misticismo que envolve o morro tem variadas origens religiosas. A primeira é da crença anticristã, cultuada por índios pagãos, seguida da ocupação cristã católica e da seita individual, pregada por uma pessoa tida como santa e milagreira (o Santo Monge). Desse modo, não é de estranhar que a cultura do “Santo Cerro” (e da “prata escondida”) se perpetue no imaginário de muitas pessoas (Hintz, 2006).

No entanto, a maior riqueza do Morro do Botucarái, além de sua paisagem natural e valor cultural, é o tesouro científico representado por sua flora e fauna, além do patrimônio paleontológico, uma vez que existem registros de fósseis nas cercanias, como o *Guaibassaurus candelarensis* Bonaparte, 1999, descoberto pela fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul em 1996, além de Gimnospermas fósseis.

2 METODOLOGIA GERAL

2.1 Caracterização da área de estudo

A pesquisa foi realizada na Floresta Latifoliada Estacional Subtropical Submontana de Cumeada (Oliveira-Filho, 2009), situada na encosta do rebordo do Planalto Meridional Sul-Brasileiro, na região central do Rio Grande do Sul, mais especificamente no Morro do Botucarai (29°42' S e 52°50' W), distante, aproximadamente, a 6 km a sudoeste da cidade de Candelária.

A região é classificada no tipo de clima Cfa, conforme Köppen, com precipitação média de 1.564mm e temperatura média anual de 19,2°C (Moreno, 1961). Ferraz & Roberti (2011), no rebordo do Planalto Meridional, avaliaram a precipitação e temperatura para os anos 2000 a 2004, constatando que: a precipitação possui distribuição uniforme, com chuvas fortes no fim do inverno e primavera; existem gradientes de temperatura sazonal e espacial do L para O; e a topografia é relevante para a temperatura. A precipitação pluviométrica, ao longo do ano, varia de 60 a 140 mm nos meses de verão, outono e inverno, e de 100 a 320 mm nos meses de primavera; a temperatura média no mês de janeiro atinge 24°C, com máximas em torno de 40°C; nos meses de inverno, a temperatura média é de 8°C, sendo o mês de julho o mais frio, com ocorrência de geadas.

O solo da região é derivado de rochas efusivas básicas da Formação Serra Geral, ocorrendo derrames de lavas basálticas com incrustações de calcita. Pertence à unidade de mapeamento Charrua, caracterizado por solos rasos, de textura média, poucos desenvolvidos, moderadamente drenados, ligeiramente ácidos e neutros, com alta saturação de bases e sem problemas de alumínio trocável (Brasil, 1973). No Sistema Brasileiro de Classificação de Solo – SiBCs (Embrapa, 2006), a unidade de mapeamento Charrua compreende os Neossolos Regolítico Eutrófico Léptico e Litólico Eutrófico.

O Morro do Botucarai tem seu ponto mais alto à cerca de 570 metros de altitude sobre o nível do mar (Figura 1), lembrando, segundo o botânico e fitogeógrafo Balduino Rambo:

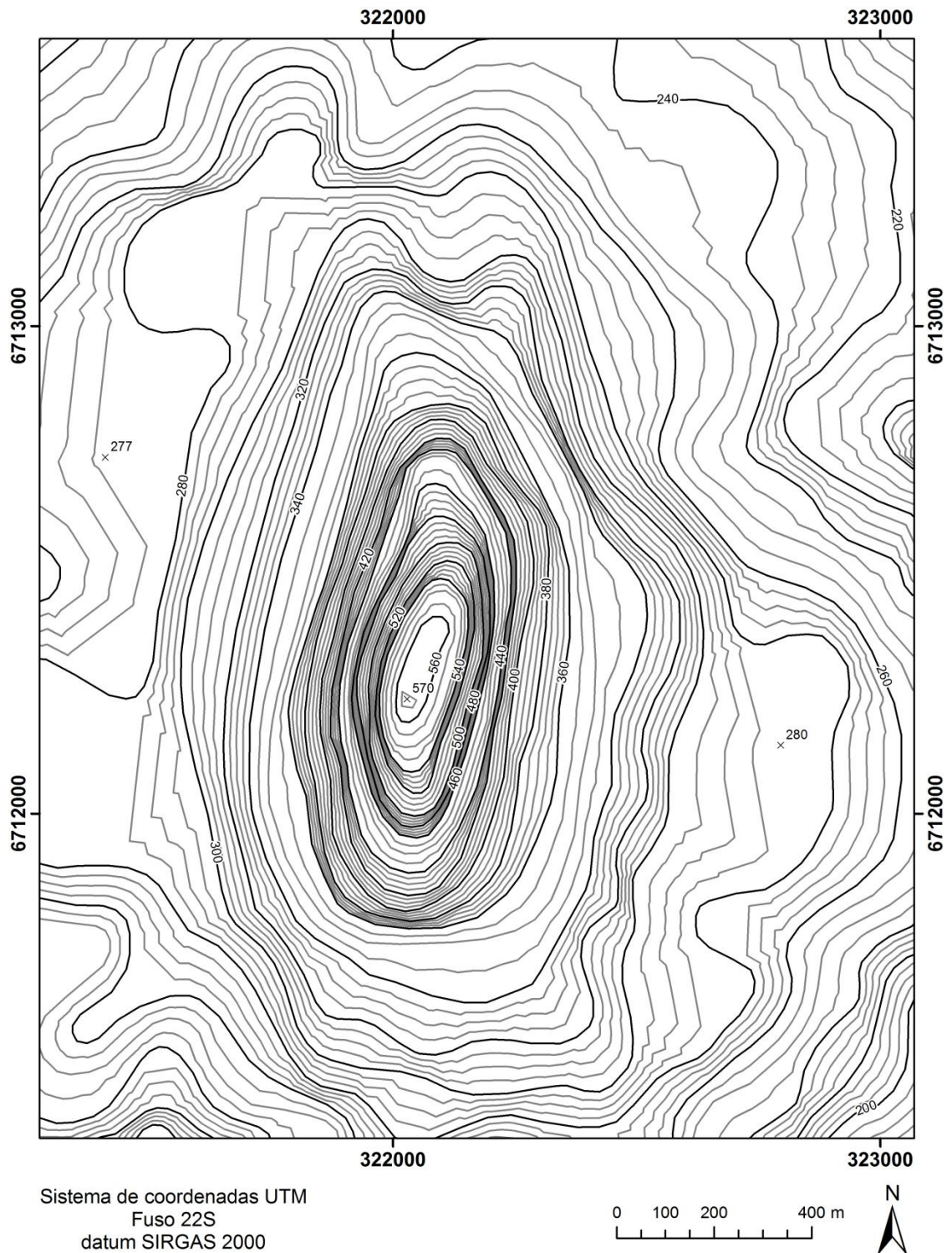


Figura 1 – Planta altimétrica do Morro do Botucaraí, na Depressão Central, próximo ao rebordo do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul.

O Cerro do Botucaraí parece um castelo truculento de rochedos, com uma grande variabilidade de aspecto e descreve-se que visto ao norte parece um único pilar rochoso, estreito e truncado; visto de Santa

Cruz, apresenta-se como largo tabuleiro de regular declividade; visto do sul, transforma-se em estreita aresta, uniformemente inclinada sobre a planície.

Voando de avião ao redor descobre-se a sua verdadeira forma: em sentido Leste-Oeste, aparecem as faces compridas da aresta, fracamente inclinadas na base, verticais deste o terço de altura em diante; em sentido Sul-Norte, aparece a face curta, produzindo a impressão de longa aresta; em direção Norte-Sul apresenta-se a parte mais alta do norte, onde os paredões são mais elevados e íngremes (Rambo, 1956, p. 342).

2.2 Amostragens

A amostra dos dados consiste de 15 unidades amostrais de 10 x 50m subdivididas em subunidades amostrais de 10 x 10m; dispostas em transectos contínuos (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974) no sentido NE ao SE, do topo até a baixada do morro, perfazendo 7.500 m² de amostragem.

Avaliou-se a vertente do morro através da classificação de Cavalcanti (2014) que incide nas seguintes categorias (Figura 2): topo, encosta-superior, meia-encosta, encosta-inferior e base.

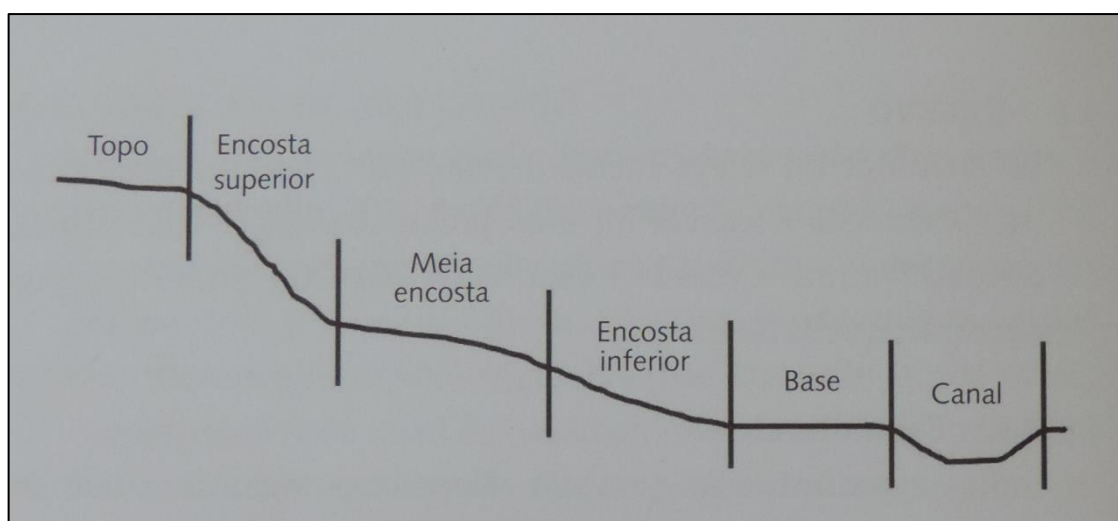


Figura 2 – Diferentes posições dos segmentos de relevo (CAVALCANTI, 2014).

Foram alocadas quatro unidades amostrais (2.000 m²) no topo, duas (1.000 m²) na encosta-superior, três (1.500 m²) na meia-encosta, duas (1.000 m²) na encosta-inferior e quatro (2.000 m²) na base. Nestas, examinou-se o perfil das unidades de vertente de Darlymple et al. (1968) (CHRISTOFOLETTI, 2011), que divide e caracteriza as unidades de perfil de relevo em função da declividade e dos processos morfogenéticos dominantes e atuantes (ver Referencial Teórico, Figura 1 e Tabela 1).

2.3 Coleta de dados

2.3.1 Dados abióticos

Nas unidades amostrais foram mensurados e registrados os valores dos descritores de altimetria e morfometria.

As variáveis de altimetria mensuradas, com base em Valeriano (2008) e Tuler e Saraiva (2014), foram: altitude, declividade média e diferença de nível.

Os valores de altitude foram obtidos nas subunidades amostrais, onde se registrou os valores nas arestas e no centro para em seguida obter o valor médio; usou-se o aparelho digital de Sistema de Posicionamento Global (GPS). Os valores de declividade da área foram obtidos para cada lado das subunidades amostrais, em graus de inclinação, e após obteve-se a média de inclinação; usou-se o hipsômetro digital *Vertex III*. A diferença de nível foi obtida para cada subunidade amostral, correspondendo diferença de altura entre dois pontos topográficos (altitude), no sentido da unidade amostral.

As variáveis de morfometria aferidas foram: afloramento rochoso, curvatura vertical, exposição solar e profundidade do solo, conforme Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) e Cavalcanti (2014).

O afloramento rochoso avaliou-se visualmente a percentagem da superfície da subunidade amostral ocupada por rocha exposta. Adotou-se a respectiva escala nominal: 0 = ausência; 1= 1- 20%; 2 = 21 – 40%; 3 = 41 - 60%, 4 = 61 - 80%; 5 = 81 - 100%. A curvatura vertical da vertente refere-se à forma convexo/côncava/retilíneo do terreno quando analisado em perfil e está correlacionada aos processos de migração e acúmulo de água, minerais e

matéria orgânica no solo, foi avaliada visualmente. A exposição do terreno foi registrada conforme a maior declividade da subunidade amostral, medida em relação aos pontos cardeais com o uso da bússola de navegação. A profundidade do solo foi obtida com as perfurações realizadas com o trado de rosca, foi mensurada para cada subunidade amostral, nas arestas e no centro, e obteve-se a média de profundidade do solo.

2.3.2 Dados bióticos

Registrou-se os dados das árvores com a circunferência à altura do peito maior ou igual a 15,7 cm, medido a 1,30m ao nível do solo. A CAP (circunferência à altura do peito) foi obtida com a trena métrica e a altura total (Ht) das árvores foi mensurada com uma vara graduada de 5 metros ou com o hipsômetro *Vertex III*. As árvores foram identificadas *in loco*, coletando-se o material botânico das espécies duvidosas para posterior identificação. A classificação das famílias botânicas segue o critério do *Angiosperm Phylogeny Group* (APG III, 2009) e, para gêneros e espécies, a Lista de Espécies do IPNI – The International Plant Names Index (2012) (<http://www.ipni.org> [acessado em 27 de março 2015]).

A densidade de cobertura vegetal avaliou-se por subunidade amostral usando o densiômetro esférico, em cada ponto alocado no centro da subunidade amostral efetuou-se a leitura N, S, L e O e após obteve-se o valor médio.

As clareiras classificaram-se de acordo com a causa de abertura (PUIG, 2008): queda de um galho da copa de uma árvore (clareira parcial ou *volis*), queda de uma única árvore (clareira elementar), queda de várias árvores simultaneamente (clareira múltipla) e a queda de várias árvores defasadas no tempo (clareiras complexas).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105–121, 2009.

BERNARDES, N. **Bases geográficas do povoamento do Estado do Rio Grande do Sul** / Nilo Bernardes – Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1997. – 147 p.: map. – (Coleção Ciências Sociais).

BOTREL, R. T. Análise silvigenia em Floresta Estacional Semidecídua e em Cerradão no Estado de São Paulo./ Rejane Tavares Botrel.—Campinas, SP:[s.n.], 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento de reconhecimento dos solos do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. 431p.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitossociologia bases para el estudio de las comunidades vegetales**/ J. Braun-Blanquet; tradução Jorge Lalucat Jo. H. Blume ediciones, Rosário, 17 – Madrid – 5. 1979. 820p.

BRENA, D. A.; LONGHI, S. J. Inventário Florestal da Quarta Colônia. In: ITAQUI, J. (Org.). **Quarta colônia – Inventário Técnico de Flora e Fauna**. Santa Maria: Condesus / Quarta Colônia. 2002. pp. 34-136.

CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia de paisagens: fundamentos**. São Paulo: Oficina de textos, 2014.

CHRISTOFOLETTI, A.; Geomorfologia. São Paulo:Blucher, 2011. 13º ed., pág. 188.

CORDEIRO, J. L. P.; HASENACK, H. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: PILAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Org.). **Campos sulinos: conservação e o uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA. 2009. Pp. 285-299.

DALRYMPLE, J. B.; BLONG, R. J.; CONOACHER, A. J. A hypothetical nine unit land surffasse model. *Zeitschrift für Geomorphologie* (1968), 1291), pp. 60 – 76.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de solo. 2ª ed.; Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.

FAUTH, J. E.; BERNARDO, J.; CAMARA, M.; RESETARITS, J. ; VAN BUSKIRK, S. A. Simplifying the Jargon of Community Ecology: A conceptual approach. **American Naturalist**. Volume 147, Issue 2 (Feb, 1996). 282-286.

FERRAZ, S. E. T.; ROBERTI, D. Padrões climáticos na região do extremo sul do Planalto Meridional brasileiro. In: SHUMACHER, M. V.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; KILKA, R. V. (Orgs.). **A Floresta Estacional Subtropical: Caracterização e Ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. [s/n], 2011, Cap. 1, p. 9-19.

FLORENZANO, T. G. Introdução à geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G.(Orgs.) **Conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. Cap. 01, p. 11-30.

GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **Princípios de estatísticas em ecologia**. Porto Alegre: Artmed. 2011. 528 p.

HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A. A.; TOMLINSON, P. B. **Tropical Trees and Forest – an architectural analysis**. Springer – Verlag. Berlin Heidelberg, New York. 1978. 441p.

HINTZ, M. M. **Retalhos de Candelária, RS** da pré-história à colonização europeia. vol.1. Gráfica ALS Schmachtenberg. 2006. 151p.

HOSOKAWA, R. T.; MOURA, J. B.; CUNHA, U. S. **Introdução ao manejo e economia florestal**. Curitiba: Ed. UFPR, pag. 164. 2008.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica**; tradução de Hans Reichardt. São Paulo, Polígono, Ed. Universidade de Brasília. 1972.

JARENKOW, J. A.; WAECHTER, J. L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 263-272, 2001.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis, a practical approach**. London: Belhaven, 1992. 363 p.

KENT, M. **Vegetation Description and Data Analysis: a practical approach**. 2. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012. 414 p.

KERN, A. A. **Paleopaisagens e o povoamento pré-histórico do Rio Grande do Sul**. In: KERN, A. A. (Org.). Arqueologia pré-histórica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1991.

KILCA, R. V.; LONGHI, S. L. A composição florística e a estrutura das florestas secundárias no rebordo do Planalto Meridional. In: SHUMACHER, M. V.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; KILKA, R. V. (Orgs.). **A Floresta Estacional Subtropical: Caracterização e Ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. [s/n], 2011, Cap. 4, p. 53-83.

KLEIN, R. M. Árvores nativas da floresta subtropical do Alto Uruguai. **Sellowia** – Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues, n. 24, p. 9-62, 1972.

KLEIN, R. M. Aspectos fitofisionômicos da floresta estacional na fralda da Serra Geral (RS). In: **Congresso Nacional de Botânica**, 34, Porto Alegre. Anais ... Porto Alegre, UFRGS. 1983. Pp. 73 – 110.

KLEIN, R. M. Síntese ecológica da Floresta Estacional da Bacia do Jacuí e importância do reflorestamento com essências nativas (RS). In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5., Nova Prata, 1984. Nova Prata, 1984, Prefeitura Municipal, Anais ... 1984, p. 265 – 278.

KREBS, C. J., **Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance**. 4 th ed. 1994.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In IBGE: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro, 1990.p. 113-150.

LEITE, P.F. 2002. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. **Ciência e Ambiente 24**: 51-73

LEGENDRE, P.; LEGENDRE L. **Numerical ecology**. 2 and English edition. Developments in Environmental Modelling, 20, Elsevier, New York, 853 pp., 1998.

LINDMAN, C. A. M. A vegetação do Rio Grande do Sul (Tradução de Alberto Löefgren) Porto Alegre: Univrsal, 1906. 356p.

LONGHI, S. J.; NASCIMENTO, A. R. T.; FLEIG, F. D.; DELLA-FLORA, J. B.; FREITAS, R. A.; CHARÃO, L. W. Composição florística e estrutura de comunidades arbórea de um

fragmento florestal no município de Santa Maria-Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 115-133, 1999.

MARTINS, F. R.; BATALHA, M. A. Formas de Vida, Espectro Biológico de Raunkiaer e Fisionomia da Vegetação. In JEANINE, M, F. et al (Org.). **Fitossociologia no Brasil: métodos de estudos de caos: volume I**. Viçosa, MG: Ed. Ed. UFV, 2011, cap. 2, p 44 – 85.

MAGNAGO, L. F. S.; MARTINS, S. V.; VENZKE, T. S.; IVANAUSKAS, N. M. Os processos e estágios da mata Atlântica como referência para a restauração florestal. In MARTINS, S.M. (Editor). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados**. – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. 219p. il. (colorido); 22cm.

MAGURRAN, A. **Medindo a diversidade biológica**/ Anne, E. Magurran; tradução Dana Moiana Vianna – Curitiba: Ed. Da UFPR, 2011. 261p.: Il., graf., tabs.- (Pesquisa n. 185).

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: embasamento florístico**. Ed. EST, Porto Alegre, 2006.

MARCHIORI, J. N. C.. A vegetação em Santa Maria. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n. 38, p. 91-112, jan./jun. 2009.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 1961. 16p.

MULLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Wiley. 1974. 542 p

NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; ALVAREZ FILHO, A.; GOMES, G. S. Análise da diversidade florística e dos sistemas de dispersão de sementes em um fragmento florestal na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Napaea** 12: 49-67. 2000.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Interamericana. 1988.

OLDEMAN, R. A. A. Architecture and energy Exchange of dicotyledonous trees in the forest. In (Org.): TOLIMSON, P. B.; ZIMMERAMANN, M. H. **Tropical trees as living systems**. Cambridge University Press. Cambridge. London – New York – Melbourne. 2010. cap. IV, p 535 – 560.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema prático e flexível ou uma injeção a mais de caos? **Rodriguesia**, v. 60, p. 237-258, 2009.

PEDRON, F. A.; DALMOLIN, R. S. D.. Solos da região do rebordo do planalto meridional no Rio Grande do Sul. In: SHUMACHER, M. V.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; KILCA, R. V. (Orgs.). **A Floresta Estacional Subtropical**: Caracterização e Ecologia no Rebordo do Planalto Meridional. [s/n], 2011, Cap. 3, p. 33-51.

PUIG, H. **A floresta úmida**. São Paulo:Editora UNESP, 2008. 496p.

RAMBO, B. S. J. A Fisionomia do Rio Grande do Sul. Separata do volume: Fundamentos da Cultura Rio-Grandense. Primeira Série. Caderno nº 31. Organização: Faculdade de Filosofia Universidade do Rio Grande do Sul. 1954.

RAMBO, P. R. A fisionomia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Livraria Selbach, 1956. 456p.

RAMBO, B.; Migration routes of South brazilian rain Forest. Pesquisas Série Botânica, 12: 1 – 54, 1961.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. Editora Guanabara Koogan S. A. Ed. v. 1996. 728 p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia**, Itajaí, 1983, 525 p.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 3ª ed. Guanabara koogan. 1992. 470 p.

ROBAINA, L. E. S.; CRISTO, S. S. V.; TRENTIN, R.; Considerações geológicas e geomorfológicas sobre o rebordo do Planalto no Rio Grande do Sul. In: SHUMACHER, M. V.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; KILCA, R. V. (Orgs.). **A Floresta Estacional Subtropical**: Caracterização e Ecologia no Rebordo do Planalto Meridional. [s/n], 2011, Cap. 2, p. 21-31.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas**: estrutura, dinâmica e manejo. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013. 322p. il.; 29cm

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIAVASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. – Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 páginas.

TEIXEIRA, M. B.; COURA-NETO, A. B.; PASTORE, U.; RANGEL-FILHO, A. L. R. Vegetação, as regiões fitoecológicas, sua natureza, seus recursos econômicos, estudo fitogeográfico. In: Levantamento de Recursos Naturais, v. 33. Rio de Janeiro: IBGE. 1986. Pp 541-632.

TORQUEBIAU, E. F. Mosaic patterns in dipterocarps forest in Indonesia, and their implications for practical forestry. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.2, n.4, p. 301-325, 1986.

TULER, M.; SARAIVA, S. **Fundamentos de topografia**. Porto Alegre: Bookman, 2014, xvi, 308 p.:il.; 25 cm.

VACCARO, S. Caracterização Fitossociológica de três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza-RS. 1997. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.

VARGAS, D.; OLIVEIRA P. L. Composição e estrutura do componente arbóreo-arbustivo do sub-bosque de uma mata na encosta sul do Morro Santana, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **PESQUISAS, BOTÂNICA**, Nº 58: 187-214. São Leopoldo: Instituto Anchieta e Pesquisas, 2007.

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

TOWNSEND,C.R.; HARPER, J. L.;DUARTE, L. S. **Fundamentos em ecologia** – 3. Ed. – Porto Alegre: Artmed, 2010, 576p.

VALERIANO, M. M. Dados topográficos. In: FLORENZANO, T. G.(Orgs.) **Conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. Cap. 03, p. 72-104.

WILSON, E. O. **Diversidade da vida**/Edward O. Wilson; tradução Carlos Afonso Malferrari – São Paulo: Companhia de Letras, 1994.

WHITOMORE, T. C. 1975. **Tropical rain forest of the far east**. Oxford: Clarendon Press.

CAPÍTULO 1

FLORÍSTICA E CONTINGENTE FITOGEOGRÁFICO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA DO MORRO DO BOTUCARAÍ, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

RESUMO

A pesquisa avalia a influência das rotas migratórias do elemento arbóreo na florística de um remanescente da Floresta Estacional Subtropical em um morro testemunho situado na região central do Estado do Rio Grande do Sul. A amostra consiste de transectos contínuos, 15 unidades amostrais de 10 x 50m, complementada pelo método do caminhar aleatório. Na análise da vertente usaram-se as categorias topo, encosta-superior, meia-encosta, encosta-inferior e base; nestas, examinou-se os processos geomorfológicos atuantes. Nas unidades amostrais registraram-se as árvores com circunferência à altura do peito igual ou maior a 15,7cm, medido a 1,30m do nível do solo. Na análise da dissimilaridade usou-se o coeficiente de aglomeração (distância binária) e o agrupamento hierárquico (UPGMA). Obteve-se 1.196 árvores, 68 espécies, 56 gêneros e 30 famílias botânicas. Observou-se que o número de indivíduos e as espécies que existem em toda área florestal do Estado predominam, seguidas por espécies limitadas ao extremo Noroeste (rios Paraná-Alto Uruguai) e por espécies limitadas à ala Leste (Torres até Santa Maria). Todavia, constatou-se a diferença da representatividade do contingente fitogeográfico entre os segmentos de posição de relevo. Conclui-se que o morro possui heterogeneidade espacial que condiciona a florística e o contingente fitogeográfico. A vegetação arbórea do Morro do Botucaraí representa para a Floresta Estacional Subtropical uma diluição da Floresta do Alto Uruguai, enriquecida com os elementos da Floresta Ombrófila Densa e, sobretudo, da Floresta Ombrófila Mista.

Palavras-chave: Biogeografia. Dendrologia. Ecologia de Paisagens. *Euterpe edulis*. Fluxos Florísticos.

CHAPTER 1

FLORISTICS AND PHYTOGEOGRAPHICAL CONTINGENT OF ARBOREAL VEGETATION IN BOTUCARAÍ MOUNTAIN, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

ABSTRACT

The survey assesses the influence of the migratory routes of tree elements in the flora of a remnant of the Seasonal Subtropical Forest in testimony mountain located in the central region of Rio Grande do Sul State. The sample consists of continuous transects, 15 sample units of 10 x 50m, supplemented by random transect method. In the analysis it was used the following categories: top, high-slope, half-slope, bottom-slope and base, being examined the active geomorphological processes. In the sampling units registered to trees with the circumference of the breast height equal to or greater than 15,7cm measured at 1,30m above ground level. In the analysis of dissimilarity used to the clustering coefficient (binary distance) and hierarchical clustering (UPGMA). Obtained 1.196 trees, 68 species, 56 genera and 30 botanical families. It was observed that the number of individuals and species that exist in all state forest area predominate, followed by limited species to the Northwest (Paraná-Alto Uruguay rivers) and species limited to the East wing (Torres to Santa Maria). However, there was a difference representativity of phytogeographic contingent between relief position segments. It is concluded that the mountain has spatial heterogeneity that affects the floristic and phytogeographical contingent. The tree vegetation in Botucaraí Mountain is to Seasonal Subtropical Forest diluting Forest High Uruguay, enriched with the elements of the Atlantic rain forest and especially the Araucaria forest.

Keywords: Biogeography. Dendrology. *Euterpe edulis*. floristics flow. Landscape Ecology.

INTRODUÇÃO

Todas as características da vida na Terra, incluindo a distribuição geográfica das espécies e táxons superiores, foram influenciadas pela “história”. É importante reconhecer que as características dos organismos contemporâneos foram moldadas pela história do lugar e da linhagem (BROWN, 1995; BROWN; LOMOLINO, 2006).

A flora do Brasil insere-se no Reino Neotropical, o qual abrange a América do Sul, avança pela América Central até a península da *Baja California* (HUECK, 1972), e se estende do México ao sul da Flórida, estabelecendo contato com o Reino Holártico, até o extremo sul do Chile e Argentina, onde estabelece contato com o Reino Antártico (MARCHIORI, 2006). Atualmente, reuni espécies de diferentes origens, que migraram ao longo dos períodos da geohistória continental, estando, assim, vinculada a flora africana, boreal e da Oceania (LEITE, 2002).

Na síntese fitogeográfica da vegetação sul-brasileira, Klein (1984) admite que as flutuações climáticas recentes interferiram nos influxos e irradiações das espécies vegetais no Sul do Brasil; tal observação denota que as migrações da vegetação são antigas, caso da irradiação de gêneros andinos na Floresta Ombrófila Mista, que denota a expansão e recuo da Floresta nas bacias do Paraná e Uruguai (relictos encontrados na Floresta Ombrófila Densa), bem como a expansão e recuo da Floresta Ombrófila Densa e a expansão da Floresta Subtropical no sub-bosque da Floresta Ombrófila Mista.

O conhecimento da flora do Rio Grande do Sul, relacionado aos eventos geológicos e climáticos, são temas abordados por Rambo (1951a, b, 1953, 1954, 1956, 1961), que trata, entre outros assuntos de aspectos fitogeográficos, como: centros de origem, fluxos florísticos, rotas de migração e distribuição, e fisionomia da vegetação. Leite (2002), também aborda os diferentes momentos geohistóricos dos centros e fluxos florísticos, reconhecendo nove regiões fitoecológicas. Waechter (2002), por sua vez, aborda os padrões geográficos da flora atual em escala global (Cosmopolita, Holártico, Antártico, Pantropical, Anfipacífico, Anfiatlântico e Neotropical) e neotropical (Anfichaquenho, Atlântico, Chaquenho e Pampeano).

Conforme Marchiori (2006), a flora sul-rio-grandense inclui numeroso contingente Pantropical (América, África e sudeste asiático), reconhecendo no contingente tropical dois padrões geográficos: elementos Anfiatlânticos e Anfipacíficos.

Cabe ressaltar que a vegetação do Rio Grande do Sul é constituída de duas formações determinantes para a fisionomia vegetal - o campo e a floresta -, que se interpenetram e misturam (RAMBO, 1956). Segundo o pesquisador, os campos rio-grandenses são formações climáticas e edáficas na sua origem, e relictos históricos ou manchas edáficas no tempo atual, devido ao clima favorecer a expansão das florestas, corroborando a observação de Lindman (1906), sobre o avanço da floresta na região do campo devido a condições climatológicas favoráveis: elevada temperatura e umidade atmosférica.

A vegetação do Morro do Botucaraí insere-se no remanescente da Floresta Estacional Subtropical do rebordo do Planalto Meridional. Neste sentido, compete recordar que na Era Cenozóica no Período Terciário, a cerca de 60 milhões de anos A.P., a ingressão marítima determinou a fisionomia do centro e sudeste do Estado. No centro, num corredor que vai do Oceano Atlântico até o Rio Uruguai, o mar destruiu e removeu a margem sul dos derrames melaríficos, da qual ficaram, como registros, apenas testemunhas, em formas de tabuleiros isolados (RAMBO, 1954).

Aproximadamente a 6 mil anos A.P. as características geográficas já se apresentavam com fisionomia similar à atual (KERN, 1991); no Holoceno, a cerca de 8 mil anos A.P., a cobertura vegetal era de paisagens abertas e, sob clima seco, predominavam vegetais xerófilos. No “ótimo climático”, segundo Bolzon e Marchiori (2002), entre 5 e 4 mil anos A.P., a Floresta Subtropical se desenvolveu, tornando-se densa nas terras baixas do planalto e na encosta do rebordo do Planalto Meridional. As espécies florestais devem ter recolonizado os interflúvios, surgindo uma faixa contínua de vegetação e umidade na escarpa meridional do planalto sul-brasileiro (KERN, 1991).

O contingente fitogeográfico arbóreo tropical no Rio Grande do Sul irradiou-se por duas rotas migratórias (RAMBO, 1961) a partir do centro costeiro de baixas latitudes, entre o Rio de Janeiro e o Sul da Bahia (MARCHIORI, 2006). A rota migratória da bacia fluvial do Paraná migrou pelo Alto Uruguai, seguindo pelos vales fluviais para o Sul e para o Leste; a outra rota migratória, partiu da floresta costeira de Santa Catarina, entrando no Rio Grande do Sul pela “Porta de Torres”, na estreita passagem existente entre o rebordo do Planalto Meridional e o Oceano Atlântico (RAMBO, 1961). Na encosta do planalto sul-brasileiro, a norte da Depressão Central, essas duas correntes migratórias se interpenetram (JARENKOW; WAECHTER, 2001).

No entanto, a contingência mesófila é a mais abrangente, pois determina a fisionomia da floresta até a Oeste de Santa Maria, alcançando o Litoral Norte, na região de Torres, no

Rio Grande do Sul, além de ser localmente a mais antiga. Em relação à contingência higrófila, destaca-se que nenhum elemento arbóreo alcançou a região do Alto Uruguai, mas possui maior riqueza de espécies epífitas (RAMBO, 1961).

Com base em Klein (1972), a Floresta Estacional Subtropical irradiou-se com elementos pioneiros, contornando a Serra Geral e a Serra do Mar, através da Depressão Central no Rio Grande do Sul, penetrando pela “Porta de Torres”, em Santa Catarina, até alcançar o Morro dos Conventos e, inclusive, o Baixo Vale do Itajaí.

Segundo o pesquisador acima, a Floresta Ombrófila Densa manifestou a sua expansão no sentido austral ao longo do litoral e da encosta, alcançando o Rio Grande do Sul, até os vales do Mampituba e do Maquiné. Alguns elementos penetraram na Floresta Estacional Subtropical, tais como as palmeiras *Bactris lindmaniana* (atualmente, *B. setosa*), *Euterpe edulis*, *Geonoma schottiana*, bem como *Cytharexylum myrianthum*, *Dodonea viscosa*, *Faramea marginata*, *Guapira opposita*, *Hirtella hebeclada*, *Inga sessilis*, *Mimosa bimucronata*, *Myrcia glabra* e *Nectandra oppositifolia*, entre outras.

Por conseguinte, a Floresta Estacional Subtropical do rebordo do Planalto Meridional no centro do Rio Grande do Sul constitui uma diluição da Floresta do Alto Uruguai, enriquecida com elementos da Floresta Ombrófila Densa e, sobretudo, da Floresta Ombrófila Mista (KLEIN, 1984).

A Floresta Estacional Subtropical no Rio Grande do Sul encontra-se arranjada em três regiões: o Alto Uruguai, o rebordo do Planalto Meridional e a Serra do Sudeste (RAMBO, 1956; HUECK, 1972). Com base em Teixeira et al. (1986) e Veloso et al. (1991), as disjunções da Floresta Estacional Subtropical apresentam três formações: a Floresta Aluvial, que reveste os terraços aluviais na Depressão Central e no Planalto da Campanha Gaúcha, ao longo dos rios Jacuí, Ibicuí, Santa Maria, Uruguai e respectivos afluentes; a Floresta Submontana, que recobre a vertente sul do rebordo do Planalto Meridional, a Oeste do vale do rio Caí, estendendo-se sobre a borda do Planalto das Araucárias, nas áreas de relevo ondulado, além da bacia do rio Ijuí, no Planalto das Missões; e a Floresta Montana, que reveste áreas de relevo dissecado do rebordo do Planalto Meridional, nas partes elevadas das escarpas formadas pelo vale dos rios Taquari – Antas limitando-se, nas cotas superiores, com a Floresta Ombrófila Mista.

De acordo com Kilca e Longhi (2011), o termo “Floresta Estacional Subtropical” é oportuno para caracterizar a Floresta Subtropical do rebordo do Planalto Meridional, evitando, assim, o uso dos termos complementares “decídua” e “semidecídua”, os quais têm causado

grandes confusões e equívocos na caracterização desta floresta no Sul do Brasil, devido à carência de informações científicas e ao fato de que as mesmas são, predominantemente, secundárias.

Klein (1983) registrou, para a Floresta Estacional Subtropical no rebordo do Planalto Meridional, 222 espécies arbóreas; Brena e Longhi (2002), na Quarta Colônia, registraram 212 espécies; e Kilca e Longhi (2011), nas imediações do rebordo, registraram 165 espécies.

A vegetação arbórea do Morro do Botucaraí, conforme o estudo de fitossociologia de Longhi et al. (1986), está constituído de três comunidades arbóreas: a Floresta Submontana, a Floresta Montana de Encosta, e a Floresta do Cume ou Topo.

Neste contexto, a pesquisa tem o objetivo de avaliar as influências das rotas migratórias do elemento arbóreo na florística da vegetação do Morro do Botucaraí, remanescente da Floresta Estacional Subtropical, na região central do Rio Grande do Sul. Visa a caracterizar a florística e a contingência fitogeográfica da vegetação arbórea nos diferentes segmentos de posição de relevo, propondo-se a definir qual é o contingente fitogeográfico predominante em número de espécies e indivíduos; bem como examinar a dissimilaridade da vegetação arbórea nas diferentes posições de relevo.

MATERIAL E MÉTODOS

Análise dos Dados

Na avaliação do contingente fitogeográfico do elemento arbóreo seguiu-se a metodologia de Jarenkow e Waechter (2001), adaptada de Rambo (1961), subsidiada pelas pesquisas de Klein (1984), Budke et al. (2004), Lindenmaier e Budke (2006) e Sühs et al. (2010).

As espécies foram classificadas nos seguintes contingentes fitogeográficos (RAMBO, 1961): espécies existentes em toda a área florestal do Estado (EAD); espécies limitadas à ala Leste do Estado (Torres até Santa Maria - ATL); e espécies limitadas ao extremo Noroeste do Estado (rios Paraná-Alto Uruguai - BPU).

Na análise de dissimilaridade da vegetação arbórea entre unidades amostrais, nos diferentes segmentos de posição de relevo, utilizou-se o coeficiente de aglomeração, usando-se, para isso, a distância binária. Para a análise de *cluster* de agrupamento hierárquico usou-se o agrupamento por médias não ponderadas (UPGMA), que computa a média de dissimilaridade ou distância entre objetos a cada elemento do grupo, sendo que todos os objetos recebem o mesmo peso (VALENTIN, 2012; BORCARD et al., 2011; GOTELLI; ELLISON, 2011). Na análise do teste de significância do *cluster* aplicou-se o procedimento de *bootstrapping* (reamostragem = 1.000 replicações), a fim de randomizar grupos e *clusters*, permitindo determinar a significância das várias “quebras” no dendrograma. O Processamento dos dados foi realizado com o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012), valendo-se dos pacotes Vegan e pvclust (OKSANEN et al., 2012).

RESULTADOS

Foram registradas 1.196 árvores em 7.500 m² de área, e identificadas 68 espécies, distribuídas em 56 gêneros e 30 famílias botânicas, destacando-se Euphorbiaceae, Fabaceae e Myrtaceae (6 espécies), por sua maior riqueza de espécies, seguidas por Lauraceae (5 spp.), Meliaceae, Salicaceae, Sapindaceae (4 spp.) e Boraginaceae (3 spp.). Observou-se que 8 famílias botânicas estão constituídas de 2 espécies e 14 famílias botânicas por apenas 1 espécie. A ordem de famílias botânicas com maior riqueza de gêneros inicia-se com Euphorbiaceae e Fabaceae (6 gêneros), seguidas por Lauraceae, Meliaceae, Myrtaceae, Salicaceae, Sapindaceae (3 gêneros), Arecaceae, Moraceae, Phytolaccaceae, Piperaceae, Solanaceae e Urticaceae (2 gêneros); as demais, estão representadas por apenas 1 gênero (Tabela 1).

Tabela 1 – Florística, número de indivíduos e contingente fitogeográfico da vegetação arbórea do Morro do Botucaraí. Diferentes posições de relevo (Ba = base, E.I. = encosta-inferior, M.E. = meia-encosta, E.S. = encosta-superior, To = topo); C.F. = Contingente Fitogeográfico (ATL = Floresta Ombrófila Densa, BPU = Floresta Estacional Paraná-Alto Uruguai, EAD = ampla distribuição geográfica); Σ = somatório do número de indivíduos.

Família e Espécie	Ba	E.I.	M.E.	E.S.	To	Σ	C.F.
Anacardiaceae				2		2	
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand				2		2	EAD
Annonaceae		1		1	2	4	
<i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer		1		1	1	3	BPU
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer					1	1	BPU
Araliaceae	2					2	
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	2					2	BPU
Arecaceae	11			2	3	16	
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	11				2	13	ATL
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman				2	1	3	EAD
Boraginaceae	1	4	2	3	3	13	
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.		2	2			4	BPU
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.				2	1	3	BPU
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Steud.	1	2		1	2	6	EAD
Cannabaceae	1					1	
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	1					1	BPU
Cardiopteridaceae				1		1	
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard				1		1	EAD
Celastraceae				1		1	
<i>Schaefferia argentinensis</i> Speg.				1		1	BPU
Ebenaceae		1		6	2	9	
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.		1		6	2	9	BPU
Euphorbiaceae	96	9	23	46	130	304	
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	85	5	14	25	105	234	EAD
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	2	1			5	8	EAD
<i>Pachystroma longifolium</i> (Nees) I.M.Johnst.	6	1	8	2	17	34	ATL
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	1					1	EAD
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	1	2	1	19	3	26	EAD
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp. & Endl.	1					1	EAD
Fabaceae	24	4	1	3	3	35	
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	1					1	BPU
<i>Inga marginata</i> Willd.	18	2		1	1	22	EAD
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	1		1			2	BPU
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allem.	3			2	2	7	BPU
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan		2				2	BPU
<i>Senegalia bonariensis</i> (Gillies) Seigler & Ebinger	1					1	BPU
Lamiaceae					1	1	
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke					1	1	EAD

Família e Espécie	Ba	E.I.	M.E.	E.S.	To	Σ	C.F.
Lauraceae	9	2	1	2	37	51	
<i>Aiouea saligna</i> Meisn.					4	4	ATL
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.					1	1	BPU
<i>Nectandra megapotamica</i> Mez	9	2	1	2	13	27	EAD
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees					2	2	EAD
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil					17	17	ATL
Meliaceae	22	40	43	53	21	179	
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	4				4	8	EAD
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	7	1			1	9	EAD
<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	11	38	43	53	16	161	BPU
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss		1				1	BPU
Moraceae	68	6	27	15	107	223	
<i>Ficus luschnathiana</i> Miq.	1				2	3	EAD
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger, Lanj. & Wess.Boer	67	6	27	15	105	220	EAD
Myrtaceae	10	21	21	56	18	126	
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg.			1	6	1	8	EAD
<i>Eugenia involucrata</i> D.C.	1					1	BPU
<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand	2			1	8	11	BPU
<i>Eugenia rostrifolia</i> D.Legrand	3	16	17	21	8	65	BPU
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.			1	26	1	28	EAD
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D.Legrand	4	5	2	2		13	BPU
Nyctaginaceae				1		1	
<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl				1		1	EAD
Phytolaccaceae	1		1			2	
<i>Phytolacca dioica</i> L.	1					1	EAD
<i>Seguieria aculeata</i> Jacq.			1			1	EAD
Piperaceae	1					1	
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth ex. C.DC.	1					1	EAD
Primulaceae	1			1	10	12	
<i>Myrsine loefgrenii</i> (Mez) Otegui	1			1	2	4	BPU
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.					8	8	EAD
Proteaceae				13	2	15	
<i>Roupala montana</i> Willd.				13	2	15	EAD
Rosaceae			1			1	
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.			1			1	EAD
Rubiaceae				1		1	
<i>Randia ferox</i> DC.				1		1	EAD
Rutaceae					4	4	
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A.St.-Hil. & Tul.					4	4	BPU
Salicaceae	5	1		15	11	32	
<i>Banara tomentosa</i> Clos		1		2	1	4	BPU
<i>Casearia decandra</i> Jacq.				4		4	BPU
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	4			5	10	19	EAD
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	1			4		5	EAD

Família e Espécie	Ba	E.I.	M.E.	E.S.	To	Σ	C.F.
Sapindaceae	15	2	2	14	49	82	
<i>Allophylus edulis</i> Radlk. ex. Warm.	3	1		2	7	13	EAD
<i>Allophylus guaraniticus</i> Radlk.	1		1	2		4	BPU
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	11	1	1	2	32	47	EAD
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.				8	10	18	EAD
Sapotaceae	1	3	5	6	1	16	
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex. Miq.) Engl.	1	2	4	6	1	14	BPU
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.		1	1			2	BPU
Simaroubaceae			1	1		2	
<i>Picrasma crenata</i> Engl.			1	1		2	BPU
Solanaceae	11		1		1	13	
<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	9					9	BPU
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	2		1		1	4	EAD
Urticaceae	39	5	2			46	
<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	8	2				10	EAD
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	31	3	2			36	EAD
Total Geral	318	99	131	243	405	1.196	

O gênero com maior riqueza de espécies é *Eugenia* (4 spp.), seguido por *Cordia* (3 spp.), *Allophylus*, *Annona*, *Casearia*, *Chrysophyllum*, *Myrsine*, *Nectandra*, *Ocotea* e *Trichilia*, (2 spp.); os demais, estão representados por apenas 1 espécie.

A florística de algumas famílias botânicas e gêneros foi incrementada pelo registro de espécies fora das unidades amostrais e que não contemplaram o critério de inclusão; desse modo, constatou-se a ocorrência das seguintes espécies arbóreas: *Banara parviflora* (A. Gray) Benth. (Salicaceae) (EAD), *Citharexylum montevidense* Moldenke (Verbenaceae) (EAD), *Dalbergia frutescens* (Vell.) Britton (Fabaceae) (BPU), *Dasyphyllum spinescens* (Less.) Cabrera (Asteraceae) (BPU), *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) (EAD), *Erythroxylum deciduum* A.St.-Hil. (Erythroxylaceae) (EAD), *Ficus cestrifolia* Schott ex. Spreng. (Moraceae) (ATL), *Guapira opposita* (Vell.) Reitz (Nyctaginaceae) (ATL), *Maytenus aquifolium* Mart. (Celastraceae) (EAD), *Mollinedia schottiana* Perkins (Monimiaceae) (ATL), *Myrsine lorentziana* Arechav. (Primulaceae) (EAD), *Picramnia parvifolia* Engl. (Picramniaceae) (EAD), *Quillaja brasiliensis* Mart. (Quillajaceae) (elemento andino), *Ruprechtia laxiflora* Meisn. (Polygonaceae) (EAD), *Strychnos brasiliensis* (Spreng.) Benth. (Loganiaceae) (EAD), *Trema micranta* (L.) Blume (Cannabaceae) (EAD), *Trichilia catigua* A.Juss (Meliaceae) (BPU) e *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Rutaceae) (EAD).

Compete destacar, ainda, o registro de espécies arbustivas, tais como *Cestrum strigillatum* (Solanaceae) (EAD), *Escallonia bifida* Link & Otto ex. Engl. (Escalloniaceae) (elemento andino), *Hybanthus bigibbosus* Hassl. (Violaceae) (EAD), *Kaunia rufescens* (P.W.Lund ex. DC.) R.M.King & H.Rob. (Asteraceae) (ATL), *Piper amalago* L. (Piperaceae) (EAD), *Psychotria carthagenensis* Jacq., *Psychotria leiocarpa* Mart., *Psychotria suterella* Müll.Arg. (Rubiaceae) (ATL), *Solanum mauritianum* Scop. (EAD), *Vassobia breviflora* (Sendtn.) Huntz. (Solanaceae) (EAD), e um morfotipo (não identificado); das Poaceae *Chusquea ramosissima* Lindm. (EAD) e *Merostachys multiramea* Hack. (EAD).

As espécies com maior abundância foram: *Actinostemon concolor* (19%), *Sorocea bonplandii* (18%) e *Trichilia claussenii* (13%), seguidas por *Eugenia rostrifolia* (5%), *Cupania vernalis* (4%), *Pachystroma longifolium* (3%) e *Urera baccifera* (3%), perfazendo 65% do total. Ressalta-se que 18 espécies estão representadas por apenas 1 indivíduo, correspondendo a 1% do total.

A vegetação arbórea nos diferentes segmentos de posição de relevo foi representada pelas espécies com maior abundância (Tabela 1). No topo, *Actinostemon concolor* (26%), *Sorocea bonplandii* (26%) e *Cupania vernalis* (8%); na encosta-superior, *Trichilia claussenii* (21%), *Actinostemon concolor* (10%), *Eugenia uruguayensis* (10%), *Eugenia rostrifolia* (9%) e *Sebastiania brasiliensis* (8%); na meia-encosta, *Trichilia claussenii* (33%), *Sorocea bonplandii* (21%) e *Eugenia rostrifolia* (13%); na encosta-inferior, *Trichilia claussenii* (38%) e *Eugenia rostrifolia* (16%); e na base, *Actinostemon concolor* (27%), *Sorocea bonplandii* (21%), *Urera baccifera* (10%) e *Inga marginata* (6%).

As espécies presentes em todos os segmentos de posição de relevo foram: *Actinostemon concolor*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Cupania vernalis*, *Eugenia rostrifolia*, *Nectandra megapotamica*, *Pachystroma longifolium*, *Sebastiania brasiliensis*, *Sorocea bonplandii* e *Trichilia claussenii*. As famílias botânicas presentes em todos os segmentos de posição de relevo foram: Boraginaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Meliaceae, Moraceae, Myrtaceae, Sapindaceae e Sapotaceae.

Com relação à riqueza de espécies dos contingentes fitogeográficos, registraram-se 35 espécies (51%) ocorrentes em toda área florestal do Estado (EAD), 29 espécies (43%) limitadas ao extremo Noroeste do Estado, (rios Paraná-Alto Uruguai - BPU) e 4 espécies (6%) limitadas à ala Leste do Estado (Torres até Santa Maria - ATL).

A diversidade sobe para 86 espécies, se forem consideradas as árvores encontradas fora das unidades amostrais e do critério de inclusão, elevando o número de espécies com distribuição EAD a 47 (55%), BPU a 32 (37%) e ATL a 7 espécies (8%).

Com relação à abundância dos diferentes contingentes fitogeográficos, registrou-se, para as espécies que existem em toda área florestal do Estado (EAD), 791 indivíduos (66%), seguidas por espécies limitadas ao extremo Noroeste (rios Paraná-Alto Uruguai - BPU), com 337 indivíduos (28%), e das espécies limitadas à ala Leste do Estado (Torres até Santa Maria - ATL), com 68 indivíduos (6%).

A ocorrência de *Aiouea saligna*, *Ficus cestriifolia*, *Guapira opposita*, *Mollinedia schottiana*, *Ocotea silvestris*, *Pachystroma longifolium* e da palmeira *Euterpe edulis* (além de algumas espécies arbustivas), corrobora a teoria que pressupõe o influxo da rota migratória do elemento arbóreo da Floresta Ombrófila Densa para a região central do Rio Grande do Sul (RAMBO, 1961; KLEIN, 1984). A ocorrência de *Escallonia bifida* (arbusto) e de *Quillaja brasiliensis*, por sua vez, representa o influxo da Floresta Ombrófila Mista (KLEIN, 1984).

Constatou-se que nos diferentes segmentos de posição de relevo predominam espécies encontradas em toda área florestal do Estado (EAD), seguida por espécies oriundas dos rios Paraná-Alto Uruguai (BPU), e das limitadas à ala Leste do Estado (Figura 1).

Ressalta-se que *Roupala montana* (EAD) foi registrada no topo e, principalmente, na encosta-superior. As espécies (ATL) *Aiouea saligna* e *Ocotea silvestris* ocorreram somente no topo. *Euterpe edulis* (ATL) ocorreu no topo e, principalmente na base. *Pachystroma longifolium* (ATL), por sua vez, encontra-se em todos os segmentos, nas diferentes posições de relevo.

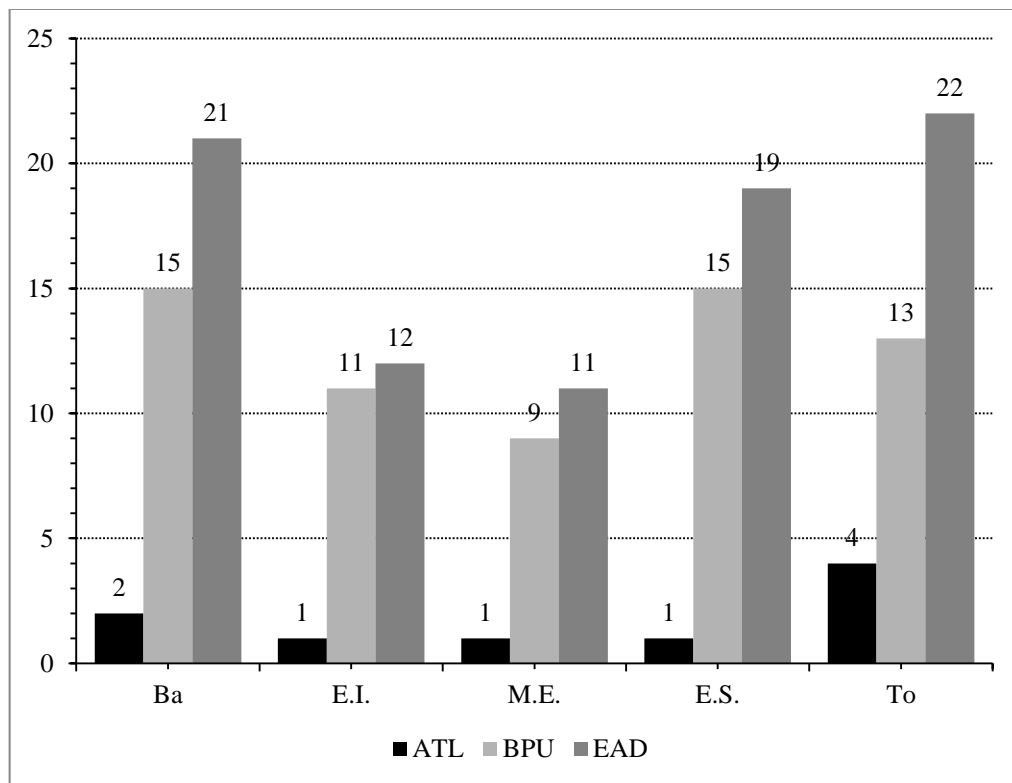


Figura 1 – Número de espécies da vegetação arbórea no Morro do Botucaraí nos diferentes segmentos de posição do relevo. Contingente Fitogeográfico (ATL = Floresta Ombrófila Densa; BPU = Floresta do Paraná-Alto Uruguai; EAD = ampla distribuição geográfica; PIN = Floresta Ombrófila Mista).

Com relação ao número de indivíduos que representam as contingências geográficas, verificou-se, na base, na encosta-superior e no topo, a predominância de espécies ocorrentes em toda área florestal do Estado (EAD); na encosta-inferior e meia-encosta, a predominância das espécies limitadas ao extremo Noroeste do Estado (rios Paraná-Alto Uruguai - BPU); os indivíduos das espécies limitadas à ala Leste do Estado (Torres até Santa Maria - ATL), por sua vez, predominaram no topo do morro (Figura 2).

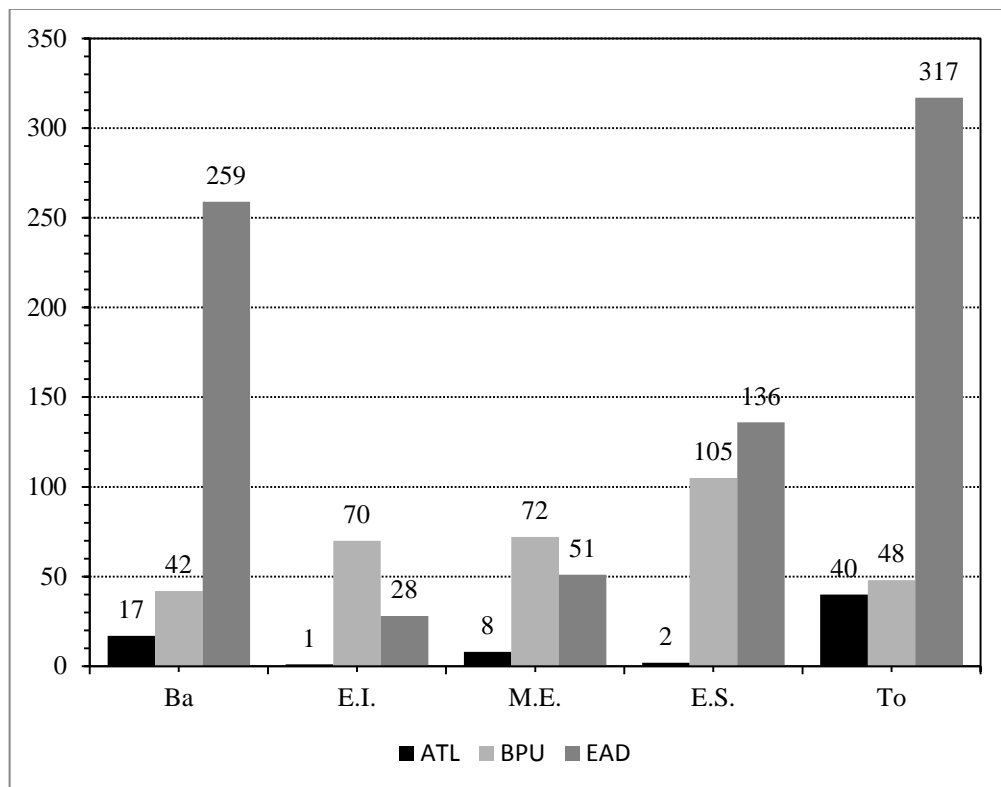


Figura 2 – Número de indivíduos da vegetação arbórea no Morro do Botucaraí nos diferentes segmentos de posição do relevo. Contingente Fitogeográfico (ATL = Floresta Ombrófila Densa; BPU = Floresta do Paraná-Alto Uruguai; EAD = ampla distribuição geográfica; PIN = Floresta Ombrófila Mista).

O exame do dendrograma de agrupamento hierárquico da vegetação arbórea entre as unidades amostrais evidenciou a ocorrência de 3 grupos homogêneos (menor variabilidade dentro dos grupos) e 3 grupos distintos (maior variabilidade entre os grupos). De modo geral, as unidades amostrais nos mesmos segmentos de posição de relevo apresentaram menores dissimilaridades; desse modo, evidencia-se que a vegetação arbórea nas unidades amostrais do topo, seguido da meia-encosta e da base, é menos diferenciada. A vegetação arbórea nas unidades amostrais da base e topo, situadas em superfícies relativamente planas, se agruparam; a vegetação arbórea entre esses segmentos de posição de relevo, contudo, é relativamente dissimilar. Observou-se que a unidade amostral 11, na encosta-inferior, apresentou a menor dissimilaridade com as unidades amostrais da base (Figura 3).

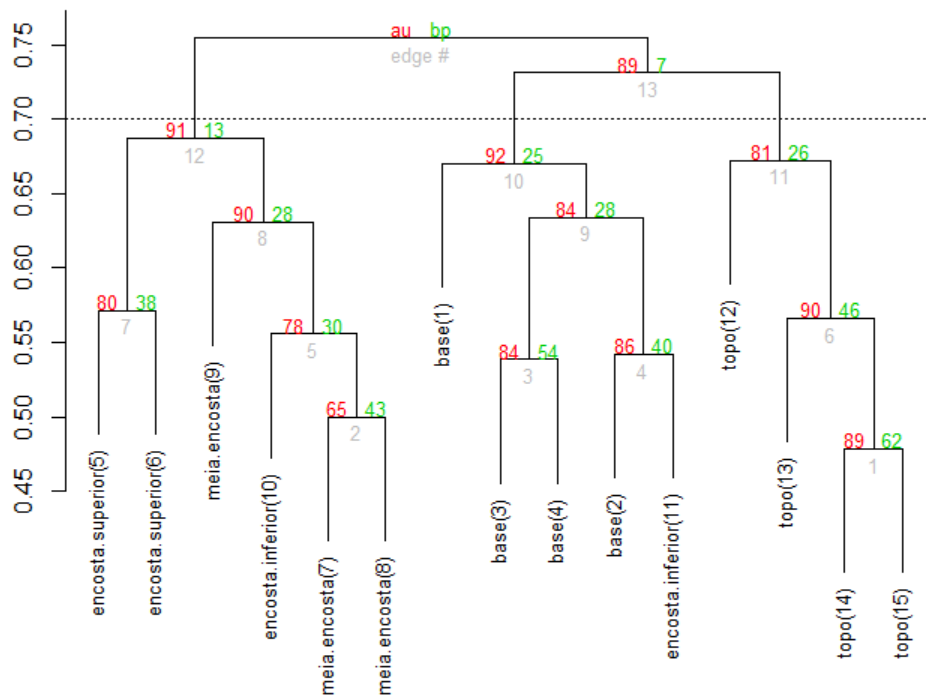


Figura 3 – Agrupamento de *cluster* (binário; UPGMA; p -values expresso por $1-p$) da vegetação arbórea no Morro do Botucaraí nos diferentes segmentos de posição do relevo. Au = p -value ; bp = estimativa do *bootstrap* ; edge = resultado imparcial do p -value.

As unidades amostrais da encosta-superior se encontram nas unidades de perfil de vertentes que se caracterizam pela ocorrência de declive convexo de reptação e de declividade intermediária de transporte. As unidades amostrais da encosta-inferior se caracterizam pela ocorrência de escarpas. As unidades amostrais da meia-encosta se caracterizam pela ocorrência de escarpa e declividade intermediária de transporte. As unidades amostrais da base se caracterizam pela ocorrência do sopé coluvial, declividade intermediária de transporte e declividade aluvial. As unidades amostrais do topo, por sua vez, se caracterizam pela ocorrência de declividade com infiltração e declividade intermediária de transporte. Estas peculiaridades geomorfológicas dominantes e atuantes implicam na formação de diferentes subgrupos na vegetação arbórea, entre os diferentes segmentos de posição de relevo, devido às microrregiões e microclimas formados, além do gradiente de altitude.

DISCUSSÃO

Na análise das diferentes posições de segmentos de relevo observou-se a ocorrência de seis tipos de unidades de vertente, demonstrando, dessa maneira, a notável heterogeneidade espacial dos processos geomorfológicos atuantes. A diferenciação dessas unidades de perfil prevê a existência de zonas topográficas distintas nas diferentes posições de segmentos de relevo e diferentes modos de migração geoquímica (CAVALCANTI, 2014), originando distintos sítios paisagísticos, cuja vegetação arbórea possui fitossociologia espacial, fisionomia, florística e ecologia características.

A florística do Morro do Botucaraí, de modo geral, está em consonância com estudos realizados na região central do Rio Grande do Sul, por autores como: Longhi et al. (1986), Tabarelli (1992), Alberti et al. (2000), Longhi et al. (2000), Nascimento et al. (2000), Budke et al. (2005), Lindenmaier e Budke (2006), Giehl et al. (2007), Sühs et al. (2010) e Fávero et al. (2011).

Com relação à composição de espécies, entretanto, verificou-se diferenças importantes, sobretudo, nas famílias Fabaceae e Myrtaceae, que juntamente com Euphorbiaceae são as mais notáveis na composição da Floresta Estacional Subtropical, segundo Rambo (1980), Reitz et al. (1983), Klein (1984), Longhi et al. (1986), Alberti et al. (2000), Longhi et al. (2000), Jarenkow e Waechter (2001), Araujo et al. (2004), Budke et al. (2004), Lindenmaier e Budke (2006), Scipioni et al. (2009) e Sühs et al. (2010), entre outros.

A elevada riqueza específica de Fabaceae e Myrtaceae resulta, em parte, da ocorrência de espécies que se adaptaram a diferentes condições ambientais (GIEHL, 2007). A família Myrtaceae é bem conhecida por sua elevada representatividade nas comunidades arbóreas do Rio Grande do Sul, como nos estudos de: Araujo et al., 2004; Budke et al., 2004; Budke et al., 2005; Giehl e Jarenkow, 2008; Sühs et al., 2010; entre outros; segundo Sobral (2003), é a família botânica de maior distribuição geográfica e número de espécies na flora arbórea.

Segundo De Marchi e Jarenkow (2008), a família Myrtaceae possui a maior riqueza de espécies em áreas mais a Leste do Estado; nas fraldas da Serra Geral, conforme Klein (1972), o número de espécies não é muito representativo, salientando-se *Eugenia rostrifolia*, sobretudo em solos úmidos do alto de encostas, como comprovado no presente estudo, e por Reitz et al. (1983) e Marchiori & Sobral (1997), que indicam a preferência da espécie por sítios pedregosos e de solo raso. Conforme Reitz et al. (1983), trata-se de espécie amplamente dispersa pela Floresta Estacional do Alto Uruguai, pelas florestas da bacia do Jacuí, bem

como na parte oriental do Escudo Rio-grandense, encontrando seu limite austral, possivelmente, no município de Pelotas; frequentemente está associada a *Pachystroma longifolium*.

Compete ressaltar a seguir, as espécies *Eugenia involucrata* e *Myrcianthes pungens* (KLEIN, 1984); no presente estudo, entretanto, *E. involucrata* foi representada por apenas um indivíduo. A espécie de acordo com Reitz et al. (1983), pode ser considerada rara e ocorre de forma esparsa no interior da floresta, habitando, segundo Marchiori e Sobral (1997), principalmente a submata dos pinhais, as Florestas Estacionais do Alto Uruguai e Encosta da Serra Geral, bem como formações ciliares. *Myrcianthes pungens*, que prefere solos enxutos e pedregosos, foi encontrada em uma única escarpa, na encosta-inferior, apesar de ser espécie comum no alto de encostas (MARCHIORI; SOBRAL, 1997) e topos de morros (MARCHIORI, 2009). *Eugenia ramboi*, em consonância com Klein (1972), mostrou-se pouco frequente, sendo encontrada em solos úmidos e pedregosos. *Eugenia uruguayensis*, espécie, em geral, de florestas próximas a rios, foi presentemente encontrada na encosta-superior. Por sua vez, *Campomanesia xanthocarpa*, com maior abundância na encosta superior; habitando sítios úmidos, conforme Marchiori e Sobral (1997).

A família Fabaceae, por sua vez, é representada por elevada riqueza de espécies que se irradiam, no Rio Grande do Sul, pela rota de migração dos rios Paraná e Uruguai (RAMBO, 1961; GIEHL, 2007, JARENKOW; WAECHTER, 2001), sendo menos representadas no lado Leste da região central. No presente estudo, destacam-se *Inga marginata* e *Myrocarpus frondosus*. A primeira é predominante na baixada do morro, onde ocorrem as maiores perturbações antrópicas, trata-se de espécie heliófila (pioneira), indiferente às condições do solo (MARCHIORI, 1997); apresenta vasta e regular dispersão pela Floresta Estacional do Alto Uruguai, do Alto do Ibicuí e principalmente pelas florestas da bacia do Jacuí subindo pelos afluentes até 400 a 500 metros de altitude (REITZ et al. 1983). A segunda, também, foi predominante na baixada do morro; conforme Reitz et al. (1983) é encontrada no fundo dos vales, nos inícios das encostas ou outros locais com solos úmidos; de ampla dispersão na Floresta Estacional, da bacia do Alto Uruguai, Rio Jacuí e do Ibicuí, penetrando nas submatas dos pinhais do planalto, até altitudes de 600 a 800 metros, onde são raras.

A família Euphorbiaceae na região central do Rio Grande do Sul é representada, comumente, por *Actinostemon concolor*, *Alchornea triplinervia*, *Gymnanthes klotzschiana* e *Sebastiania brasiliensis*; no entanto, destaca-se no presente estudo, a ocorrência de *Pachystroma longifolium*, elemento arbóreo da Floresta Ombrófila Densa, observado em

encostas ou sobre solos rasos (Klein, 1984). *A. triplinervia* é espécie dependente da luminosidade e praticamente indiferente às condições físicas do solo (MARKUS; FREITAS, 2011); frequente na floresta do Alto Uruguai, fraldas da Serra Geral e Floresta Ombrófila Densa, ocorre, ainda, no Escudo Rio-grandense e na floresta do Alto Ibicuí, em altitudes de 300 a 500 metros (REITZ et al., 1983).

Entre as peculiaridades florística do morro salienta-se a ocorrência das espécies *Euterpe edulis*, *Guapira opposita*, *Ocotea silvestris* e *Roupala montana*, espécies que se encontram distribuídas, principalmente, na ala Leste do Estado do Rio Grande do Sul.

No topo, bem como na encosta-inferior e na baixada do morro, registrou-se a ocorrência de *Euterpe edulis*, a qual representa o influxo de elementos botânicos da rota migratória da Floresta Ombrófila Densa para o interior do Rio Grande do Sul. Neste sentido, o Morro do Botucaraí deve proporcionar um refúgio ambiental para a espécie, que sofre efeitos antropogênicos, além de propiciar condições ambientais adequadas ao estabelecimento, desenvolvimento, reprodução e dispersão de suas sementes.

A respeito da ocorrência de *Roupala montana*, constatou-se a presença da mesma na encosta-superior e no topo, onde as temperaturas atmosféricas devem ser menores do que na meia-encosta, na encosta-inferior e na baixada. A maior abundância, no entanto, foi encontrada na encosta-superior, onde outras variáveis ambientais, além da temperatura, interferem no estabelecimento e no desenvolvimento. Segundo Marchiori (2006), essa espécie é nativa no Planalto sul-brasileiro, sobretudo em seu trecho Leste, próximo aos Aparados, estando vinculada à altitude e clima da região. De distribuição “anfipacífica” e restrita às montanhas do centro-leste brasileiro, os registros da espécie, no Rio Grande do Sul, apontam que a mesma está confinada a altitudes mais elevadas (GIEHL, 2007; GIEHL; JARENKOW, 2008; KRAY, 2010; BERGAMIN et al., 2012) e, segundo Marchiori (2009), trata-se de elemento do contingente extratropical, na Floresta Estacional.

De modo geral, a vegetação arbórea do sub-bosque está representada por *Actinostemon concolor*, *Sorocea bonplandii* e *Trichilia claussenii*, espécies exigentes, de ambientes com cobertura vegetal e pouca luminosidade para seu estabelecimento e desenvolvimento, motivo pelas quais são consideradas espécies clímax e típicas do sub-bosque (VACCARO, 1997); devido à alta representatividade das mesmas no local de estudo, conclui-se que a vegetação arbórea encontra-se em fase de maturidade; conforme Reitz et al. (1983) são arvoretas que constituem cerca de 40 a 70% do sub-bosque, dando-lhe um aspecto de grande homogeneidade fitofisionômica.

A contingência fitogeográfica com maior riqueza de espécies e número de indivíduos está em consonância com estudos de Budke et al. (2004 – Santa Maria), Lindenmaier e Budke (2006 - Cachoeira do Sul), Sühs et al. (2010 – Rio Pardo) e Fávero et al. (2011 – Santa Maria). Sühs et al (2010), entretanto, registraram um maior número de espécies e indivíduos oriundos da Floresta Ombrófila Densa, comparados a outros estudos. Jarenkow e Waechter (2001 – Vale do Sol), registraram, em sequência, espécies que existem em todo o Estado (EAD), seguido das oriundas da Floresta ombrófila Densa (ATL) e das espécies do rio Paraná-Alto Uruguai (BPU).

Com relação à rota migratória do Paraná-Alto Uruguai (BPU), verificou-se uma expressiva representatividade na encosta-inferior e meia-encosta, principalmente, devido à ocorrência de *Trichilia claussenii* e *Eugenia rostrifolia*. Conforme Rambo (1961), a participação dessa rota migratória é predominante na composição florística e fisionômica da Floresta Estacional Subtropical no centro do Rio Grande do Sul, tendo sido igualmente comprovado por Budke et al. (2004) e Lindenmaier e Budke (2006).

Ao se analisar a ocorrência das espécies arbóreas do influxo da rota migratória Atlântica, verifica-se que *Euterpe edulis* encontra-se no seu limite austral. A espécie, no Brasil, possui ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o de Pernambuco até o Rio Grande do Sul; em direção ao centro do país, a espécie avança pelos vales dos rios Paraná e Iguaçu, ocorrendo, igualmente, na Argentina e Paraguai (REIS et al., 1996). No Rio Grande do Sul, ocorre na zona da Floresta Ombrófila Densa, compreendendo os municípios de Torres e Osório; ainda se irradia para Santo Antônio da Patrulha, Montenegro, Arroio do Meio, Lajeado, Santa Cruz do Sul, Guaíba e Barra do Ribeiro (REITZ et al., 1983).

Aiouea saligna, *Ficus cestrifolia*, *Mollinedia schottiana*, *Ocotea silvestris* e *Pachystroma longifolium* irradiam-se, ainda mais, no centro do Rio Grande do Sul. Com relação a *Ocotea silvestris*, presentemente registrada no topo do morro, também, ocorre no topo do Morro do Elefante, em Santa Maria, (FÁVERO et al. 2011). Essa espécie, raramente encontrada em estudos de composição florística e de fitossociologia espacial de comunidades arbóreas, foi assinalada, até o presente momento, por Jarenkow e Sobral (2000), Jarenkow e Waechter (2001), Jurinitz e Jarenkow (2003), Vargas e Oliveira (2007), Marchiori (2009) e Markus e Freitas (2011).

Ressalta-se a ocorrência de um indivíduo de *Guapira opposita* na baixada do morro; conforme Sobral et al. (2013) essa espécie é frequente nas comunidades arbóreas da encosta meridional da Serra Geral, na encosta da Serra do Sudeste e na Floresta Atlântica.

Conforme Rambo (1961) e Klein (1984), o elemento arbóreo da Floresta Ombrófila Densa se irradia sobre os domínios da Floresta Estacional Subtropical, favorecido pelas condições climatológicas atuais; todavia, esse influxo de migração do elemento arbóreo da Floresta Ombrófila Densa sofre as interferências das ações antrópicas, como perturbações e fragmentação dos ambientes naturais, além da extração ilegal, caso da palmeira *Euterpe edulis*, explorada para extração do seu meristema apical (palmito) e coleta de sementes.

A riqueza de espécies da rota migratória da Floresta Ombrófila Densa (ATL) no Morro do Botucaraí é expressiva, comparada aos estudos de Budke et al. (2004), Lindenmaier e Budke (2006). Jarenkow e Waechter (2001) e Sühs et al. (2010), autores que entretanto, registraram uma maior abundância de elementos dessa tipologia. Desse modo, esses estudos realizados em diferentes coordenadas geográficas permitem deduzir o efeito dos gradientes de continentalidade sob a florística e estrutura ecológica da Floresta Estacional Subtropical, que estão relacionados aos gradientes ambientais, especialmente de temperatura e geomorfologia, corroborando os pressupostos teóricos de Rambo (1956; 1961) e Klein (1984).

Compete observar que a contingência fitogeográfica das espécies ocorrentes em todo Estado (EAD) condiciona, de forma marcante, as variações nas proporções dos elementos arbóreos das rotas migratórias e, desse modo, interferem na florística, na riqueza e na abundância de espécies e, conseqüentemente, na fitossociologia espacial e na estrutura ecológica da vegetação arbórea do morro. Segundo Scipioni et al. (2009), tal fato pode ser considerado um argumento referente ao recente avanço das florestas na região em estudo, e aos aspectos históricos antropogênicos.

Com relação aos elementos andinos, registrados na baixada no morro, na borda da vegetação arbórea entre a matriz de lavouras e de estradas, Rambo (1980) informa que eles são importantes na composição da Floresta Ombrófila Mista, inclusive em capoeiras. Conforme Waechter (2002), *Escallonia bifida* é Elemento Anfichaquenho e *Quillaja brasiliensis* é Elemento Neoantártico. Tratam-se de elementos extratropical, na Floresta Estacional (MARCHIORI, 2009).

O Morro do Botucaraí representa, para a Floresta Estacional Subtropical, a diluição das espécies arbóreas da rota migratória dos rios Paraná-Alto Uruguai, enriquecida com influxo das rotas migratórias da Floresta Ombrófila Densa e, sobretudo, da Floresta Ombrófila Mista, evidenciando, desse modo, o pressuposto teórico de Rambo (1961) e Klein (1984).

A baixa dissimilaridade dos grupos da vegetação arbórea demonstra uma baixa heterogeneidade na florística, devendo estar relacionado a aspectos compartilhados pelos

diferentes segmentos de posição do morro, tais como a declividade intermediária de transporte, que gera microrregiões e microclimas similares, de modo a ser representada por três comunidades florestais, conforme Longhi et al. (1986).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Morro do Botucaraí possui heterogeneidade espacial relevante para a vegetação arbórea, uma vez que sua geomorfologia pressupõe ambientes com variadas condições em um espaço geográfico restrito, gerando diversas microrregiões e microclimas, de modo a formar filtros para o estabelecimento e desenvolvimento das árvores, nos diferentes segmentos de posição de relevo.

A florística foi pouco dissimilar entre os diferentes segmentos de posição de relevo, mas deduz-se que a vegetação arbórea deve apresentar características mais marcantes na estrutura ecológica e na fitossociologia espacial, originando distintas zonas ecológicas.

Constatou-se a predominância das espécies que ocorrem em toda a área florestal do Estado, seguida por espécies limitadas ao extremo Noroeste (rios Paraná-Alto Uruguai) e das espécies limitadas à ala Leste (Torres até Santa Maria). Mas, detectaram-se diferenças na representatividade do contingente fitogeográfico entre alguns segmentos de posição de relevo.

A vegetação arbórea do Morro do Botucaraí representa, para a Floresta Estacional Subtropical, uma diluição da Floresta do Alto Uruguai, enriquecida com os elementos da Floresta Ombrófila Densa e, especialmente, da Floresta Ombrófila Mista.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ALBERTI, L. F.; HIRT, J. A. N.; MACHADO JUNIOR, D. B. F.; STECKEL, M.; TOMBINI, C. S.; LONGHI, S. J. Aspectos florísticos e síndromes de dispersão das espécies arbóreas do morro de Santo Antônio, Santa Maria-RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 22, p. 145-160, 2000.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105–121, 2009.

ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A.; BARROS, P. L. C.; FRANCO, S. Análise de agrupamento da vegetação em um fragmento de Floresta Estacional Decidual Aluvial, Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 133-147, 2004.

BERGAMIN, R. S., S. Müller, R. S. P. Melo. Indicator species and floristic patterns in different forest formation in southern atlantic rainforest of Brazil. **Community Ecology**. 13(2);162-170, 2012.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical Ecology with R**. Local: Springer, 2011. 306 p.

BOLZON, R. T.; MARCHIORI, J. N. C. A vegetação no Sul da América – perspectiva paleoflorística. **Ciência e Ambiente** - Fitogeografia do Sul da América, Santa Maria, v.1, n.1, n.24, p. 5-24, jul. 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p.

BRENA, D. A.; LONGHI, S. J. **Inventário Florestal da Quarta Colônia**. In: ITAQUI, J. (Org.). Quarta colônia – Inventário Técnico de Flora e Fauna. Santa Maria: Condesus / Quarta Colônia. 2002. p. 34-136.

BROW, J.H. **Macroecology**. Chigago: University of Chigago Press. 1995.

BROW, J. H., LOMOLINO, M. V. **Biogeografia**. 2. ed. rev. e ampl. – Ribeirão Preto, SP: FUNPEC Editora, 2006. 691p.

BUDKE, J. C.; GIEHL, E. L. H.; ATHAYDE, E. A.; EISINGER, S. M.; ZÁCHIA, R. A. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 581-589, 2004.

BUDKE, J. C.; ATHAYDE, E. A.; GIEHL, E. L. H.; ZÁCHIA, R. A.; EISINGER, S. M. Composição Florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Iheringia**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 60, n. 1. p. 17-24, jan/jun. 2005.

CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia de paisagens: fundamentos**. São Paulo: Oficina de textos, 2014.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo:Blucher, 2011. 13º ed., pág. 188.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de solo**. 2ª ed.; Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.

FARIAS, J. A. C.; TEIXEIRA, I. F.; PES, L.; ALVAREZ FILHO, A. A estrutura fitossociológica de floresta estacional decidual na região de Santa Maria. **Ciência Florestal**. Santa Maria. v. 4, n. 1, p. 109-128, 1994.

FÁVERO, A. A.; FIGUEIRA, M; ANDRIOLLO, D. D.; COSTA, M. P.; LONGHI, S. J. Florística e estrutura de uma comunidade arbórea na Floresta Estacional Subtropical. In: SEMINÁRIO SOBRE INVENTÁRIO FLORESTAL, 2., 2011, Blumenau, SC. **Annais...** Blumenau, SC: FURB, 2011.

FERRAZ, S. E. T.; ROBERTI, D. Padrões climáticos na região do extremo sul do Planalto Meridional brasileiro. In: SHUMACHER, M. V.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; KILKA, R. V. (Orgs.). **A Floresta Estacional Subtropical: Caracterização e Ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. [s/n], 2011, Cap. 1, p. 9-19.

GIEHL, E. L.; ATHAYDE, E. A.; BUDKE, J. C.; GESING, J. P. A.; EISINGER, S. M.; CANTO-DOROW, T, S. Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma Floresta Estacional no Sul do Brasil. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 137-145, 2007.

GIEHL, E. L. H. **Padrões estruturais e funcionais do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, Parque Estadual do Turvo, rio Uruguai, sul do Brasil**. 2007. 64 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

GIEHL, E. L. H.; JARENKOW, J. A. Gradiente estrutural no componente arbóreo e relação com inundação em uma floresta ribeirinha, rio Uruguai, Sul do Brasil. **Acta Bot. Bras.** 22(3):741-753. 2008.

GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **Princípios de estatísticas em ecologia**. Porto Alegre: Artmed. 2011. 528 p.

HINTZ, M. M. **Retalhos de Candelária, RS da pré-história à colonização europeia**. vol.1. Gráfica ALS Schmachtenberg. 2006. 151p.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica**; tradução de Hans Reichardt. São Paulo, Polígono, Ed. Universidade de Brasília. 1972. 458 p.

JARENKOW, J. A.; WAECHTER, J. L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 263-272, 2001.

JURINITZ, C. F.; JARENKOW, J. A. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 475-487, 2003.

KRAY, J. G. **Estrutura e estratégias de dispersão do componente arbóreo em uma floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã**. Porto Alegre: UFRGS, 2010. 54 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2010.

KERN, A. A. Paleopaisagens e o povoamento pré-histórico do Rio Grande do Sul. In: KERN, A. A. (Org.). **Arqueologia pré-histórica do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1991.

KILCA, R. V.; LONGHI, S. L. A composição florística e a estrutura das florestas secundárias no rebordo do Planalto Meridional. In: SHUMACHER, M. V.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; KILKA, R. V. (Orgs.). **A Floresta Estacional Subtropical: Caracterização e Ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. [s/n], 2011, Cap. 4, p. 53-83.

KLEIN, R. M. Ecologia da flora da vegetação do Vale do Itajaí. **Anais botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues**. Nr. 31. 1979. Ano XXXI. 389 p.

KLEIN, R. M. Aspectos fitofisionômicos da floresta estacional na fralda da Serra Geral (RS). In: Congresso Nacional de Botânica, 34, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre, UFRGS. 1983. Pp. 73 – 110.

KLEIN, R. M. Aspectos da vegetação do Sul do Brasil. **Sellowia** 36: 5-54. 1984.

LEITE, P.F. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. **Ciência e Ambiente**, 24: 51-73. 2002.

LINDENMAIER, D. S.; BUDKE, J. C. Florística, Diversidade e Distribuição Espacial das espécies arbóreas em uma Floresta Estacional na Bacia do Rio Jacuí, Sul do Brasil. **Pesquisas Botânicas**, São Leopoldo, n. 57, p. 193-216, 2006.

LINDMAN, C. A. M. **A vegetação do Rio Grande do Sul** (Tradução de Alberto Löefgren) Porto alegre: Universal, 1906. 356p.

Lista de Espécies do IPNI – The International Plant Names Index (2012) (<http://www.ipni.org> [acessado em 27 de março 2015]).

LONGHI, S. L.; SANTOS, P.; SCHÖRN, L. A. Diferenciação dos tipos florestais do Morro Botucaraí, em Candelária, Rio Grande do Sul. **Acta. For. Bras.**, Curitiba, v. 1, p. 99-114, 1986.

LONGHI, S. J.; NASCIMENTO, A. R. T.; FLEIG, F. D.; DELLA-FLORA, J.B.; FREITAS, R. A.; CHARÃO, L. W. Composição florística e estrutura de comunidades arbórea de um fragmento florestal no município de Santa Maria-Brasil. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 115-133, 1999.

LONGHI, S. J.; ARAÚJO, M. M.; KELLING, M. B.; HOPPE, J. M.; MÜLLER, I.; BORSOI, G. A. Aspectos fitossociológicos de fragmento da floresta estacional decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.2, p. 59-74, 2000.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das Angiospermas: leguminosas**. Santa Maria: 2. ed. UFSM, 1997. 199 p.

MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das Angiospermas: myrtales**. Santa Maria: Ed. Da UFSM, 1997. 304 p.: il.

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul**: embasamento florístico. ed. EST, Porto Alegre, 2006. 39p.

MARKUS, E.; FREITAS, E. M. Florística Arbórea de uma porção de mata de encosta do Morro Harmonia, Teutônia, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Pesquisas**, Botânica, São Leopoldo, n. 62, p. 263-272, 2001.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 1961. 16p.

MULLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Wiley. 1974. 542p.

NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; ALVAREZ FILHO, A.; GOMES, G. S. Análise da diversidade florística e dos sistemas de dispersão de sementes em um fragmento florestal na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Napaea**, Porto Alegre, v. 12, p. 49-67, 2000.

OKSANEN, J. F. G.; BLANCHET, R.; KINDT, P. LEGENDRE, R. B. O'HARA, G. L. SIMPSON, P. SOLYMOS, M. HENRY, H. STEVENS; H. WAGNER. **Vegan**: Community ecology package. R package version 1.17.9 <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>. 2010.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema prático e flexível ou uma injeção a mais de caos? **Rodriguesia**, v. 60, p. 237-258, 2009.

RAMBO, B. O elemento andino no pinhal rio-grandense. **An. Bot. Herb. Barb. Rodr.**, 3(3):7-39, 1951a.

RAMBO, B. A imigração da selva higrófila no Rio Grande do Sul. **An. Bot. Herb. Barb. Rodr.**, 3(3):55-91, 1951b.

RAMBO, B. História da flora do planalto rio-grandense. **An. Bot. Herb. Barb. Rodr.**, 5(5):185-232, 1953.

RAMBO, B. História da flora do litoral rio-grandense. **Sellowia**, 6(6):113-172, 1954a.

RAMBO, B. S. J. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**. Separata do volume: Fundamentos da Cultura Rio-Grandense. Primeira Série. Caderno nº 31. Organização: Faculdade de Filosofia Universidade do Rio Grande do Sul. 1954b.

RAMBO, P. R. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. Livraria Selbach, 1956. 456p.

RAMBO, B. Migration routes of South brazilian rain Forest. **Pesquisas Série Botânica**, 12: 1 – 54, 1961.

RAMBO, B. A mata pluvial do Alto Uruguai. **Roessléria**, Porto Alegre, 3(2): 101-139, 1980.

R DEVELOPMENT CORE TEAM R: A language and environment for statistical computing R. Foundation for Statistical Computing 2012. <<http://www.R-project.org>> Acesso em 10 dez.2012.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia**, Itajaí, 1983, 525 p.

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y.; REIS, M. S.; FANTINI, A. Demografia de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana, em Blumenau (SC). **Sellowiana**. Nº 45-48. P. 13-45. 1996.

SCIPIONI, M.; LONGHI, S. J.; ARAÚJO, M. M.; REINERT, D. J. Regeneração natural de um fragmento da Floresta Estacional Subtropical Decidual na reserva biológica do Ibicuí-Mirim (RS). **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 675-690, 2009.

SOBRAL, M.; JARENKOW, J. A.; BRACK, P.; IRGANG, B.; LAROCCA, J.; RODRIGUES, R. S. **A flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2. Ed. São Carlos: RiMa, 2013. 357 p.

SÚHS, B. R.; PUTZKE J.; BUDKE; J. C. Relações Florístico-Geográficas na Estrutura de uma Floresta na Região Central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 3, p. 635-646, jul./set.2010.

TABARELLI, M. Flora arbórea da floresta estacional baixo-montana no município de Santa Maria, RS, Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Instituto Florestal, 1992. p. 260-268.

TEIXEIRA, M. B.; COURA-NETO, A. B.; PASTORE, U.; RANGEL-FILHO, A. L. R. **Vegetação, as regiões fitoecológicas, sua natureza, seus recursos econômicos, estudo**

fitogeográfico. In: Levantamento de Recursos Naturais, v. 33. Rio de Janeiro: IBGE. 1986. Pp 541-632.

DE MARCHI, T. C.; JARENKOW, J. A. Estrutura do componente arbóreo da mata ribeirinha no rio camaquã, município de Cristal, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Sér. Bot. Porto Alegre. V. 63, n. 2, p. 241-248. Jul./dez. 2008.

VACCARO, S. **Caracterização Fitossociológica de três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza-RS.** 1997. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.

VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos.** 2º. ed. Rio de Janeiro: Intreiciência, 2012. 168p.

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

WAECHTER, J. L. Padrões geográficos na flora atual do Rio Grande do Sul. **Ciência e Ambiente** 24: 91-108. 2002.

CAPÍTULO 2

ESTRUTURA ECOLÓGICA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA DO MORRO DO BOTUCARAÍ, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

RESUMO

A pesquisa avalia a estrutura ecológica da vegetação arbórea na vertente de um morro, inserido na Floresta Estacional Subtropical, na região central, no rebordo do Planalto Meridional. Alocaram-se 15 unidades amostrais (10 x 50m), dispostas em transectos contínuos, do topo até a base do morro. Mensuram-se as variáveis: afloramento rochoso, altitude, curvatura vertical, declividade, densidade de cobertura vegetal, diferença de nível, exposição do solar e profundidade do solo; as clareiras foram qualificadas. Registraram-se as árvores com $CAP \geq 15,7\text{cm}$; classificadas nas rotas migratórias (ampla distribuição geográfica, corredor Atlântico e rios Paraná-Alto Uruguai). Examinou-se a riqueza de espécies, heterogeneidade e modelos de dominância. Detectou-se a relação de espécies com as variáveis ambientais através da análise de correspondência canônica (CCA). Inventariaram-se 1.196 indivíduos, 68 espécies, 56 gêneros e 30 famílias botânicas. A curva de rarefação e extrapolação não atingiu a assíntota. Na encosta-superior, ocorreu maior diversidade biológica alfa. A CCA detectou que as espécies estão agrupadas e relacionadas com a altitude, declividade e densidade de cobertura vegetal; nesse estudo, a variável mais robusta que interferiu na distribuição da maioria das espécies foi à declividade. Deduz-se que a diversidade biológica alfa sofre os efeitos da heterogeneidade espacial no morro e, inclusive, da continentalidade, e assim, às rotas migratórias são imprescindíveis na proteção, conservação e restauração da biodiversidade.

PALAVRAS CHAVE: Altimetria. Comunidade Ecológica. Geoecologia. Morfometria. Paisagem Natural.

CHAPTER 2

ECOLOGICAL STRUCTURE OF THE ARBOREAL VEGETATION IN BOTUCARAÍ MOUNTAIN, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

ABSTRACT

The survey assesses the ecological structure of trees on the mountain slope, located on Seasonal Forest Subtropical in the central region of the Southern Plateau border. Allocated 15 sample units (10 x 50m) arranged in continuous transects of the top of the mountain to base. The variables measure them: rocky outcrop, altitude, vertical curvature, slope, vegetation density, level difference, the sun exposure and soil depth; the gaps were qualified. Are registered trees with $CBH \geq 15,7\text{cm}$; classified on the migration routes (wide geographical distribution, Atlantic corridor and Paraná-Alto Uruguay rivers). Examined the species richness, diversity and dominance models. Found the relationship of species to environmental variables by canonical correspondence analysis (CCA). Were inventoried 1.196 individuals, 68 species, 56 genera and 30 botanical families. The rarefaction curve and extrapolation not reached the asymptote. In slope-top, there is greater alpha biological diversity. The CCA found that species are grouped and related to altitude, slope and vegetation density; in this study, the most robust variable that interferes with the distribution of most species was the slope. Deduce that the alpha biodiversity suffers the effects of spatial heterogeneity on the mountain and even the continental, and thus the migration routes are essential in the protection, conservation and restoration of biodiversity.

Keywords: Altimetry. Ecological Community. Geocology. Morphometry. Natural landscape.

INTRODUÇÃO

As paisagens naturais procedem de processos evolutivos que se formam em conseqüências de fatores causais de natureza estrutural, litológica, pedológica, climática e morfodinâmica no decorrer do tempo geológico (AB'SÁBER, 2011), são consideradas como unidades geoecológicas que consistem de três fatores - potencial natural, atividade biológica e apropriação cultural (CAVALCANTI, 2014).

Neste sentido, a vegetação é o elemento estruturante fundamental das paisagens naturais, constitui o *habitat* das populações de animais e a sede da maioria das atividades humanas, produtivas e culturais (CAPELO, 2003); o entendimento da vegetação, nestas circunstâncias, conduz as pesquisas ecológicas que investigam, especialmente, os mecanismos e os padrões da distribuição das espécies sob a influência das variáveis ambientais (KENT, 2012).

Os estudos de comunidades vegetais, em geral, detectam que os efeitos do solo são modificados pela topografia e morfometria devido às alterações que ocorrem nas propriedades físico-químicas correlacionadas com a disponibilidade de nutrientes, acidez, CTC efetiva, textura e drenagem (MARTINS et al., 2003; CAMARGOS et al., 2008; ROVEDDER et al., 2014), além disso, a inclinação da área e a exposição ao sol influenciam a temperatura, umidade (RICKLEFS, 1996) e luminosidade, desse modo, a heterogeneidade espacial forma os mosaicos de microrregiões e microclimas, que atuam como filtros no estabelecimento e no desenvolvimento dos vegetais.

Portanto, os efeitos da heterogeneidade espacial do ambiente, oriundos da altimetria e morfometria, atuam na florística, na estrutura ecológica e na fitossociologia espacial, conforme Gentry (1988), Oliveira-Filho et al. (1994), Botrel et al. (2002) e Rodrigues et al. (2007), entre outros.

As investigações de gradientes ecológicos detectam que as mudanças na vegetação estão relacionadas com variáveis ambientais e, para isso, a metodologia mais usada é baseada na amostragem ao longo das encostas de montanhas (KREBS, 1994), onde os gradientes de topografia interferem no ambiente e, dessa maneira, a análise de gradientes ecológicos envolve a ordenação das populações (espécies) ao longo do gradiente ou eixo ambiental uni ou multidimensional (ODUM, 1983; KENT, 2012).

Assim, os gradientes ecológicos constituem locais para se analisar as relações dos organismos ou comunidades ecológicas com o ambiente abiótico, testar hipóteses e realizar as pesquisas de predição relativas às respostas dos sistemas ecológicos as alterações ambientais (LÉVÊQUE, 2002).

Entretanto, nas comunidades vegetais, as mensurações da riqueza de espécies são obtidas por amostras, o que implica o uso de estimadores como as curvas de acumulação de amostragem, estimadores paramétricos e não-paramétricos (GOTELLI; CHAO, 2013). Estes diminuem o tempo e o custo da coleta de dados, avaliam a eficiência da amostragem de espécies e auxiliam na aferição da heterogeneidade (diversidade biológica pontual, alfa, gama, beta e delta) e dos modelos de dominância - *ranking* de abundância (MAGURRAN, 2011).

De acordo com Kanieski et al. (2010), para qualquer estratégia de proteção, conservação e planos de manejo das comunidades ecológicas, é necessário assegurar a diversidade biológica alfa e, para isso, é imprescindível o uso de métodos confiáveis para mensurar a variação da riqueza de espécies e abundância, no espaço e no tempo.

Com relação à Floresta Estacional Subtropical, no Rio Grande do Sul, observa-se a predominância do elemento arbóreo tropical, o qual se irradiou para o interior por duas rotas migratórias (RAMBO, 1961), a bacia fluvial do Paraná-Alto Uruguai e a estreita “Porta de Torres”, entre o rebordo do Planalto Meridional e o Oceano Atlântico.

Essas rotas migratórias se interpenetraram nas encostas do Planalto Sul-Brasileiro (JARENKOW; WAECHTER, 2001), de tal modo, que a Floresta Estacional Subtropical, na região central do Rio Grande do Sul, é uma diluição da Floresta do Alto Uruguai enriquecida com elementos arbóreos da Floresta Ombrófila Densa e, sobretudo, da Floresta Ombrófila Mista (KLEIN, 1984).

Com base em Rambo (1956; 1961), Bolzon e Marchiori (2002), Behling et al. (2004), na época do Holoceno, no Rio Grande do Sul, ocorreram mudanças climáticas relacionadas com alterações da vegetação; no último período glacial predominou a vegetação campestre. O elemento arbóreo tropical irradiou-se, recentemente, no Holoceno médio, após as mudanças climatológicas - elevada temperatura e umidade atmosférica. Segundo Klein (1984), a ocorrência de espécies relictas da rota migratória do Paraná-Alto Uruguai no interior da Floresta Ombrófila Densa comprova o avanço e o recuo da Floresta Estacional Subtropical em períodos anteriores devido às flutuações climáticas cíclicas.

Atualmente, no Rio Grande do Sul, predominam as florestas secundárias nos mais diversos estádios de sucessão ecológica e no rebordo do Planalto Meridional nas escarpas e

nos morros testemunhos encontram-se as comunidades arbóreas fragmentadas e ameaçadas pelo desenvolvimento da matriz urbana e rural, comprometendo a diversidade biológica alfa e a conservação desses locais (LONGHI et al., 1999; KILCA; LONGHI, 2011). Na região central do Estado, nota-se, ainda, a negligência política e social com o bem estar dos ambientes naturais, principalmente, no que se refere às percepções das paisagens naturais e culturais.

Diante do exposto, a presente pesquisa avalia a vegetação arbórea ao longo dos gradientes de altimetria e morfometria na vertente de um morro testemunho, situado na Floresta Estacional Subtropical, no rebordo do Planalto Meridional, valendo-se dos descritores de comunidades ecológicas e das rotas migratórias do elemento arbóreo.

Examina as seguintes questões: Como o contingente fitogeográfico do elemento arbóreo interfere na estrutura ecológica? Qual o segmento de posição de relevo com a maior diversidade biológica alfa? E avalia a hipótese: As mudanças nas espécies arbóreas são relacionadas principalmente com gradiente de altitude.

1 MATERIAL E MÉTODOS:

Análise dos dados

Na avaliação do contingente fitogeográfico do elemento arbóreo seguiu-se a metodologia de Jarenkow e Waechter (2001), adaptada de Rambo (1961), subsidiada pelas pesquisas de Klein (1984), Budke et al. (2004), Lindenmaier e Budke (2006) e Sühs et al. (2010). As espécies foram classificadas em: espécies existentes através de toda área florestal do Estado (EAD); espécies limitadas à ala Leste do Estado, Torres até Santa Maria (ATL); e espécies limitadas ao extremo Noroeste do Estado, rios Paraná-Alto Uruguai (BPU).

A riqueza de espécies aferiu-se através da curva de amostragem da rarefação e extrapolação. Este estimador é fundamentado no número de espécies observadas e espécies raras espacialmente; a interpretação é baseada nos limites de confiança de 95% de probabilidade (GOTELLI; CHAO, 2013); usou-se o estimador *Chao1* para dados de abundância e o *Chao2* para dados de incidência (COLWELL, 2012) (Tabela 1).

Tabela 1 – Estimadores não-paramétricos e estimadores de amostragem de rarefação e extrapolação da riqueza de espécies esperadas. $S_{ind(n+m)}$ = estimativa da riqueza de espécies (abundância); $S_{sample}(R+r')$ = estimativa da riqueza de espécies (incidência); S_{obs} = número de espécies observadas na amostra; F_1 = número de espécies representadas por um só indivíduo (*singletons*); F_2 = número de espécies representadas por dois indivíduos (*doubletons*); Q_1 = número de espécies que ocorrem em uma única amostra (*uniques*); Q_2 = número de espécies que ocorrem em duas amostras (*duplicates*); $f_0 = S_{chao1} - S_{obs}$; $Q_0 = S_{chao2} - S_{obs}$.

Modelo	Equação
$Chao_1 (S_{chao1})$	$= S_{obs} + (F_1^2/2 \times F_2)$
$Chao_2 (S_{chao2})$	$= S_{obs} + Q_1^2/2 \times Q_2$
$S_{ind(n+m)}$	$= S_{obs} + f_0 \times [1 - \exp(- (m/n) \times (f_1/f_0))]$
$S_{sample}(R+r')$	$= S_{obs} + Q_0 \times [1 - \exp(- (r \times Q_1)/(Q_1 + R \times Q_0))]$

A curva de amostragem resulta da ligação das curvas da rarefação e extrapolação para produzir uma curva suave que indica a referência de amostra extrapolada; afere a riqueza de espécies esperada para amostragem especificada pelo pesquisador (HSIEH; CHAO, 2013).

Realizou-se 1.000 repetições no cálculo de variância e na construção do intervalo de confiança. Os dados foram processados no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012), com a utilização dos pacotes devtools e iNEXT - *iNterpolation and EXTrapolation for species diversity* (HSIEH; CHAO, 2013).

Analisou-se a heterogeneidade valendo-se do quociente de mistura de *Jentsch* e dos índices de *Shannon*, *Simpson* e *Pielou*. Os dados foram processados no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012), com o uso dos pacotes BiodiversityR, boot e Vegan (OKSANEN et al., 2012).

O Quociente de Mistura de *Jentsch* (QM) mede a intensidade de mistura das espécies (SOUZA; SOARES, 2013), expresso por $QM = S/N$, onde S = número total de espécies, N = número total de indivíduos amostrados; quanto maior for o numerador (S), maior será a heterogeneidade.

Os índices de diversidade biológica alfa representam as medidas que combinam a riqueza de espécies e abundância relativa das espécies (equabilidade).

O índice de *Shannon* (H') mede o grau de incerteza em prever se a espécie pertencente a um indivíduo da população, se retirado aleatoriamente (LAMPRECHT, 1990; MAGURRAN, 2011), expresso por $H' = -\sum p_i \times (\ln p_i)$, onde p_i = proporção de indivíduos da espécie i ($p_i = n_i/N$), n_i = número de indivíduos da espécie i na amostra.

Compararam-se visualmente os H' e verificaram-se diferenças significativas no intervalo de confiança de 95% de probabilidade, através da variância do teste t de *Hutcheson*, expressa por $S_H^2 = \{(\sum p_i \times [\ln p_i] - [\sum p_i \times \ln p_i]^2) / N\} + (S - 1) / 2 \times N^2$ (MAGURRAN, 2011).

O índice de *Simpson* (D_s) mede a chance de dois indivíduos escolhidos ao acaso pertencerem a mesma espécie (GUREVITCH et al., 2009), expresso por $D_s = \sum p_i^2$, o valor ocorre na escala de zero a um, quanto mais próximo de um ($D_s = 1 - \sum p_i^2$), menor será a diversidade biológica alfa.

Compararam-se visualmente os D_s , através da variância $S_D^2 = \{4 \times N \times (N - 1) \times (N - 2) \times \sum (n_i / N)^3 + 2 \times N \times (N - 1) \times \sum (n_i / N)^2 - 2 \times N \times (N - 1) \times (2 \times N - 3) \times [\sum (n_i / N)^2]^2\} / [N \times (N - 1)]^2$ (MAGURRAN, 2011).

O índice de equabilidade de *Pielou* (J') representa a uniformidade da repartição dos indivíduos entre as espécies (PIELOU, 1975; ODUM, 1986), expressa por $J' = H'/H'_{max}$, onde $H'_{max} = \ln(S)$, a interpretação é que o valor mínimo é zero e o máximo é um, representando a uniformidade baixa e alta, respectivamente (MAGURRAN, 2011).

Nos modelos de dominância, evidenciaram-se as diferenças de padrões de *ranking* de abundância (MCGILL et al., 2007; GARDENER, 2014); usou-se os modelos *Lognormal*, *Preemption*, *Broken stick*, *Mandelbrot* e *Zipf*, disponíveis nos pacotes BiodiversityR e Vegan (OKSANEN et al., 2012), programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012). Efetuou-se a análise nas unidades amostrais.

O modelo *Lognormal* adverte uma comunidade ecológica com muitas espécies com níveis intermediários de abundância e poucas espécies raras e comuns; tenderá a uma curva normal; expresso por $ar = \exp(\log(\mu) + \log(\sigma) \times N)$, onde ar = abundância de espécie esperada no *rank* r , r = rank da espécie, μ e σ = média e desvio padrão da distribuição, N = função normal padrão.

O modelo *Preemption* (série geométrica) é o modelo de nicho, avalia a partição de recursos entre as árvores e assume que cada espécie exaure mais da metade do espaço de nicho existente; descreve comunidades ecológicas menos uniformes; expresso por $ar = J \times \alpha \times (1 - \alpha)^{(r-1)}$, onde J = número de indivíduos, α = taxa de decaimento de abundância dentro do *rank*.

O modelo *Broken stick* admite que abundância reflita a partição do ambiente ao longo do gradiente ambiental, isto é, os indivíduos são distribuídos randomicamente entre as espécies observadas; usado como modelo nulo; expresso por $ar = J/S \times \Sigma(1/X)$, onde X = parâmetro estimado para o modelo.

Os modelos *Mandelbrot* e *Zipf* representam o custo de informação, ou seja, postulam o processo sucessional em que as espécies colonizadoras tardias têm maiores necessidades de um nicho especializado, desse modo, são menos abundantes que as espécies colonizadoras iniciais; o modelo *Mandelbrot* é expresso por $ar = J \times c \times (r + \beta)^\gamma$, onde c , β = parâmetros que são estimados para cada modelo, γ = coeficiente de decaimento; o modelo *Zipf* é o precursor do modelo *Mandelbrot*, é expresso por $ar = J \times P_1 \times r^\gamma$, onde P_1 = é a proporção da espécie mais abundante.

Os modelos foram selecionados por intermédio do critério de informação *Akaike* (AIC); menor valor prediz o modelo mais eficaz; expresso por $AIC = -2 \times \ln L_{max} + 2 \times K$, onde \ln = logaritmo neperiano, L_{max} = máxima verossimilhança, K = número de parâmetros do modelo (OKSANEN et al., 2012).

Usou-se a análise canônica de correspondência (CCA) para identificar a influência de variáveis ambientais sobre os padrões da florística e abundância das espécies (TER BRAAK; 1987). Para a matriz da florística utilizou-se as espécies com dez ou mais indivíduos;

analisou-se a matriz das variáveis ambientais preliminarmente para a possível eliminação de alguma variável.

Selecionaram-se as variáveis ambientais mais efetivas na CCA através do critério de informação *Akaike* (AIC) (BORCARD et al., 2011; OKSANEN et al., 2012); utilizou-se o teste de aleatorização de Monte Carlo (1.000 repetições) para examinar a significância dos autovalores dos eixos canônicos, através do teste de permutação *F* (BORCARD et al., 2011), que detecta as espécies com reposta linear ou unimodal aos gradientes ambientais (GARDENER, 2014). Avaliou-se a significância da CCA, também, com o teste de permutação da estatística *F*. Os dados foram processados no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012), valendo-se dos pacotes BiodiversityR e Vegan (OKSANEN et al., 2012).

Examinou-se a relação do índice de *Shannon* com as variáveis ambientais através da correlação linear simples (CALLEGARI-JACQUES, 2003), os dados foram processados no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012), com o uso dos pacotes Vegan, ade4, gclus, cluster e FD (OKSANEN et al., 2012).

2 RESULTADOS

2.1 Segmentos de posição de relevo

No topo (altitude acima de 560m), detectaram-se declividade com infiltração e declividade intermediária de transporte; na encosta-superior (altitude de 499 a 527m), declive convexo de reptação e declividade intermediária de transporte; na meia-encosta (altitude de 419 a 477m), escarpa e declividade intermediária de transporte; na encosta-inferior (altitude de 349 a 394m), escarpa; e na base (altitude de 319 a 332m), sopé coluvial, declividade intermediária de transporte e declividade aluvial (Tabela 2).

Tabela 2 – Variáveis ambientais, altimetria e morfometria, da vertente do Morro do Botucaraí. U.A. = unidade amostral; curv. vertical = curvatura vertical; exp. solar = exposição solar da área; aflor. rocha = afloramento rochoso; T = topo; ES= encosta-superior; ME = meia-encosta; EI= encosta-inferior; B = base; 1 a 15 = unidades amostrais.

U.A.	altitude	Declividade	desnível médio	curv. vertical	exp. solar	profundidade do solo	aflor. rocha	cobertura vegetal	Clareira
T12	560,96 ± 25,34	2,32 ± 4,21	0,9 ± 0,56	Retilíneo	NE	100,3 ± 20,77	0	51 ± 11,7	Volis
T13	580,6 ± 0,95	2,34 ± 1,51	0,1 ± 0,32	Retilíneo	NE	108,96 ± 19,26	0	70 ± 5,4	Elementar
T14	577,32 ± 4,03	14,01 ± 5,28	2,2 ± 1,47	Convexo	E	42,52 ± 15,31	0	53 ± 13,21	Volis
T15	567,32 ± 5,14	16,75 ± 5,6	2,4 ± 0,97	Retilíneo	S	71,16 ± 38,10	1	54 ± 6,8	Complexa
ES5	527,12 ± 15,37	44,3 ± 12	6,8 ± 5,01	Convexo	SO	18,52 ± 9,36	2	46 ± 7,15	Volis
ES6	499,04 ± 6,35	37,54 ± 4,42	4,5 ± 0,85	Côncavo	SE	16,80 ± 10,61	1	59 ± 25,52	Elementar
ME7	477,2 ± 8,97	45,05 ± 3,37	5,3 ± 2,91	Retilíneo	S	30,16 ± 17,47	0	57 ± 17,35	Complexa
ME8	439,64 ± 12,78	36,92 ± 3,57	5,8 ± 2,04	Côncavo	S	30,12 ± 12,46	0	60 ± 15,2	Complexa
ME9	419,04 ± 6,4	36,46 ± 5,29	3,7 ± 2,63	Côncavo	S	18,16 ± 8,67	0	46 ± 8,07	Complexa
EI10	394 ± 13,51	42,97 ± 8,97	8,9 ± 4,8	Convexo	SE	28,76 ± 14,50	1	39 ± 11,65	Complexa
EI11	349,04 ± 8,39	42,1 ± 5,17	5,4 ± 2,87	Côncavo	SE	17,64 ± 12,38	3	32 ± 8,57	Complexa
B1	332,84 ± 4,61	19,19 ± 9,2	3,8 ± 2,2	Côncavo	SE	28,28 ± 6,01	1	50 ± 12,75	Múltipla
B2	324,12 ± 1,33	10 ± 3,46	1 ± 0,82	Retilíneo	SO	21,20 ± 9,44	1	68 ± 17,66	Múltipla
B3	327,72 ± 3,34	2,36 ± 11,01	1,9 ± 1,29	Côncavo	N	51,20 ± 40,80	1	58 ± 13,17	Complexa
B4	319,36 ± 2,1	0,91 ± 1,06	1,2 ± 1,13	Retilíneo	SO	107,28 ± 26,57	0	49 ± 10,25	Complexa

Escala visual do afloramento rochoso (%): 0 = ausência; 1 = 1 a 20%; 2 = 21 – 40%; 3 = 41 – 60%; 4 = 61 – 80%; 5 = 81 – 100%. NE = Nordeste, E = Leste, S = Sul, SO = Suldoeste, SE = Suldeste, N = Norte. Unidades de medidas (altitude = m; declividade = graus; desnível médio = m; profundidade do solo = m).

De modo geral, no topo, ocorreram os processos de fluviação e o transporte de materiais pelos movimentos coletivos do solo, ação da água superficial e subsuperficial; na encosta, ocorreram desmoronamentos, deslizamentos, intemperismo, transporte de material pelo movimento coletivo do solo, ação da água superficial e subsuperficial; na base, por sua vez, ocorreram os transportes de materiais pelos movimentos coletivos do solo, ação da água superficial e subsuperficial, reposição do material pelos movimentos coletivos e escoamento superficial e a deposição aluvial.

Verificaram-se maior profundidade de solo nas unidades amostrais no topo seguidas por unidades amostrais situadas na base, e os solos mais rasos na encosta. Na base do morro, no sopé coluvial, ocorreram o maior acúmulo de blocos de rochas que se desprendem e rolam da encosta, ocupando de 41 a 60% da superfície. Porém, o maior afloramento rochoso ocorreu na encosta-superior, na declividade convexa de reptação, ocupando de 21 a 40% da superfície, onde os solos são menos profundos.

A maior densidade de cobertura vegetal ocorreu no topo, na unidade amostral de maior profundidade do solo, e a menor densidade de cobertura vegetal nas escarpas, onde os solos são mais rasos e notam-se maiores distúrbios naturais, as clareias complexas e múltiplas.

2.2 Florística e contingente fitogeográfico

A amostragem (7.500 m²) inventariou 1.196 indivíduos representados por 68 espécies, 56 gêneros e 30 famílias botânicas e, também, inventariou 48 árvores mortas.

As famílias botânicas com as maiores riqueza de espécies foram Euphorbiaceae, Fabaceae e Myrtaceae (6 espécies), seguidas por Lauraceae (5 spp.), Meliaceae, Salicaceae, Sapindaceae (4 spp.) e Boraginaceae (3 spp.); 8 famílias botânicas estão constituídas por 2 espécies e 14 famílias botânicas por apenas 1 espécie (Tabela 3).

As espécies com maior abundância foram *Actinostemon concolor* (19%), *Sorocea bonplandii* (18%) e *Trichilia clausenii* (13%), seguidas por *Eugenia rostrifolia* (5%), *Cupania vernalis* (4%), *Pachystroma longifolium* (3%) e *Urera baccifera* (3%), perfazendo 65% do total. Ressalta-se que 18 espécies foram representadas por apenas 1 indivíduo, correspondendo a 1% do total (Tabela 3).

Tabela 3 – Composição florística, abundância e contingente fitogeográfico da vegetação arbórea dos segmentos de posição de relevo. BA = base, EI = encosta-inferior, ME = meia-encosta, ES = encosta-superior, TO = topo MO = morro; RM = rota migratória (ATL = Atlântico, BPU = Paraná-Alto Uruguai, EAD = ampla distribuição).

Família	Espécies	BA	EI	ME	ES	TO	MO	RM
Euphorbiaceae	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	85	5	14	25	105	234	EAD
Moraceae	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess.Boer	67	6	27	15	105	220	EAD
Meliaceae	<i>Trichilia claussenii</i> C.DC.	11	38	43	53	16	161	BPU
Myrtaceae	<i>Eugenia rostrifolia</i> D.Legrand	3	16	17	21	8	65	BPU
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	11	1	1	2	32	47	EAD
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	31	3	2	0	0	36	EAD
Euphorbiaceae	<i>Pachystroma longifolium</i> (Nees) I.M.Johnst.	6	1	8	2	17	34	ATL
Myrtaceae	<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	0	0	1	26	1	28	EAD
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> Mez	9	2	1	2	13	27	EAD
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	1	2	1	19	3	26	EAD
Fabaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	18	2	0	1	1	22	EAD
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	4	0	0	5	10	19	EAD
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	0	0	0	8	10	18	EAD
Lauraceae	<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	0	0	0	0	17	17	ATL
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Willd.	0	0	0	13	2	15	EAD
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex. Miq.) Engl.	1	2	4	6	1	14	BPU
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> Radlk. ex. Warm.	3	1	0	2	7	13	EAD
Myrtaceae	<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D.Legrand	4	5	2	2	0	13	BPU
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	11	0	0	0	2	13	ATL
Myrtaceae	<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand	2	0	0	1	8	11	BPU
Urticaceae	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	8	2	0	0	0	10	EAD
Solanaceae	<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	9	0	0	0	0	9	BPU
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	7	1	0	0	1	9	EAD
Ebenaceae	<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	0	1	0	6	2	9	BPU
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	2	1	0	0	5	8	EAD
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	4	0	0	0	4	8	EAD
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	0	0	1	6	1	8	EAD
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	0	0	0	0	8	8	EAD
Fabaceae	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allem.	3	0	0	2	2	7	BPU
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Steud.	1	2	0	1	2	6	EAD
Salicaceae	<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	1	0	0	4	0	5	EAD
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	0	0	0	4	0	4	BPU
Sapindaceae	<i>Allophylus guaraniticus</i> Radlk.	1	0	1	2	0	4	BPU
Solanaceae	<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	2	0	1	0	1	4	EAD
Lauraceae	<i>Aiouea saligna</i> Meisn.	0	0	0	0	4	4	ATL
Rutaceae	<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.- Hil. & Tul.	0	0	0	0	4	4	BPU
Salicaceae	<i>Banara tomentosa</i> Clos	0	1	0	2	1	4	BPU
Boraginaceae	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.	0	2	2	0	0	4	BPU
Primulaceae	<i>Myrsine loefgrenii</i> (Mez) Otegui	1	0	0	1	2	4	BPU

Família	Espécies	BA	EI	ME	ES	TO	MO	RM
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	0	0	0	2	1	3	EAD
Annonaceae	<i>Annona neosalicifolia</i> H. Rainer	0	1	0	1	1	3	BPU
Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	0	0	0	2	1	3	BPU
Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i> Miq.	1	0	0	0	2	3	EAD
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	0	0	0	0	2	2	EAD
Anacardiaceae	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	0	0	0	2	0	2	EAD
Araliaceae	<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	2	0	0	0	0	2	BPU
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	0	2	0	0	0	2	BPU
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	0	1	1	0	0	2	BPU
Simaroubaceae	<i>Picrasma crenata</i> Engl.	0	0	1	1	0	2	BPU
Fabaceae	<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	1	0	1	0	0	2	BPU
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	0	0	0	0	1	1	EAD
Euphorbiaceae	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp. & Endl.	1	0	0	0	0	1	EAD
Fabaceae	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	1	0	0	0	0	1	BPU
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i> D.C.	1	0	0	0	0	1	BPU
Meliaceae	<i>Trichilia elegans</i> A.Juss	0	1	0	0	0	1	BPU
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	1	0	0	0	0	1	EAD
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	0	0	1	0	0	1	EAD
Celastraceae	<i>Schaefferia argentinensis</i> Speg.	0	0	0	1	0	1	BPU
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i> L.	1	0	0	0	0	1	EAD
Cardiopteridaceae	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	0	0	0	1	0	1	EAD
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.	0	0	0	0	1	1	BPU
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	1	0	0	0	0	1	BPU
Piperaceae	<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth. ex. C.DC.	1	0	0	0	0	1	EAD
Phytolaccaceae	<i>Seguiera aculeata</i> Jacq.	0	0	1	0	0	1	EAD
Nyctaginaceae	<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	0	0	0	1	0	1	EAD
Fabaceae	<i>Senegalia bonariensis</i> (Gillies) Seigler & Ebinger	1	0	0	0	0	1	BPU
Rubiaceae	<i>Randia ferox</i> DC.	0	0	0	1	0	1	EAD
Annonaceae	<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	0	0	0	0	1	1	BPU
Total geral		318	99	131	243	405	1.196	

A vegetação arbórea foi representada no topo, por *Actinostemon concolor* (26%), *Sorocea bonplandii* (26%) e *Cupania vernalis* (8%); na encosta-superior, por *Trichilia clausenii* (21%), *Actinostemon concolor* (10%), *Eugenia uruguayensis* (10%), *Eugenia rostrifolia* (9%) e *Sebastiania brasiliensis* (8%); na meia-encosta, por *Trichilia clausenii* (33%), *Sorocea bonplandii* (21%) e *Eugenia rostrifolia* (13%); na encosta-inferior, por *Trichilia clausenii* (38%) e *Eugenia rostrifolia* (16%); na base, por *Actinostemon concolor* (27%), *Sorocea bonplandii* (21%), *Urera baccifera* (10%) e *Inga marginata* (6%).

As espécies que ocorreram em todos os segmentos de posição de relevo foram: *Actinostemon concolor*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Cupania vernalis*, *Eugenia rostrifolia*,

Nectandra megapotamica, *Pachystroma longifolium*, *Sebastiania brasiliensis*, *Sorocea bonplandii* e *Trichilia claussenii*. As famílias botânicas foram Boraginaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Meliaceae, Moraceae, Myrtaceae, Sapindaceae e Sapotaceae.

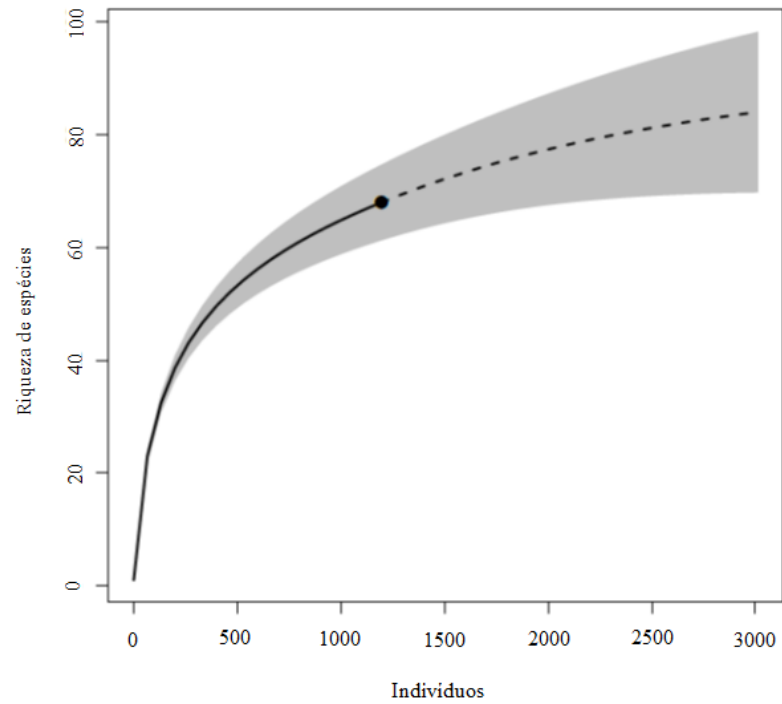
Com relação à riqueza de espécies dos contingentes fitogeográficos registraram-se 35 espécies (51%) que ocorrem em toda área florestal do Estado (EAD), 29 espécies (43%) limitadas ao extremo Noroeste do Estado (rios Paraná-Alto Uruguai - BPU) e 4 espécies (6%) limitadas à ala Leste do Estado (Torres até Santa Maria - ATL).

Com relação ao número de indivíduos dos contingentes fitogeográficos, registrou-se para as espécies que existem em toda área florestal do Estado (EAD) 791 indivíduos (66%), seguidas por espécies limitadas ao extremo Noroeste (rios Paraná-Alto Uruguai - BPU), com 337 indivíduos (28%) e espécies limitadas à ala Leste do Estado (Torres até Santa Maria - ATL), com 68 indivíduos (6%).

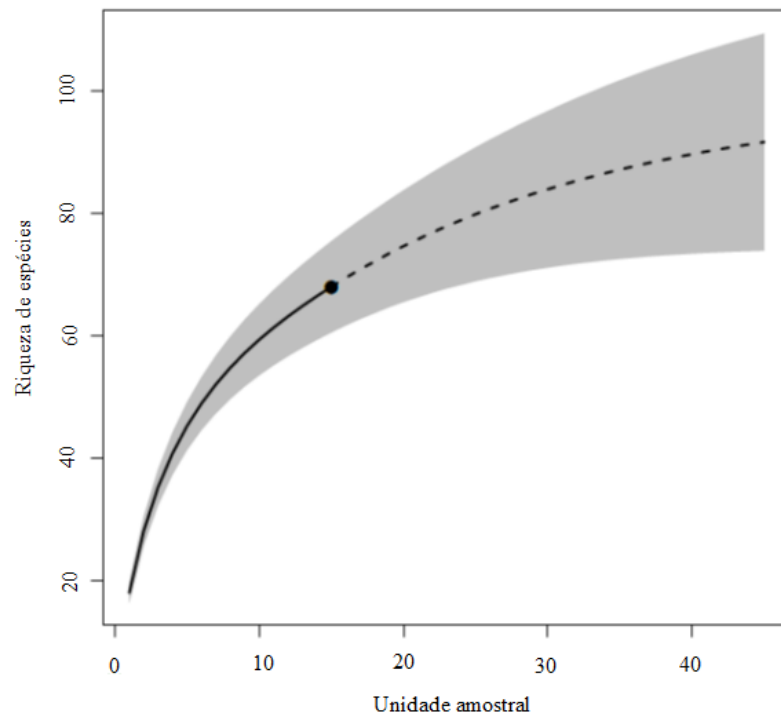
2.4 Descritores da estrutura ecológica

A riqueza de espécies esperada, aferida com os estimadores *Chao1* e *Chao2*, extrapolaram, respectivamente, para 91 e 98 espécies, correspondendo a valores máximos, porém, a curva da rarefação e extrapolação não atingiu a assíntota, e desse modo, indica a necessidade do aumento do esforço amostral; a amostragem representa 70% de espécies para dados de incidência e 75% de espécies para dados de abundância.

Observou-se que ao triplicar o número de indivíduos amostrados ou número de unidades amostrais não ocorreu a estabilidade assintótica da curva de amostragem, entretanto, a linha tracejada sugere que a riqueza de espécies extrapola para abaixo dos valores indicados pelos estimadores *Chao1* e *Chao 2*. A curva de amostragem com dados de abundância apresentou menor intervalo de confiança de 95 % de probabilidade (Figura 1).



(a)



(b)

Figura 1 – Curva de amostragem de rarefação e extrapolação da riqueza de espécies. A linha sólida corresponde a curva de rarefação da abundância (a) e da incidência (b); o círculo preenchido corresponde à amostragem de referência; a linha tracejada é a curva de extrapolação.

De modo geral, a heterogeneidade da estrutura ecológica foi considerada moderada, o índice de *Shannon* foi similar aos estudos de Lindenmaier e Budke (2006) ($H' = 2,67$), porém menor ao registrado por Fávero et al. (2011) ($H' = 3,03$); o índice de *Pielou* foi, relativamente, superior ao estudo de Lindenmaier e Budke (2006) ($J' = 0,66$) e similar ao de Fávero et al (2011) ($J' = 0,74$) (Tabela 4).

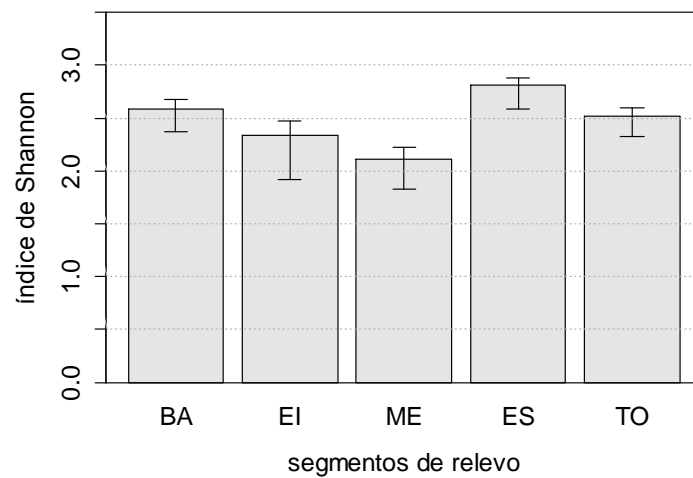
Tabela 4 – Descritores ecológicos da comunidade arbórea nos diferentes segmentos de relevo. TO = topo; ES = encosta-superior; ME = meia-encosta; EI = encosta-inferior; BA = base; MO = morro; ab = abundância; S = riqueza de espécies; F1 = *singletons*; F2 = *doubletons*; Q1= *uniques*; Q2 = *duplicates*; QM = quociente de mistura; H' = índice de *Shannon*; Ds = índice de *Simpson*; J' = equabilidade de *Pielou*.

Relevo	Ab	S	F1	F2	Q1	Q2	Chao1	Chao2	QM	H'	Ds	J'	Mortas
TO	405	39	13	8	4	3	48	42	0,10	2,52	0,85	0,69	19
ES	243	35	10	11	4	2	39	39	0,14	2,80	0,90	0,79	9
ME	131	21	12	3	2	3	37	22	0,16	2,11	0,81	0,69	0
EI	99	24	11	8	4	2	29	28	0,24	2,33	0,81	0,73	1
BA	318	38	16	4	8	1	62	70	0,12	2,58	0,86	0,71	19
MO	1.196	68	18	7	26	7	91	98	0,05	2,97	0,89	0,70	48

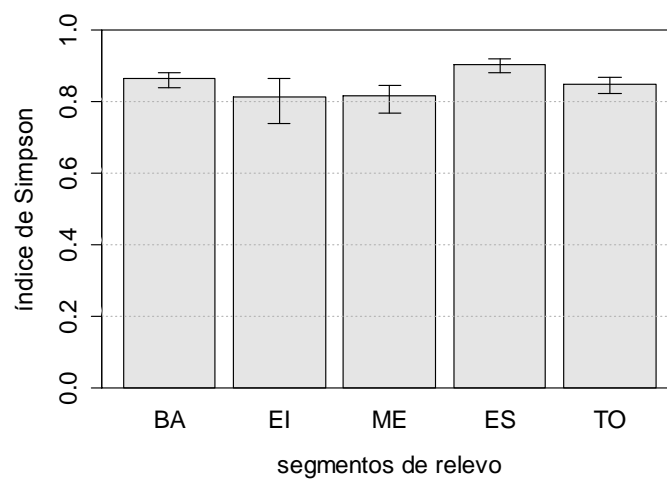
Nos diferentes segmentos de posição de relevo, com distintas dimensões de área, a estrutura ecológica foi caracterizada do seguinte modo: a maior abundância e riqueza de espécies ocorreram no topo; o maior número de *singletons* foi na base; o maior número de *doubletons* foi na encosta-superior; o maior número de *uniques* foi na base; o maior número de *duplicates* foi no topo; os maiores valores dos estimadores *Chao1* e *Chao 2* foram na base; o quociente de mistura foi maior na encosta-inferior; o índice de *Pielou* foi maior na encosta-superior; o maior número de árvores mortas foi registrado no topo e na base.

O índice de *Shannon* na encosta-superior foi, significativamente, diferente dos encontrado na encosta-inferior e na meia-encosta, enquanto, que no topo foi diferente da meia-encosta; os índices na base, encosta-inferior e meia-encosta não diferiram, estatisticamente, entre si (Figura 2a).

O índice de *Simpson* na encosta-superior foi similar ao na base, mas aos demais, foi significativamente diferente; os demais segmentos de posição de relevo os índices não diferiram (Figura 2b).



(a)



(b)

Figura 2 – Comparação dos valores de índice de *Shannon* (a) e *Simpson* (b) da vegetação arbórea nos diferentes segmentos de relevo. Barras com 95% de probabilidade do intervalo de confiança, 1000 repetições; BA = base; EI = encosta-inferior; ME = meia-encosta; ES = encosta-superior; TO = topo.

Com relação aos modelos de dominância nos diferentes segmentos de relevo constatou-se que o *Zipf* predominou nas unidades amostrais, seguido do *Mandelbrot* e *Preemption*. As unidades amostrais no sopé coluvial, na base do morro, e a declividade intermediária de transporte, na meia-encosta, ajustaram-se ao modelo *Preemptiton*, porém, a diversidade biológica alfa foi maior na unidade amostral B1, no sopé coluvial, a qual no diagrama é representado por uma reta mais longa e inclinada (Figura 3).

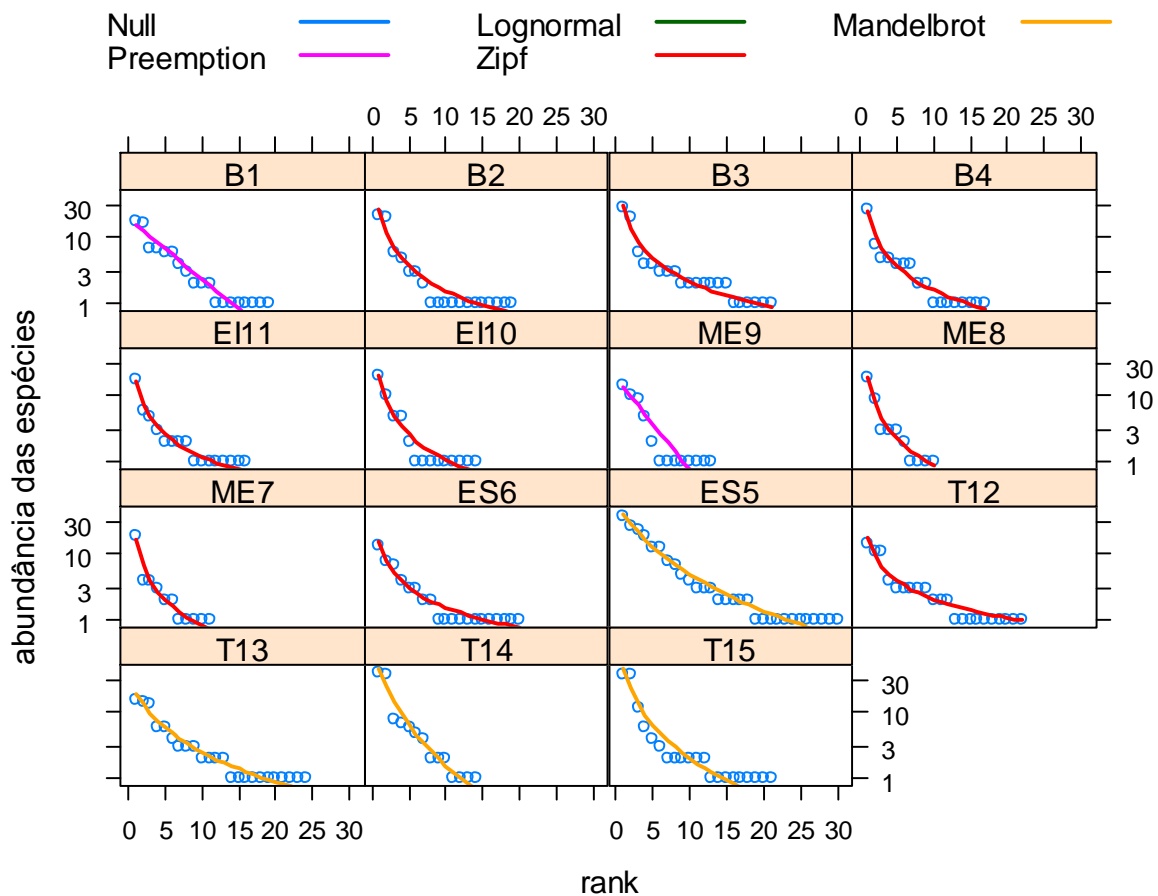


Figura 3 – Modelos de dominância (ranking de abundância) de quinze unidades amostrais alocadas. Os modelos foram selecionados conforme os baixos valores de *AIC*. B = base; EI = encosta-inferior; ME = meia-encosta; ES = encosta-superior; T = topo; unidades amostrais de 1 a 15.

No topo (unidades amostrais T13, T14 e T15) e na encosta-superior (unidade amostral ES5) ajustaram-se ao modelo *Mandelbrot*, sendo que na encosta-superior observou-se o modelo de dominância com a curva mais longa e menos inclinada, apontando, respectivamente, maior riqueza de espécies e equabilidade, consequentemente, maior diversidade biológica alfa.

Dentre as unidades amostrais ajustadas ao modelo *Zipf* a com maior riqueza de espécies e maior equabilidade ocorreu no topo (unidade amostral T12), seguida da unidade amostral na base (unidade amostral B3); nas demais unidades amostrais, verificou-se menor heterogeneidade, ou seja, modelos com curva curta e menos inclinada.

2.5 Relação entre as espécies arbóreas e as variáveis ambientais

O diagrama da análise exploratória de ordenação demonstra que as unidades amostrais e as espécies arbóreas encontram-se agrupadas e relacionadas com as seguintes variáveis de restrição: altitude, declividade e densidade de cobertura vegetal.

Os autovalores dos dois primeiros eixos da CCA (eixo 1 = 0,37; eixo 2 = 0,18) foram considerados baixos, isto é, os gradientes são curtos ocorrendo uma substituição muito pequena das espécies, entretanto, a abundância varia ao longo desses gradientes ambientais. Os dois primeiros eixos explicam 43,3% da variância acumulada, o restante corresponde à proporção da variância não explicada.

A correlação espécie-ambiente foi 0,56 para o eixo 1 e 0,27 para o eixo 2; a correlação do eixo 1 (CCA1) com a declividade (0,95), foi muito forte e com densidade de cobertura vegetal (-0,71), foi forte; a correlação do eixo 2 (CCA2) com a altitude (0,90), foi forte.

No modelo de CCA reduzido verifica-se que as variáveis, declividade ($F = 6,27$; $p < 0,01\%$), altitude ($F = 3,33$; $p < 0,05\%$) e densidade de cobertura vegetal ($F = 2,11$; $p < 0,05\%$) foram significativas, conforme o teste de permutação da estatística F (OKSANEN et al., 2011; BORCARD et al., 2011; GARDENER, 2014). O valor do teste de permutação da estatística F para os eixos individuais CCA1 e CCA2 foram, respectivamente, 6,63 ($p < 0,01\%$) e 3,21 ($p < 0,01\%$), considerados significativos. O modelo da CCA foi significativo ($F = 6,28$, $p < 0,01\%$) (Figura 4).

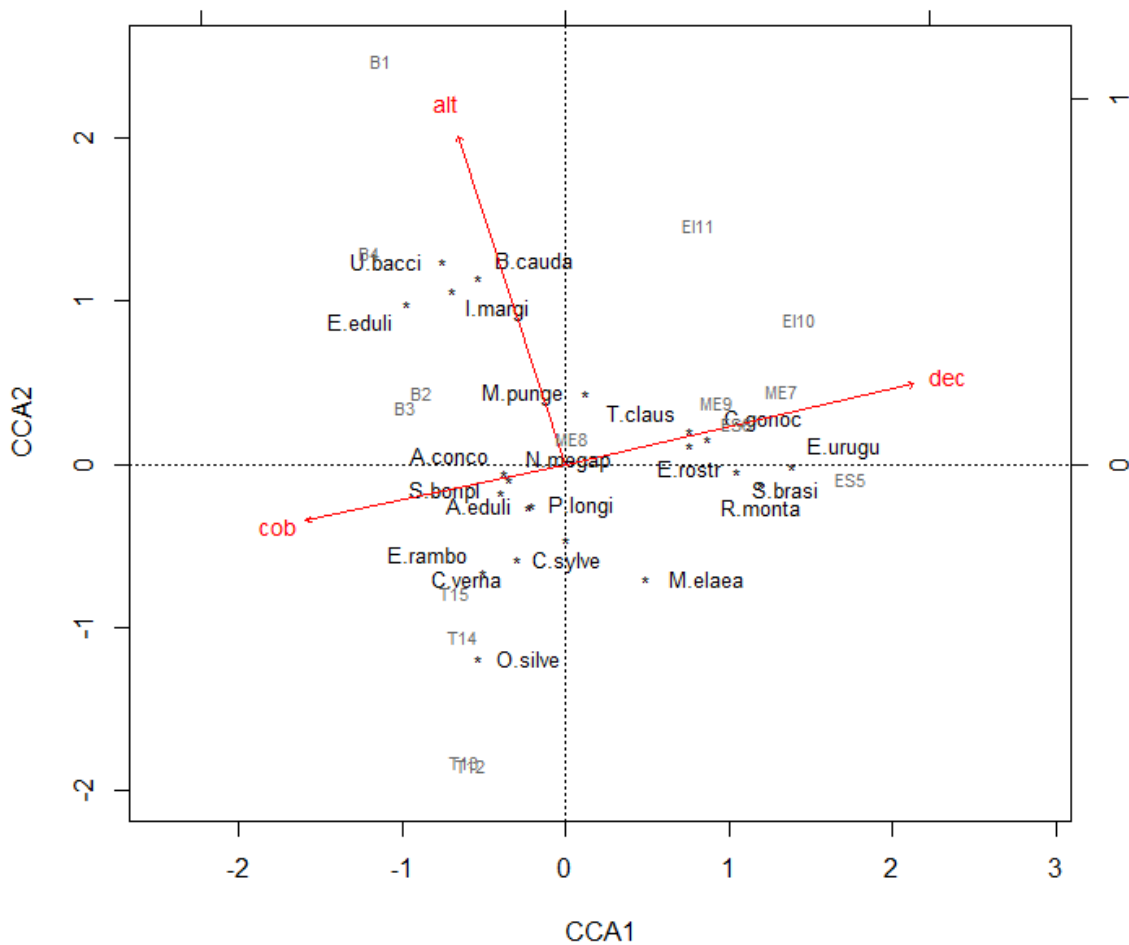


Figura 4 – Diagrama da análise de correspondência canônica (CCA) das variáveis ambientais e espécies com mais de dez indivíduos da vegetação arbórea na vertente. alt = altitude; cob = densidade de cobertura vegetal; dec = declividade; prof = profundidade do solo. A.conco = *Actinostemon concolor*; A.eduli = *Allophylus edulis*; B.cauda = *Bohmeria caudata*; C.sylve = *Casearia sylvestris*; C.gonoc = *Chrysophyllum gonocarpum*; C.verna = *Cupania vernalis*; E.eduli = *Euterpe edulis*; E.rambo = *Eugenia ramboi*; E.rostr = *Eugenia rostrifolia*; E.urugu = *Eugenia uruguayensis*; I.marg = *Inga marginata*; M.elaea = *Matayba elaeagnoides*; M.punge = *Myrcianthes pungens*; N.mega = *Nectandra megapotamica*; O.silve = *Ocotea silvestris*; P.longi = *Pachystroma longifolium*; R.monta = *Roupala montana*; S.brasi = *Sebastiania brasiliensis*; S.bonpl = *Sorocea bonplandii*; T.clau = *Trichilia clausenii*; U.bacci = *Urera baccifera*; B1, B2, B3 e B4 = unidades amostrais na base; EI10 e EI11 = unidades amostrais na encosta-inferior; EM8 e EM9 = unidades amostrais na meia-encosta; ES5 e ES6 = unidades amostrais da encosta-superior; T12, T13, T14 e T15 = unidades amostrais do topo.

A representação gráfica da CCA no plano fatorial I e II das coordenadas das espécies, das unidades amostrais e variáveis ambientais, revela um padrão de distribuição espacial na vertente do morro. *Chrysophyllum gonocarpum*, *Eugenia rostrifolia*, *Eugenia uruguayensis*, *Roupala montana*, *Sebastiania brasiliensis* e *Trichilia clausenii* caracterizam as espécies da encosta (unidades amostrais EI11, EI10, ME7, ME9 e ES5), onde o efeito da declividade é

intenso. Os efeitos da altitude nas unidades amostrais (B1, B4, B2 e B3) na baixada do morro condicionam as espécies *Boehmeria caudata*, *Eutepre edulis*, *Inga marginata*, *Myrcianthes pungens* e *Urera baccifera*.

Por sua vez, as unidades amostrais no topo (T12, T13, T14 e T15) estão relacionadas com a densidade de cobertura vegetal, destacam-se *Actinostemon concolor*, *Cupania vernalis*, *Eugenia ramboi*, *Nectandra megapotamica*, *Ocotea silvestris*, *Pachystroma longifolium* e *Sorocea bonplandii*.

2.6 Correlações da diversidade biológica alfa e variáveis ambientais

De modo geral, verificou-se que o índice de *Shannon* possui a correlação baixa e não significativa com as variáveis de altimetria e morfometria analisadas, exceção a variável afloramento rochoso que apresentou correlação baixa e significativa (0,44 e $p = 0,098$ %). Assim, há necessidade de estudos que venham a contemplar outras variáveis ambientais, tais como, as variáveis físicas e químicas do solo.

No entanto, pode-se examinar a correlação linear simples das variáveis de altimetria e morfometria: a altitude e as clareiras estão fortemente relacionadas; a declividade e o desnível possuem uma correlação forte; a declividade e a profundidade do solo estão fortemente correlacionadas; o desnível e a densidade de cobertura vegetal possuem uma correlação regular; por sua vez, a relação entre a curvatura vertical e a profundidade do solo foi regular (Figura 5).

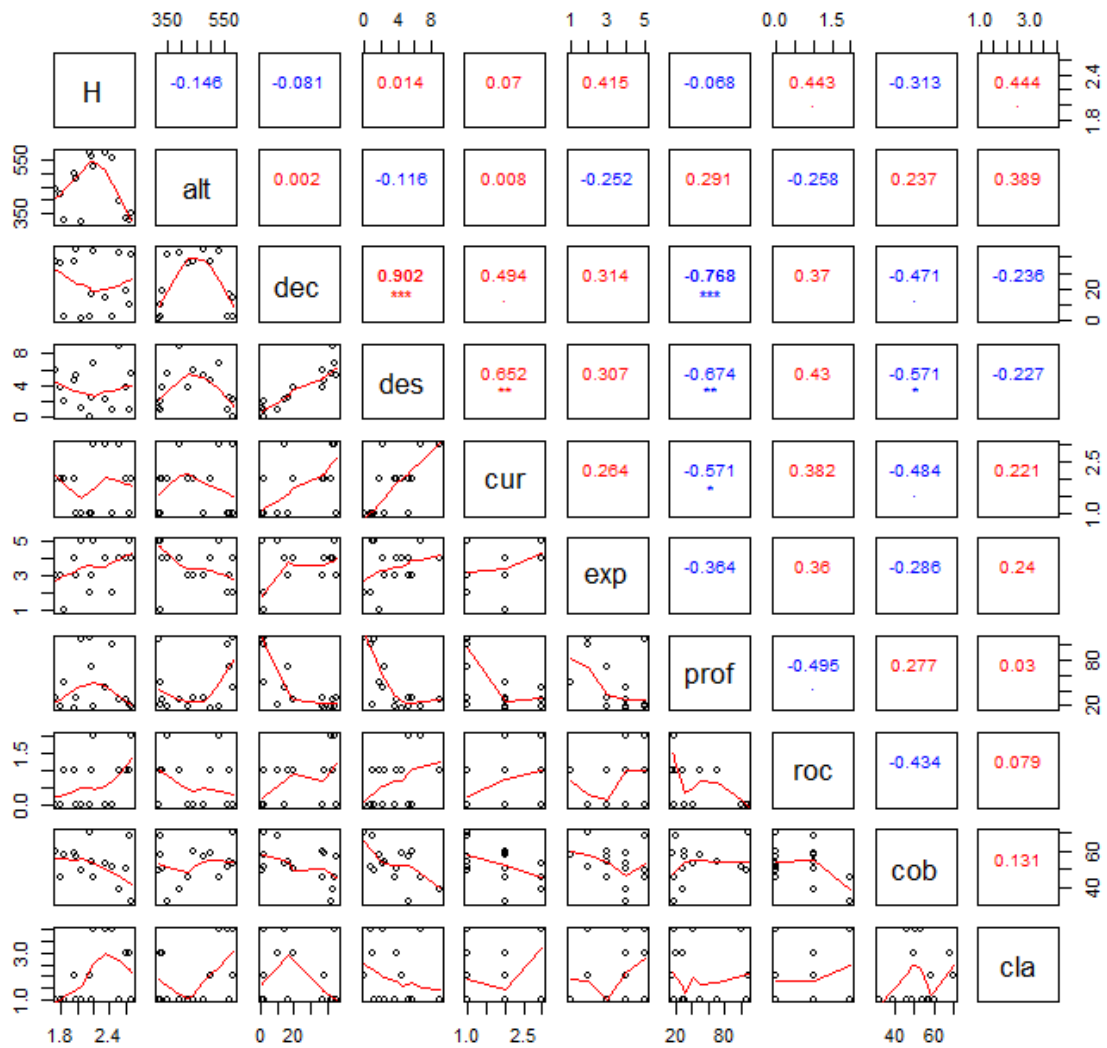


Figura 5 – Correlação de *Pearson* do índice de *Shannon* da vegetação arbórea e das variáveis quantitativas da altimetria e morfometria na vertente. H = índice de *Shannon*, alt = altitude, dec = declividade, des = desnível, cur = curvatura vertical, exp = exposição solar, prof = profundidade do solo, roc = afloramento rochoso, cob = densidade da cobertura vegetal, cla = clareira. Código de significância ('***' = 0,001, '**' = 0,01, '*' = 0,05, '.' = 0,1, '' = 1); em vermelho correlação positiva, em azul correlação negativa.

3 DISCUSSÕES

Na avaliação da vertente do morro constataram-se diferentes unidades de perfil demonstrando, desse modo, a heterogeneidade de processos geomorfológicos, os quais originam distintos sítios paisagísticos com florística, fisionomia e ecologia características, formando, assim, zonas ecológicas com variadas condições naturais.

Embora, não se tenha avaliado as condições físico-químicas do solo deve-se refletir que a declividade da superfície na vertente se relaciona, direta e indiretamente, a inúmeros fenômenos físicos e químicos do solo, de tal modo, que promove a heterogeneidade ambiental para o estabelecimento e desenvolvimento das árvores e, conseqüentemente, incidindo na estrutura ecológica da vegetação.

A florística, de modo geral, está em consonância com os estudos da Floresta Estacional Subtropical, no Rio Grande do Sul, tais como: Longhi et al. (1986), Tabarelli (1992), Alberti et al. (2000), Longhi et al. (2000), Nascimento et al. (2000), Jurinitz e Jarenkow (2003), Budke et al. (2005), Lindenmaier e Budke (2006), Giehl et al. (2007), Sühs et al. (2010) e Fávero et al. (2011), entre outros.

No sub-bosque predominaram as arvoretas *Actinostemon concolor*, *Sorocea bonplandii* e *Trichilia clausenii*, espécies exigentes de ambientes com cobertura vegetal de pouca luminosidade para o estabelecimento e desenvolvimento, segundo Vaccaro (1997), são espécies clímax e típicas desse estrato (camada folhosa), e assim, às suas representatividades indicam a fase de maturidade da vegetação arbórea.

Com relação às rotas migratórias, o presente estudo, está em consenso com os autores: Budke et al. (2004), Lindenmaier e Budke (2006), Sühs et al. (2010) e Fávero et al. (2011). Sühs et al (2010), registraram maior número de espécies e indivíduos oriundos da Floresta Ombrófila Densa (ATL). Jarenkow e Waechter (2001) registraram, em sequência, espécies existentes em todo o Estado (EAD), seguido por espécies da Floresta ombrófila Densa (ATL) e por espécies do rio Paraná-Alto Uruguai (BPU).

Com relação à rota migratória do Paraná-Alto Uruguai (BPU), verificou-se uma expressiva representatividade na encosta-inferior e meia-encosta, principalmente, devido à ocorrência de *Trichilia clausenii* e *Eugenia rostrifolia*. Segundo Rambo (1961), a participação dessa rota migratória é predominante na florística e na fisionomia da Floresta Estacional Subtropical, no centro do Rio Grande do Sul.

Compete observar que a contingência fitogeográfica das espécies ocorrentes em todo Estado (EAD) condiciona, de forma marcante, as variações nas proporções dos elementos arbóreos das rotas migratórias e, portanto, interfere na florística, riqueza de espécies e abundância, conseqüentemente, na estrutura ecológica da vegetação arbórea do morro. Segundo Scipioni et al. (2009), tal fato pode ser considerado um argumento referente ao recente avanço das florestas na região em estudo, e aos aspectos históricos antropogênicos, gerados pela matriz urbana e rural.

Concernente, a riqueza de espécies esperada, no diagrama da curva de rarefação e extrapolação, verificou-se que não ocorreu a suficiência de amostragem, sendo assim, necessário aumentar o esforço amostral para captar a variabilidade existente e diminuir a diferença da riqueza de espécies esperada em relação ao observado, pois a riqueza de espécies raras (especialmente) é dependente da intensidade da amostragem (FÁVERO et al., 2013). No entanto, adverte-se das dificuldades que ocorrem na vertente do morro para detectar e registrar a riqueza e abundância de espécies devido à heterogeneidade espacial e, principalmente, a elevada periculosidade de acesso a determinados locais, onde é impraticável a alocação de unidades amostrais.

Dessa forma, a amostragem deve subestimar os descritores da estrutura ecológica. Contudo, compete enfatizar que a riqueza de espécies deve sofrer oscilações ao longo do tempo relacionado aos distúrbios naturais que atuam nas variáveis (espécies) dos estimadores e, assim, impede a obtenção de um valor absoluto com precisão para caracterizar a diversidade biológica alfa.

De modo geral, uma única amostragem dos descritores da estrutura ecológica permite mostrar uma “fotografia” da diversidade biológica alfa, isto é, a riqueza de espécies e abundância registradas em uma fração do tempo, porém, para obter maior precisão e compreensão, da diversidade biológica alfa, são necessárias amostragens e estimativas em uma amplitude espacial e temporal.

Examinando a estrutura da ecológica nas diferentes posições de segmento de relevo verificou-se que a maior riqueza de espécies e o maior número de indivíduos ocorreram no topo seguido da base, fenômeno que deve estar relacionado com a topografia plana (LONGHI et al., 1986) e com a dimensão de área. No entanto, a maior diversidade biológica alfa ocorreu na encosta-superior, onde se detectaram maiores índices de *Shannon*, *Simpson* e *Pielou*. No topo e na base averiguou maior riqueza de espécies e número de indivíduos, porém, a predominância de *Actinostemon concolor* e *Sorocea bonplandii* foi elevada,

consequentemente, diminuindo os índices de *Shannon* e *Pielou* e aumentando o índice de dominância de *Simpson*. Na encosta-superior, ocorreram os maiores índices de diversidade biológica alfa devido à riqueza de espécies e, principalmente, por ter maior equabilidade, ou seja, possuir a distribuição mais uniforme de abundância.

A menor riqueza de espécies e heterogeneidade ocorreu nas demais áreas da encosta, onde o ambiente é mais hostil e os recursos são mais escassos para o estabelecimento e desenvolvimento das árvores.

Relativo, às árvores mortas em pé predominaram no topo e na base do morro, fato relacionado à topografia plana. Já na encosta, o número de árvores mortas em pé foi baixo pelo fato de não conseguirem resistir os efeitos da declividade, na senescência das árvores ocorre o enfraquecimento das raízes de sustentação e o efeito de alavanca torna-se mais intenso, e assim, tombam formando as clareiras múltiplas e complexas.

Constatou-se que os diferentes segmentos de posição de relevo são ocupados por distintos *ranking* de abundância, o que permitiu inferir que os efeitos do tamanho da área e as peculiaridades ambientais relacionam-se com a riqueza de espécies e abundância relativa. Conforme a teoria de MacArthur e Wilson (1967), áreas com maior heterogeneidade espacial suportam maior número de espécies devido, principalmente, ao número de nichos ecológicos disponíveis, permitindo a coexistência de espécies.

A diversidade biológica alfa do morro do está relacionada às espécies arbóreas das diferentes rotas migratórias já que estas interferem na riqueza de espécies e na abundância relativa, e assim, infere-se que os gradientes de continentalidade, na direção do L para O, na região central, no Rio Grande do Sul, atuam na estrutura ecológica.

Os modelos de dominância detectaram a predominância de espécies que são típicas do sub-bosque, indicando, que para se desenvolverem exigem condições específicas geradas pelas árvores do dossel e emergentes. Sendo assim, as unidades amostrais foram ajustadas aos modelos *Mandelbrot* e *Zipf*, no entanto, se observam a presença de poucas espécies predominantes no sub-bosque, as quais caracterizam as fases de maturidade da vegetação arbórea, nas diferentes posições de segmento de relevo. Esses modelos de dominância evidenciam que a vegetação arbórea possui espécies que são exigentes as condições ecológicas proporcionadas por espécies precedentes (MC GILL et al, 2007), sendo essas catalizadoras das fases iniciais da sucessão ecológica e da silvigênese.

O ajuste ao modelo *Preemption*, por sua vez, no sopé coluvial (unidade amostral B1), indica que nesse ambiente ocorrem perturbações naturais, e de fato, ocorreu maior acúmulo de blocos de

rochas que se desprendem e rolam da encosta. A ocorrência do mesmo modelo, na meia-encosta (unidade amostral ME9), deve-se ao fato que este ambiente é constituído de escarpas, onde ocorreram frequentes deslizamentos e desmoronamentos.

Os modelos de dominância permitiram detectar elevada riqueza de espécie e maior equabilidade na encosta-superior, estando em consonância com os índices de *Shannon*, *Simpson* e *Pielou* legitimando, dessa forma, que na encosta-superior ocorre maior diversidade biológica alfa.

Em relação à distribuição das espécies arbóreas e das unidades amostrais relacionadas com as variáveis restritivas examinou-se que a topografia é relevante na heterogeneidade espacial da vegetação arbórea, interferindo na florística e, conseqüentemente, nos descritores da estrutura ecológica. A topografia está relacionada às variáveis físicas e químicas do solo que, por sua vez, são correlacionadas com a vegetação arbórea, conforme Botrel et al. (2002) e Rodrigues et al. (2007), entre outros.

Na análise da CCA a proporção da variação do modelo não explicada, induz a refletir que os padrões estocásticos podem ponderar sobre os ambientes, essencialmente, na distribuição das espécies e nas alterações da diversidade biológica alfa, e de modo geral, a luminosidade, a disponibilidade de água e os nutrientes são fatores preponderantes nos padrões de distribuição das espécies arbóreas (COSTA, 2010).

Assim sendo, as mudanças nos descritores da estrutura ecológica e nas espécies das diferentes rotas migratórias do elemento arbóreo não estão relacionadas exclusivamente aos efeitos dos gradientes de altitude, e nesse estudo, a variável mais robusta que interferiu na distribuição da maioria das espécies foi à declividade, que inclusive se sobrepôs aos efeitos da variável altitude, conforme Homaier et al. (2010).

Mas, para caracterizar as espécies em relação ao seu ambiente preferencial são imperativos mais estudos que avaliem as tendências da distribuição espacial das espécies arbóreas na heterogeneidade topográfica, inclusive, no que se refere às espécies que possuem abundância baixa, as quais, em geral, não são contempladas nas análises de ordenação exploratória. Assim, conforme Botrel et al. (2002) as considerações sobre as distribuições das espécies relacionadas a variáveis ambientais só devem ser uma generalização após repetições e constatação do mesmo padrão da espécie-ambiente em diversas áreas. Portanto, nos cabe no momento, manifestar a importância de maiores estudos que venham a esclarecer e a compreender os mecanismos e os agentes ambientais que atuam na estrutura ecológica da vegetação arbórea, visando fornecer conhecimentos científicos que amparem as pesquisas e as práticas de conservação, restauração e manejo da biodiversidade alfa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos resultados apresentados e as discussões realizadas indicam que o Morro do Botucaraí possui uma heterogeneidade ambiental condicionada por inúmeras variáveis físicas, químicas e biológicas. Entre as variantes físicas destacam-se as oriundas da altimetria e a morfometria que condicionam, em parte, a modificação na composição florística e na estrutura ecológica e, conseqüentemente, interferem na representatividade das diferentes rotas migratórias do elemento arbóreo.

Das variáveis ambientais de altimetria destacaram-se a altitude e declividade, e da morfometria destacou-se a densidade da cobertura florestal. No entanto, estas variáveis correspondem apenas uma percentagem da variância que ocorre na composição florística e na estrutura ecológica, havendo, assim, a necessidade de estudos referentes às variáveis estocástica (abióticas e bióticas) não contempladas, nesse estudo, para poder realizar inferências pontuais e generalizações da distribuição espacial das espécies arbóreas.

A localização geográfica do Morro do Botucaraí representa para a Floresta Estacional Subtropical uma diluição das espécies arbóreas da rota migratória do Paraná-Alto Uruguai, enriquecida com influxo das rotas migratórias da Floresta Ombrófila Densa. Desse modo, infere-se que a biodiversidade biológica alfa sofre os efeitos da continentalidade e, assim, às rotas migratórias dos elementos arbóreos são imprescindíveis aos estudos de proteção, conservação e restauração da biodiversidade.

De acordo com Kent e Coker (1992) e Souza et al. (2003) os estudos descritivos e exploratórios são geradores de hipóteses, e dessa maneira, geram perspectivas para futuras pesquisas experimentais com o foco na compreensão da funcionalidade da diversidade biológica alfa relacionada às variáveis ambientais, no espaço e tempo.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natura no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 6.ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2011.

APG III. Angiosperm Phylogeny Group III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Local da Publicação, v. 161, s/n, p. 105–121, 2009.

ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A.; BARROS, P. L. C.; FRANCO, S. Análise de agrupamento da vegetação em um fragmento de Floresta Estacional Decidual Aluvial, Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 133-147, 2004.

BEHLING, H.; PILLAR, V.; BAUERMANN, S. G. Late Quaternary Araucaria forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in Southern Brazil. **Paleogeography Palaeoclimatology Palaeoecology**, Amsterdam, v. 203, p. 277-297, 2004.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical Ecology with R**. Local: Springer, 2011. 306 p.

BOLZON, R. T.; MARCHIORI, J. N. C. A vegetação no Sul da América – perspectiva paleoflorística. **Ciência & Ambiente - Fitogeografia do Sul da América**, Santa Maria, v.1, n.1, n.24, p. 5-24, jul. 1990.

BOTREL, R. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RODRIGUES, L. A.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, Local, v. 25, p. 195-213, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Rio Grande do Sul**. Recife: 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).

BUDKE, J. C.; ATHAYDE, E. A.; GIEHL, E. L. H.; ZÁCHIA, R. A.; EISINGER, S. M. Composição Florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **IHERINGIA**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 60, n. 1. p. 17-24, jan/jun. 2005.

BUDKE, J. C.; GIEHL, E. L. H.; ATHAYDE, E. A.; ENSINGER, S. M.; ZÁCHIA, R. A. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha. Arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18(3):581-589.

BUDKE, J.C.; JARENKOW, J.A. & OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2007. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverside forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. *Plant Ecology* 189: 187-200.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações** / Sidia M. Callegaria-Jacques. – Porto Alegre: Artmed, 2003.

CAMARGOS, V. L.; SILVA, A. F.; NETO, J. A. A. M.; MARTINS, S. V. Influência de fatores edáficos sobre variações florísticas na Floresta Estacional Semidecídua no entorno da Lagoa Carioca, Parque Estadual do Rio Doce, MG, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, Local, v. 22, n. 1, p. 75-84, 2008.

CAPELO, J. **Conceitos e métodos de fitossociologia**. Formulação contemporânea e métodos numéricos de análise de vegetação. Oeiras: Estação Floresta Nacional, Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais, 2003, 107 p.

CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia de paisagens: fundamentos**. São Paulo: Oficina de textos, 2014.

COLWELL, R. K., A. CHAO, N. J. GOTELLI, S. Y. LIN, C. X. MAO, R. L. CHAZDON, AND J. T. LONGINO. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology* 5:3-21.

COSTA, M. P. **Ecologia da vegetação arbórea na Serra de São Domingos, Poços de Caldas (MG)**. Lavras: UFLA, 2010. 129 p.

FÁVERO, A. A.; FIGUEIRA, M; ANDRIOLLO, D. D.; COSTA, M. P.; LONGHI, S. J. Florística e estrutura de uma comunidade arbórea na Floresta Estacional Subtropical. In: SEMINÁRIO SOBRE INVENTÁRIO FLORESTAL, 2., 2011, Blumenau, SC. *Annais...* Blumenau, SC: FURB, 2011.

FÁVERO, A. A.; COSTA, M. P.; ANDRIOLO, D. D.; LONGHI, S. J. Riqueza de espécies arbóreas no topo do Morro do Elefante. II Simpósio Nacional de Inventário Florestal – Curitiba-PR, 18 a 20 de novembro de 2013. Análise e Caracterização da Vegetação e Ecossistemas. 2013. p. 56.

FERREIRA, G. E.; MARCHI, T. D.; LAROCCA, J. Flora Vascular e Distribuição de Espécies por Micro-Habitat em um Morro Testemunho no Sul do Brasil. *Pesquisas Botânicas*, São Leopoldo, n. 65, p. 129-147, 2014.

GARDENER, M. **Community Ecology: Analytical Methods Using R and Excel**. Local: Pelagic Publishing, 2014. 556 p.

GENTRY, A. H. Changes in Plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. **Ann. Missouri Bot. Gard.**, Local, v. 75, p. 1-34, 1988.

GIEHL, E. L. H. Padrões estruturais e funcionais do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, Parque Estadual do Turvo, rio Uruguai, sul do Brasil. 2007. 64 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

GIEHL, E. L. H., JARENKOW, J. A. Gradiente estrutural no componente arbóreo e relação com indundações em uma floresta ribeirinha, rio Uruguai, sul do Brasil. **Acta Bot Bras** 22:741-753. 2008.

GOTELLI, N. J.; CHAO, A. Measuring and Estimating Species Richness, Species Diversity, and Biotic Similarity from Sampling Data. In: Levin S. A. (ed.) **Encyclopedia of Biodiversity**, second edition, Volume 5, pp. 195-211. Waltham, MA: Academic Press. 2013.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia Vegetal**. 2^a ed. Editora: Artimed. Porto Alegre. 2009. 592 p.

HOMIER, J.; BRECKLE, S-W.; GÜNTER, S.; ROLLENBECK, R., T.; LEUSCHNER, C. Tree Diversity, Forest Structure and Productivity along Altitudinal and Topographical Gradients in a Species-Rich Ecuadorian Montane Rain Forest. *Biotropica*, v. 42, v. 2, p. 140-148, 2010.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica**. São Paulo: Polígono, Ed. Universidade de Brasília, 1972.

HSIEH, T. C.; MA, K. H.; CHAO. **iNEXT online: interpolation and extrapolation (Version 1.3.0) [Software]**. 2013. Available from <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download/>.

JARENKOW, J. A.; WAECHTER, J. L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 263-272, 2001.

JURINITZ, C. F.; JARENKOW, J. A. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 475-487, 2003.

KANIESKI, M. R.; ARAUJO, A. C. B.; LONGHI, S. J. Quantificação da diversidade em Floresta Ombrófila Mista por meio de diferentes Índices Alfa. **Scientia Forestales**, Piracicaba, v. 38, p. 567-577, dez.2010.

KENT, M. **Vegetation Description and Data Analysis: a practical approach**. 2. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012. 414 p.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis: a practical approach**. London: Belhaven, 1992. 363 p.

KERN, A. A. **Paleopaisagens e o povoamento pré-histórico do Rio Grande do Sul**. In: KERN, A. A. (Org.). Arqueologia pré-histórica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1991.

KILCA, R. V.; LONGHI, S. L. A composição florística e a estrutura das florestas ssecundárias no rebordo do Planalto Meridional. In: SHUMACHER, M. V.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; KILKA, R. V. (Orgs.). **A Floresta Estacional Subtropical: Caracterização e Ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: Pallotti, 2011, p. 53-83.

KLEIN, R. M. Aspectos dinâmicos da vegetação do Sul do Brasil. **Sellowia**, Itajaí, SC, v. 36, p. 5-54, 1984.

KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. New York: Harper Collins Publications, 1989. 654 p.

LAMBRECH, H. **Silvicultura nos Trópicos: ecossistema florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: GTZ, 1990. 343p.

LÉVÊQUE, C.; **Ecologia - Do Ecossistema à Biosfera**. Porto Alegre, RS: Instituto Piaget, 2002. 572 p. (Coleções perspectivas ecológicas).

LINDENMAIER, D. S.; BUDKE, J. C. Florística, Diversidade e Distribuição Espacial das espécies arbóreas em uma Floresta Estacional na Bacia do Rio Jacuí, Sul do Brasil. **Pesquisas Botânicas**, São Leopoldo, n. 57, p. 193-216, 2006.

LONGHI, S. L.; SANTOS, P.; SCHÖRN, L. A.; Diferenciação dos tipos florestais do Morro Botucaraí, em Candelária, Rio Grande do Sul. **Acta. For. Bras.**, Curitiba, v. 1, p. 99-114, 1986.

LONGHI, S. J.; NASCIMENTO, A. R. T.; FLEIG, F. D.; DELLA-FLORA, J. B.; FREITAS, R. A.; CHARÃO, L. W. Composição florística e estrutura de comunidades arbórea de um fragmento florestal no município de Santa Maria-Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 115-133, 1999.

LONGHI, S. J.; ARAUJO, M. M.; KELLING, M. B.; HOPPE, J. M.; MÜLLER, I.; BORSOI, G. A. Aspectos fitossociológicos de fragmento de floresta estacional decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 59-74, 2000.

MacARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of Island Biogeography**. New Jersey: Princeton Um. Press, 1967. 208 p.

McGILL, B. J.; R. S. ETIENNE, J. S.; GRAY, D.; ALONSO, M. J.; ANDERSON, H. K.; BENECHA, M.; DORNELAS, B. J.; ENQUIST, J. L.; GREEN, F.; HE, A. H.; HURLBERT, A. E.; MAGURRAN, P. A.; MARQUET, B. A.; MAURER, A.; OSTLING, C. U.; SOYKAN, K. I. UGLAND, E. P.; MANDELROT, B. B. **Fractals, form, change and dimension**. San Francisco, California: W. H. Freeman, 1977. 365 p.

MAGURRAN, A. **Medindo a diversidade biológica**/ Anne, E. Magurran; tradução Dana Moiana Vianna – Curitiba: Ed. Da UFPR, 2011. 261p.: Il., grafs., tabs.- (Pesquisa n. 185).

MARKUS, E.; FREITAS, E. M. Florística Arbórea de uma porção de mata de encosta do Morro Harmonia, Teutônia, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Pesquisas, Botânica**, São Leopoldo, n. 62, p. 263-272, 2001.

MARTINS, S. V.; SILVA, N. R. S.; SOUZA, A. L.; NETO, J. A. A. M. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, n. 64, p. 172-181, Dez. 2003.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 16 p.

NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; ALVAREZ FILHO, A.; GOMES, G. S. Análise da diversidade florística e dos sistemas de dispersão de sementes em um fragmento florestal na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Napaea**, Porto Alegre, v. 12, p. 49-67, 2000.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara, 1988. 434 p.

OKSANEN, J. F. G.; BLANCHET, R.; KINDT, P. LEGENDRE, R. B. O'HARA, G. L. SIMPSON, P. SOLYMOS, M. HENRY, H. STEVENS; H. WAGNER. **Vegan**: Community ecology package. R package version 1.17.2 <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>. 2012.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Gradient analysis of na area coastal vegetation in the State Paraíba, Northeastern Brazil. **Edinb. J. Bot.**, Local, v. 50, n. 2, p. 217-236, 1993.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CARVALHO, A. D.; GAVILANTES, M.L. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brasil. **Journal of Tropical Ecology**, Local, v. 10, p. 483-508, 1994.

PIELOU, E.C. **Ecological Diversity**. New York: Wiley InterScience, 1975. 165 p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM R: A language and envioronmental for statistical computing R. Foundation for Statistical Computing 2012. <<http://www.R-project.org>> Acesso em 10 dez.2012.

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: Selbach, 1956. 471 p.

RAMBO, B. Migration routes of the south brazilian rain forest. **Pesquisas Botânica**, São Leopoldo, v. 12, p. 1-54, 1961.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 3. ed. Local: Guanabara Koogan, 1996. 470 p.

RODRIGUES, L. A.; DOUGLAS, A. C.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CURI, N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição das espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em Luminária, MG. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 25-35, 2007.

ROVEDDER, A. P. M.; ALMEIDA, C. M. de; ARAUJO, M. M; TONETTO, T. da S.; SCOTTI, M. S. V. Relação solo-vegetação em remanescente da floresta estacional decidual na Região Central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 12, p. 2178-2185, dez. 2014.

SOBRAL, M. 2003. **A família Myrtaceae no Rio Grande do Sul**. São Leopoldo: Editora UNISINOS. 215p

SOBRAL, M.; JARENKOW, J. A. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2013. 357 p.

SOUZA, J. S.; ESPÍRITO-SANTO; F. D. B.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; BOTEZELLI, L. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de Floresta Semidecídua às margens do Rio Capivari, Lavras-MG. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 2, p. 185-206, 2003.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013. 322p. il.; 29cm

SÜHS, B. R.; PUTZKE J.; BUDKE; J. C. Relações Florístico-Geográficas na Estrutura de uma Floresta na Região Central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 3, p. 635-646, jul./set.2010.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIAVASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. – Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 páginas.

TABARELLI, M. Flora arbórea da floresta estacional baixo-montana no município de Santa Maria, RS, Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Instituto Florestal, 1992. p. 260-268.

TER BRAAK, C. J. F. The analysis of vegetation-environment relationship by canonical correspondence analysis. **Vegetatio**, v. 69, p. 69-77, 1987.

VACCARO, S. Caracterização Fitossociológica de três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza-RS. 1997. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.

VARGAS, D.; OLIVEIRA P. L. Composição e estrutura do componente arbóreo-arbustivo do sub-bosque de uma mata na encosta sul do Morro Santana, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **PESQUISAS, BOTÂNICA**, Nº 58: 187-214. São Leopoldo: Instituto Anchieta e Pesquisas, 2007.

CAPÍTULO 3

FITOSSOCIOLOGIA E COMPOSIÇÃO DE GILDAS ECOLÓGICAS NO MORRO DO BOTUCARAÍ, NA FLORESTA ESTACIONAL SUBTROPICAL, NO SUL DO BRASIL

RESUMO

A pesquisa caracteriza a fitossociologia espacial e composição de guildas ecológicas da vegetação arbórea nas zonas ecológicas de um morro. Obteram-se os dados em 15 unidades amostrais (10 x 50m), dispostas em transectos contínuos, perfazendo 0,75ha de amostragem. Registraram-se as variáveis de altimetria (altitude, declividade e diferença de nível), morfometria (afloramento rochoso, curvatura vertical, exposição solar e profundidade do solo), densidade de cobertura vegetal e clareiras (abertura do dossel). Mensuram-se as árvores com CAP $\geq 15,7$ cm (1,30m do nível do solo) e as qualificaram em: suprimida, dominada, codominada e emergente. Analisaram-se os descritores de fitossociologia espacial e composição de guildas ecológicas (requerimento de luminosidade e dispersão de diásporos). Examinou-se a relação da composição de guildas ecológicas com variáveis ambientais através da análise de correspondência canônica. Inventariaram-se 68 espécies, 56 gêneros, 30 famílias botânicas e 1.196 indivíduos/0,75 ha; espécies de maior valor de importância foram *Trichilia clausenii*, *Sorocea bonplandii* e *Actinostemon concolor*; no topo e na base foram *Sorocea bonplandii* e *Actinostemon concolor* e na encosta foi *Trichilia clausenii*; este fenômeno se relaciona à topografia e ao ângulo incidência de luminosidade. Na estratificação vertical detectaram-se três camadas folhosas, estas variaram quanto à densidade, altura e amplitude, entre as zonas ecológicas. A composição de guildas ecológicas com maior riqueza de espécies foi a dependente da luminosidade e zoocórica, seguida por tolerante à sombra e zoocórica, porém, a representatividade foi de espécies do sub-bosque, tolerante a sombra e dispersão zoocórica ou autocórica. Quatro variáveis (altitude, declividade, exposição solar e profundidade do solo) relacionaram-se com a composição de guildas ecológicas. Conclui-se que o morro possui zonas ecológicas com distinta fitossociologia espacial e dinâmica florestal.

Palavras-chave: Espectro. Fluxo-gênico. Mosaico florestal. Silvigênese. Síndrome. Sucessão ecológica.

CHAPTER 3

PHYTOSOCIOLOGY AND COMPOSITION OF THE ECOLOGICAL GUILDS BOTUCARAÍ MOUNTAIN, IN FOREST SEASONAL SUBTROPICAL, IN SOUTHERN BRAZIL

ABSTRACT

Research characterizes the spatial phytosociology and composition of ecological guilds of trees in the ecological zones of a mountain. Obtained data on 15 sample units (10 x 50m) arranged in continuous transects, making 0,75ha sampling. Recorded variables altimetry (altitude, slope and level difference), morphometry (rocky outcrop, vertical curvature, sun exposure and soil depth), vegetation density and gaps (canopy openness). Measure trees with CBH \geq 15,7 cm (1,30 m above ground level) and qualified in: suppressed, dominated, codominada and emerging. Analyzed the spatial phytosociology descriptors and composition of ecological guilds (light application and diasporas dispersion). Examined the relationship of the composition of ecological guilds with environmental variables by canonical correspondence analysis. Were inventoried 68 species, 56 genera, 30 botanical families and 1.196 individuals/0,75 ha; more valuable species of importance were *Trichilia clausenii*, *Sorocea bonplandii* and *Actinostemon concolor*; the top and base were *Sorocea bonplandii* and *Actinostemon concolor* and the slope was *Trichilia clausenii*; this phenomenon is related to the topography and the incidence angle of light. Vertical stratification detected three layers hardwoods, these vary in density, height and breadth, between ecological zones. The composition of ecological guilds with highest species richness was dependent on light and zoochorous, followed by shade tolerant and zoochorous, however, was the representative species of the understorey, shade-tolerant and zoochorous or autochoric dispersion. Four variables (altitude, slope, sun exposure and soil depth) were related to the composition of ecological guilds. Concludes that the mountain has ecological zones with different spatial phytosociology and forest dynamics.

Keywords: Spectrum. Flow-gene. Forest mosaic. Silvigênese. Syndrome. Ecological succession.

INTRODUÇÃO

Atualmente, as pesquisas de comunidades vegetais dispõem de diversos métodos que influenciam os objetivos das pesquisas, aplicação de técnicas de campo e processamento de dados, sendo imprescindível considerar alguns pressupostos teóricos, como os pontos de vistas: holístico, sistemático, individualista e relações dinâmicas (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974).

Sob o ponto de vista holístico, as comunidades ecológicas, são entidades organizadas e constituídas por espécies mutuamente interdependes, análogas a um superorganismo, com fases de desenvolvimento até atingir o equilíbrio com o ambiente (clímax). No sistemático, são unidades discretas formando associações ecológicas e podem ser descritas, ter nome científico e ser classificada em um sistema hierárquico. No individualista, resultam de interações entre as espécies individuais e o ambiente, em combinação com os eventos históricos e estocásticos. No das relações dinâmicas, por sua vez, enfatiza a analogia do desenvolvimento de um organismo aos efeitos do tempo e espaço.

Ultimamente, muitos pesquisadores se posicionam sob o ponto de vista em que as comunidades vegetais correspondem a um *continuum*, isto é, variam ao longo de gradientes ambientais (RICKLEFS, 1992).

Entretanto, as comunidades ecológicas são analisadas sob dois enfoques (ODUM, 1988): a abordagem de zonas ecológicas, a qual classifica as unidades discretas e lista numa catalogação; e a abordagem de gradientes ecológicos, a qual envolve a disposição das populações ao longo de gradiente uni ou multidimensional.

No entanto, o reconhecimento das zonas ecológicas é útil ao silvicultor, pelo motivo que cada tipo de associação difere na estrutura espacial e na dinâmica florestal (ODUM, 1988). Segundo o autor, os ecologistas que estudam as áreas de declividade suave ou substratos uniformes preferem o conceito da série contínua, e os que estudam as áreas de gradientes bem marcados ou descontinuidades topográficas preferem o conceito de zonas ecológicas.

Com relação aos grupos de espécies que coexistem na mesma região geográfica e possuem traços ecológicos em comum ao requerimento ambiental considerado, constituem as guildas ecológicas ou grupos ecológicos (FAUTH et al., 1996; PUIG, 2008), que correspondem a grupos de espécies com papéis e dimensões de nichos similares (ODUM,

1988). Segundo Lima (2005), essa separação tem o intuito de sistematizar e permitir generalizações baseadas nas características e comportamento das plantas, tais como, o requerimento de luminosidade e dispersão de diásporos.

Gomez-Pompa et al. (1974), Swaine e Whitmore (1988) e Whitmore (1990), caracterizam as árvores em pioneiras (intolerantes à sombra) e florestais (clímax - tolerantes a sombra). Porém, entre esses extremos, existem árvores que apresentam características intermediárias, quanto à exigência de luminosidade, inclusive, na germinação, estabelecimento, desenvolvimento e reprodução (VACCARO, 1999).

Baseado nisso, surgiram várias classificações de árvores relacionadas com a demanda de luminosidade, como: Budowski (1965), Gandolfi (1991; 1995), Costa (1992) e Rodrigues (1995), que agrupam as espécies, em: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax. Denslow (1980), em: especialistas de clareiras grandes, especialistas de clareiras pequenas e especialistas de sub-bosque. Swaine e Hall (1983), em: pioneiras pequenas, pioneiras grandes e primárias. Viana (1989), em: heliófilas, oportunistas, tolerantes a sombra e reprodutoras em sombra. Por sua vez, Oliveira-Filho et al. (1994), em: pioneiras, clímax exigentes de luz e climáticas tolerantes à sombra.

Galetti et al. (2003), explica que para a planta, o processo de dispersão dos diásporos representa a ligação entre a fase reprodutiva com a fase de recrutamento da população, sem a dispersão dos diásporos a progênie, em geral, está fadada à extinção. A dispersão dos diásporos é o fenômeno que antecede à colonização das plantas, assumindo relevância na compreensão dos mecanismos da regeneração natural, nas fases de sucessões ecológicas (RONDON-NETO et al., 2001) e nos ciclos de silvigênese (PUIG, 2008), neste sentido, segundo van der Pijl (1982), o estabelecimento de plântulas e dispersão dos diásporos estão estreitamente relacionado.

Segundo Janzen (1980), na hipótese de fuga e dispersão dos diásporos, a dispersão das sementes ou frutos de espécies segue um padrão inverso ao de recrutamento das plântulas e, desse modo, os indivíduos com as maiores chances de se estabelecer são os que foram levados para longe da árvore matriz, conseguindo evitar os predadores, reduzir a competição intraespecífica e escapar da contaminação de patógenos, que tendem a se concentrar em embaixo da árvore matriz.

Morellato e Leitão-filho (1992) definem o diásporo como a unidade da planta que está sendo dispersa; Howe e Smallwood (1983) definem a dispersão do diásporo como a saída do diásporo da planta mãe. A síndrome de dispersão é o conjunto de características generalistas

ou restritas que os propágulos apresentam e sugerem o modo de dispersão (van der PIJL, 1982); as proporções relativas das estratégias de dispersão dos diásporos, na comunidade ecológica, correspondem ao espectro de dispersão (HUGHES et al., 1994).

Os mecanismos de dispersão dos diásporos é um assunto importante nas pesquisas de biologia evolutiva, que estudam os diferentes tipos de diásporos associado aos agentes de dispersão e as suas adaptações evolutivas (PIRES-O'BRIEN; O'BRIEN, 1995), nesta linha de estudo, a dispersão dos diásporos por animais é considerado em aspectos de mutualismo coevolutivo.

O pesquisador van der Pijl (1982), organizou a dispersão dos diásporos conforme o agente de dispersão e os caracteres adaptativos.

As dispersões relacionadas com o vento: esporocórica (sementes e frutos diminutos), pterocórica (sementes ou frutos alados), pogonocórica (sementes ou frutos plumosos) e ciclocórica (sementes, frutos ou propágulos empurrados).

As dispersões relacionadas com animais: epizoocórica (sementes ou frutos com espinhos ou ganchos), sinzoocórica (sementes e frutos intencionalmente enterrados) e endozoocórica (sementes ou frutos que passam pelo trato digestório dos animais).

A dispersão com a força da gravidade: barocórica (sementes ou frutos pesados); com agente mecânico: balcórica (sementes ou frutos ejetados ou expulsos); e com a água: hidrocórica (sementes, frutos ou propágulos flutuantes). Quando relacionada por mais de um agente dispersor: policórica.

Nos estudos da composição de guildas ecológicas em comunidades arbóreas é essencial avaliar a fase de sucessão ecológica e as estratégias de dispersão de diásporos, para isso, se utilizam os descritores de fitossociologia espacial que permitem a organização dos dados para melhor compreensão dos mecanismos funcionais.

Neste contexto, a presente pesquisa caracteriza a fitossociologia espacial e a composição de guildas de requerimento de luminosidade e dispersão de diásporos sob os efeitos da altimetria e morfometria, em diferentes zonas ecológicas de um morro. Propõe-se examinar a proporção relativa das espécies e dos indivíduos na composição de guildas ecológicas, bem como, se essas proporções relativas são similares ou dissimilares, nas zonas ecológicas. Também, avalia quais as variáveis oriundas da altimetria e morfometria que se relacionam com a composição de guildas ecológicas.

1 MATERIAL E MÉTODOS

Analisou-se a composição de guildas de requerimento de luminosidade através das categorias de Oliveria-Filho et al. (1994), onde as espécies são agrupadas em: pioneiras = exigem luminosidade para o estabelecimento (clareiras e bordas da floresta); dependentes de luminosidade = suportam o sombreamento em algum momento do ciclo de vida (clareiras pequenas e bordas de clareiras grandes); tolerantes a sombra = se estabelece nas condições de sub-bosque, algumas são típicas desse estrato e outras crescem até o dossel ou tornam-se emergentes. Para a classificação das espécies observou-se o comportamento no local de estudo e consideraram-se os seguintes estudos: Tabarelli (1992), Vaccaro (1997), Franco (2008) e Kray (2010), entre outros.

Determinou-se a composição dos guildas de dispersão dos diásporos através da classificação generalista de van der Pijl (1982): zoocóricas = diásporos dispersos por animais; anemocóricas = diásporos dispersos pelo vento; autocóricas = diásporos dispersos por queda livre ou ejetados. Para a classificação das espécies observou-se, quando possível, os diásporos no local de estudo e consideraram-se os seguintes estudos: Morelatto (1991); Morelatto e Leitão-Filho (1992), Tabarelli (1992) Alberti (2000), Nascimento (2000), Budke et. (2005), Giehl et. al. (2007), Franco (2008), Lindemaier e Budke (2006) e Kray (2010), entre outros.

Organizou-se a tabela de fitossociologia espacial horizontal que ranqueiam as espécies em ordem decrescente do valor de importância (VI) ou do valor de cobertura (VC). Os descritores quantitativos obtidos foram: abundância, densidade, frequência e dominância das espécies (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974).

O descritor abundância das espécies (ab) detecta que existem poucas espécies com grande número de indivíduos, algumas são pouco abundantes e muitas possuem poucos indivíduos.

A densidade é o descritor que representa o número de indivíduos por área, isto é, revela a ocupação do espaço pelos indivíduos. A densidade absoluta (D_{a_i}) é o número total de indivíduos de uma determinada espécie por área, expressa por $D_{a_i} = n_i / A$, onde n_i = número total de indivíduos amostrados da espécie i ; A = área de amostra. A densidade relativa (D_{r_i}) é a relação entre a densidade total de uma determinada espécie e a densidade total da amostra, expressa por $D_{r_i} = (D_{a_i} / \sum D_{a_i}) \times 100$.

A frequência é o descritor da proporção do número de unidades amostrais com presença de dada espécie em relação à amostra. Uma espécie com alta frequência geralmente está espalhada por todo o espaço da comunidade ecológica, ao passo que uma espécie com baixa frequência tende a ocorrer em poucos espaços, geralmente, tem uma distribuição agregada. Desse modo, a frequência é o descritor que estima a probabilidade de encontrar dada espécie na amostra. A frequência absoluta (Fa) é calculada em função da área amostral, expressa por $Fa_i = p_i \times 100$, onde p_i = número de vezes que determinada espécie ocorre; e a frequência relativa (Fr_i) é obtida pela proporção entre frequência absoluta (Fa_i) de determinada espécie dividida pela soma absoluta das demais espécies inventariadas, expressa por $Fr_i = (Fa_i / \Sigma Fa_i) \times 100$.

A dominância é a área basal de uma espécie por área. A dominância absoluta (Doa_i) é a soma das áreas basais dos caules de todos os indivíduos de uma espécie ou da comunidade total (Doa_t). A área basal é a área que corresponde à secção transversal do tronco ao nível do peito, a 1,30m ao nível do solo. A dominância é expressa em m^2/ha , expressa por $Doa_i = \Sigma (G_i / A)$, onde G_i = área basal dos indivíduos da espécie i ; A = área da amostra. A dominância relativa (Dor_i) é a proporção da área basal total de uma espécie, expressa por $Dor_i = (G_i / G_t) \times 100$, onde G_t = área basal total da amostra. Espécies de grande dominância relativa são aquelas que detêm a porcentagem considerável de área basal total da comunidade.

O valor de Importância (VI) agrega os descritores densidade relativa (Dr_i), frequência relativa (Fr_i) e dominância relativa (Dor_i), indicando quais espécies tem maior contribuição para a comunidade arbórea. Cada variável relativa totaliza 100% se forem todas somadas. Entretanto, ao somar as três variáveis, cada uma totalizando 100%, tem-se um VI com o total de 300%, caso desejar pode-se dividir o VI por três a fim de limitar o VI a um máximo de 100%, expresso por $VI_i = Dr_i + Fr_i + Dor_i$, onde VI_i = valor de importância da espécie i . Por intermédio do VI é possível distinguir em uma comunidade arbórea que poucas espécies são socialmente importantes, as espécies com maior VI são as de grande importância social e espécies com valores baixos de VI são as de menor importância social. O VC despreza o descritor frequência relativa.

Os cálculos, acima, foram realizados por meio do programa FITOPAC 1 (SHEPHERD, 1995).

No exame da fitossociologia espacial vertical, realizou-se a estratificação vertical, obtida por intermédio da avaliação das alturas das árvores qualificadas no sistema de classificação sociológica, usou-se o respectivo critério: emergente = árvore com copa

desenvolvida, mais de 50 % livre de concorrência e acima do dossel (camada folhosa média), codominante = árvore do dossel com copa bem desenvolvidas, dominada = árvore com copa subdesenvolvida abaixo do dossel e arvoretas do sub-bosque, suprimida = árvore sem a chance de sobrevivência.

Usou-se a análise canônica de correspondência (CCA) para identificar a influência de variáveis ambientais sobre a composição de guildas ecológicas (TER BRAAK; 1987); analisou-se a matriz de variáveis ambientais preliminarmente, as mais efetivas na CCA selecionaram-se através do critério de informação *Akaike* (AIC) (BORCARD et al., 2011; OKSANEN et al., 2012).

Utilizou-se o teste de aleatorização de Monte Carlo (1.000 repetições) para o exame da significância dos autovalores dos eixos canônicos, através do teste de permutação F (BORCARD et al., 2011). Avaliou-se a significância da CCA, também, com o teste de permutação da estatística F . Os dados foram processados no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012), valendo-se dos pacotes BiodiversityR e Vegan (OKSANEN et al., 2012).

2 RESULTADOS

2.1 Descrição dos segmentos de posição de relevo

Detectou-se maior profundidade de solo nas unidades amostrais no topo do morro, seguidas das unidades amostrais situadas na base, e os solos mais rasos detectaram-se na encosta. Observou-se que na base, no sopé coluvial, ocorreu maior acúmulo de blocos de rochas que se desprendem e rolam da encosta, ocupando de 41 a 60% da superfície. Mas, maior afloramento rochoso ocorreu na encosta-superior, na declividade convexa de reptação, ocupando de 21 a 40% da superfície, onde os solos são menos profundos (Tabela 1).

Tabela 1 – Variáveis ambientais, altimetria e morfometria, da vertente do Morro do Botucaraí. U.A. = unidade amostral; curv. vertical = curvatura vertical; exp. solar = exposição solar da área; aflor. rocha = afloramento rochoso; T = topo; ES= encosta-superior; ME = meia-encosta; EI= encosta-inferior; B = base; 1 a 15 = unidades amostrais.

U.A.	Altitude	Declividade	desnível médio	curv. vertical	exp. solar	profundidade do solo	aflor. rocha	cobertura vegetal	Clareira
T12	560,96 ± 25,34	2,32 ± 4,21	0,9 ± 0,56	Retilíneo	NE	100,3 ± 20,77	0	51 ± 11,7	Volis
T13	580,6 ± 0,95	2,34 ± 1,51	0,1 ± 0,32	Retilíneo	NE	108,96 ± 19,26	0	70 ± 5,4	Elementar
T14	577,32 ± 4,03	14,01 ± 5,28	2,2 ± 1,47	Convexo	E	42,52 ± 15,31	0	53 ± 13,21	Volis
T15	567,32 ± 5,14	16,75 ± 5,6	2,4 ± 0,97	Retilíneo	S	71,16 ± 38,10	1	54 ± 6,8	Complexa
ES5	527,12 ± 15,37	44,3 ± 12	6,8 ± 5,01	Convexo	SO	18,52 ± 9,36	2	46 ± 7,15	Volis
ES6	499,04 ± 6,35	37,54 ± 4,42	4,5 ± 0,85	Côncavo	SE	16,80 ± 10,61	1	59 ± 25,52	Elementar
ME7	477,2 ± 8,97	45,05 ± 3,37	5,3 ± 2,91	Retilíneo	S	30,16 ± 17,47	0	57 ± 17,35	Complexa
ME8	439,64 ± 12,78	36,92 ± 3,57	5,8 ± 2,04	Côncavo	S	30,12 ± 12,46	0	60 ± 15,2	Complexa
ME9	419,04 ± 6,4	36,46 ± 5,29	3,7 ± 2,63	Côncavo	S	18,16 ± 8,67	0	46 ± 8,07	Complexa
EI10	394 ± 13,51	42,97 ± 8,97	8,9 ± 4,8	Convexo	SE	28,76 ± 14,50	1	39 ± 11,65	Complexa
EI11	349,04 ± 8,39	42,1 ± 5,17	5,4 ± 2,87	Côncavo	SE	17,64 ± 12,38	3	32 ± 8,57	Complexa
B1	332,84 ± 4,61	19,19 ± 9,2	3,8 ± 2,2	Côncavo	SE	28,28 ± 6,01	1	50 ± 12,75	Múltipla
B2	324,12 ± 1,33	10 ± 3,46	1 ± 0,82	Retilíneo	SO	21,20 ± 9,44	1	68 ± 17,66	Múltipla
B3	327,72 ± 3,34	2,36 ± 11,01	1,9 ± 1,29	Côncavo	N	51,20 ± 40,80	1	58 ± 13,17	Complexa
B4	319,36 ± 2,1	0,91 ± 1,06	1,2 ± 1,13	Retilíneo	SO	107,28 ± 26,57	0	49 ± 10,25	Complexa

Escala visual do afloramento rochoso (%): 0 = ausência; 1 = 1 a 20%; 2 = 21 – 40%; 3 = 41 – 60%; 4 = 61 – 80%; 5 = 81 – 100%. NE = Nordeste, E = Leste, S = Sul, SO = Suldoeste, SE = Suldeste, N = Norte. Unidades de medidas (altitude = m; declividade = graus; desnível médio = m; profundidade do solo = m).

As diferentes posições de segmento de relevo, doravante zonas ecológicas, caracterizam-se da seguinte maneira: no topo (altitude acima de 560m), declividade com infiltração e declividade intermediária de transporte; na encosta-superior (altitude de 499 a 527m), declive convexo de reptação e declividade intermediária de transporte; na meia-encosta (altitude de 419 a 477m), escarpa e declividade intermediária de transporte; na encosta-inferior (altitude de 349 a 394m), escarpa; e na base (altitude de 319 a 332m), sopé coluvial, declividade intermediária de transporte e declividade aluvial (Tabela 1).

A maior densidade de cobertura vegetal ocorreu no topo do morro na unidade amostral em que se registrou maior profundidade do solo, e menor densidades de cobertura vegetal foram detectadas na escarpa, onde os solos são mais rasos e notam-se maior distúrbio natural, as clareias múltiplas e complexas.

2.2 Composição florística

Na amostragem registraram-se 68 espécies distribuídas em 56 gêneros e 30 famílias botânicas. As famílias botânicas mais representativas quanto à riqueza de espécies foram Euphorbiaceae, Fabaceae e Myrtaceae (6 espécies), seguidas por Lauraceae (5 spp.), Meliaceae, Salicaceae, Sapindaceae (4 spp.) e Boraginaceae (3 spp.). Registraram-se 8 famílias botânicas constituídas por 2 espécies e 14 famílias botânicas por apenas 1 espécie (Tabela 2).

A família botânica com maior número de indivíduos foi Euphorbiaceae com 304 árvores (25,4% do total), seguida por Moraceae com 223 (18,6%), Meliaceae com 179 (15%) e Myrtaceae com 126 árvores (10,5%). As espécies com maior abundância foram *Actinosmon concolor* com 234 indivíduos (19,6% do total), *Sorocea bonplandii* com 220 (18,4%) e *Trichilia clausenii* com 161 indivíduos (13,5%), essas arvoretas são típicas do sub-bosque, sendo que *A. concolor* é tolerante a sombra e autocórica e *S. bonplandii* e *T. clausenii* são tolerante a sombra e zoocórica.

Tabela 2 – Florística (família, espécie e nome vulgar) e guildas ecológicas da comunidade arbórea do Morro do Botucaraí. Guilda de requerimento de luminosidade (P = pioneira, DL = demandante de luminosidade, TS = tolerante a sombra); guilda de dispersão de diásporos (Ane = anemocórica, Aut = autocórica, Zoo = zoocórica).

Família e Espécie	Nome vulgar	Guilda
Anacardiaceae		
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	bugreiro	P-Zoo
Annonaceae		
<i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer	ariticum	DL-Zoo
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	cortiça	TS-Zoo
Araliaceae		
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	caixeta	TS-Zoo
Areceaceae		
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	palmito-juçara	TS-Zoo
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	jeriva	DL-Zoo
Boraginaceae		
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.	guajuvira	DL-Ane
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	louro-mole	DL-Zoo
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Steud.	louro-pardo	DL-Ane
Cannabaceae		
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	esporão-de-galo	P-Zoo
Cardiopteridaceae		
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	pau-de-corvo	TS-Zoo
Celastraceae		
<i>Schaefferia argentinensis</i> Speg.		TS-Zoo
Ebenaceae		
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	baga-de-jacu	DL-Zoo
Euphorbiaceae		
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	laranjeira-do-mato	TS-Aut
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	tapiá	DL-Zoo
<i>Pachystroma longifolium</i> (Nees) I.M.Johnst.	mata-olho	TS-Zoo
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	pau-de-leite	P-Aut
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	leiteiro	DL-Aut
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp. & Endl.	canemuçu	P-Aut
Fabaceae		
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	corticeira-da-serra	DL-Zoo
<i>Inga marginata</i> Willd.	ingá-feijão	P-Zoo
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	pau-de-malho	DL-Ane
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allem.	cabreúva	DL-Ane
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	angico-vermelho	P-Ane
<i>Senegalia bonariensis</i> (Gillies) Seigler & Ebinger	unha-de-gato	DL-Ane

Família e Espécie	Nome vulgar	Guilda
Lamiaceae		
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	tarumã	DL-Zoo
Lauraceae		
<i>Aiouea saligna</i> Meisn.	canela-vermelha	TS-Zoo
<i>Nectandra lanceolata</i> Ness & Mart.	canela-amarela	DL-Zoo
<i>Nectandra megapotamica</i> Mez	canela-merda	DL-Zoo
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	canela-guaicá	DL-Zoo
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	canela	TS-Zoo
Meliaceae		
<i>Cabrarea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjerana	DL-Zoo
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	catiguá-morcego	TS-Zoo
<i>Trichilia claussenii</i> C.DC.	cafeiro-do-mato	TS-Zoo
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss	pau-de-ervilha	TS-Zoo
Moraceae		
<i>Ficus luschnathiana</i> Miq.	figueira-mata-pau	DL-Zoo
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger, Lanj. & Wess.Boer	cincho	TS-Zoo
Myrtaceae		
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg.	guabiroba	DL-Zoo
<i>Eugenia involucrata</i> D.C.	cereijera	DL-Zoo
<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand	batinga-branca	TS-Zoo
<i>Eugenia rostrifolia</i> D.Legrand	batinga-vermelha	DL-Zoo
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	guamirim	DL-Zoo
<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D.Legrand	guabiju	DL-Zoo
Nyctaginaceae		
<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	maria-mole	TS-Zoo
Phytolaccaceae		
<i>Phytolacca dioica</i> L.	umbu	P-Zoo
<i>Seguieria aculeata</i> Jacq.	limoeiro-do-mato	DL-Zoo
Piperaceae		
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth ex. C.DC.	pariparoba	P-Zoo
Primulaceae		
<i>Myrsine loefgrenii</i> (Mez) Otegui	capororoca	TS-Zoo
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	capororoca	DL-Zoo
Proteaceae		
<i>Roupala montana</i> Willd.	carvalho	TS-Zoo
Rosaceae		
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	pessegueiro-bravo	DL-Zoo
Rubiaceae		
<i>Randia fero</i> DC.	limoeiro-do-mato	TS-Zoo
Rutaceae		
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A.St.- Hil. & Tul.	mamica-de-cadela	DL-Zoo

Família e Espécie	Nome vulgar	Guilda
Salicaceae		
<i>Banara tomentosa</i> Clos	guaçatunga	DL-Zoo
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatonga	TS-Zoo
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	carvalhinho	P-Zoo
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	pitiá	TS-Zoo
Sapindaceae		
<i>Allophylus edulis</i> Radlk. ex. Warm.	vacunzeiro	DL-Zoo
<i>Allophylus guaraniticus</i> (A. St. Hil.) Radlk.	chal-chal	TS-Zoo
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	camboatá-vermelho	DL-Zoo
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	camboatá-branco	DL-Zoo
Sapotaceae		
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	aguaí	DL-Zoo
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	aguaí-vermelho	P-Zoo
Simaroubaceae		
<i>Picrasma crenata</i> Engl.	quássia	TS-Zoo
Solanaceae		
<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	coerana	P-Zoo
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	joá-manso	P-Zoo
Urticaceae		
<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	assa-de-peixe	P-Ane
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	urtigão-bravo	P-Zoo

O *ranking* de guildas ecológicas referente à riqueza de espécies foi o seguinte: dependente de luminosidade e zoocórica (27 espécies), tolerante a sombra e zoocórica (20 spp.), pioneira e zoocórica (11 spp.), dependente de luminosidade e anemocórica (5 spp.), pioneira e autocórica (2 spp.) e com apenas 1 espécie as categorias dependente de luminosidade e autocórica, pioneira e anemocórica e tolerante a sombra e autocórica. Observou-se, a ausência da guilda ecológica tolerante a sombra e anemocórica.

2.3 Fitossociologia espacial horizontal

Inventariaram-se 1.196 indivíduos vivos em 0,75ha, e 48 árvores mortas em pé. A densidade absoluta das árvores estimada foi de 1.594,67 indivíduos por 0,75ha e a área basal

total foi igual a 27,442m² por 0,75ha. Sendo que destes indivíduos 51,5% estão distribuídos nas espécies *Actinostemon concolor*, *Sorocea bonplandii* e *Trichilia clausenii*.

Com relação a frequência relativa das árvores verificou-se que as mais frequentes, foram: *Sorocea bonplandii*, *Actinostemon concolor*, *Trichilia clausenii*, *Eugenia rostrifolia*, *Nectandra megapotamica*, *Pachystroma longifolium* e *Cupania vernalis*, perfazendo 10,3% das árvores inventariadas.

Na dominância relativa destacaram-se: *Trichilia clausenii*, *Nectandra megapotamica*, *Pachystroma longifolium*, *Eugenia rostrifolia*, *Cupania vernalis*, *Sorocea bonplandii* e *Actinostemon concolor*, perfazendo 59,7% da dominância total.

No *ranking* das espécies com os maiores VI destacaram-se: *Trichilia clausenii*, *Sorocea bonplandii*, *Actinostemon concolor*, *Eugenia rostrifolia*, *Nectandra megapotamica*, *Pachystroma longifolium* e *Cupania vernalis*, perfazendo 157,73 do VI (52,6%). No *ranking* do VC constataram-se as mudanças nas espécies *A. concolor* que passou para o segundo lugar e *T. clausenii* que passou para o terceiro lugar, a espécie *S. bonplandii* assumiu o primeiro lugar.

Observaram-se, no *ranking* do VI, acima, que as espécies tolerantes a sombra e zoocórica constituem 82,7 do VI (27,6%), a única espécie tolerante a sombra e autocórica, constituiu 28,6 do VI (9,5%). E as espécies dependentes da luminosidade e zoocórica perfazem 46,4 do VI (15,4%).

Examinou-se a fitossociologia espacial horizontal e a composição de guildas ecológicas nas diferentes zonas ecológicas do morro (Tabela 3).

A zona ecológica com maior abundância foi o topo (405 indivíduos), seguido da base (318 ind.), encosta-superior (243 ind.), meia-encosta (131 ind.) e encosta-inferior (99 ind.) (Tabela 3); essas zonas ecológicas possuem áreas de diferentes dimensões.

As espécies com maior VI no topo, foram: *Sorocea bonplandii*, *Actinostemon concolor*, *Nectandra megapotamica*, *Pachystroma longifolium*, *Ocotea silvestris* e *Cupania vernalis*, constituem 153,67 do VI (51,2%). Relativo ao *ranking* do VC constatou as seguintes mudanças: *P. longifolium* passou para o terceiro lugar e *N. megapotamica* passou para o quarto lugar, *C. vernalis* passou para quinto lugar e *O. silvestris* passou para o sexto lugar no *ranking* (Tabela 3).

As espécies tolerantes a sombra e zoocórica constituem 77,71 do VI (25,9%); as espécies tolerantes a sombra e autocórica constituem 36,61 do VI (12,2%); por sua vez, as espécies dependentes da luminosidade e zoocórica, constituem 39,35 do VI (13,1%).

As espécies com maior VI na base, foram: *Actinostemon concolor*, *Sorocea bonplandii*, *Nectandra megapotamica*, *Urera baccifera* e *Cupania vernalis*, constituem 137,21 do VI (45,7%). E relativo ao *ranking* do VC constatou-se a mesma sequência atribuída ao VI (Tabela 3).

As espécies tolerantes a sombra e autocória constituem 39,88 do VI (13,3%); as espécies tolerantes a sombra e zoocórica constituem 32,05 do VI (10,7%); as espécies dependentes da luminosidade e zoocóricas constituem 43,61 do VI (14,5%); por sua vez, as espécies pioneiras e zoocórica, constituem 21,67 do VI (7,2%).

As espécies com maior VI na encosta-superior, foram: *Trichilia clausenii* e *Eugenia rostrifolia*, seguidas por *Roupala montana*, *Actinostemon concolor*, *Eugenia uruguayensis*, *Matayba elaeagnoides*, *Sebastiania brasiliensis*, *Sorocea bonplandii* e *Chrysophyllum gonocarpum*, constituem 175,27 do VI (58,4%). Relativo ao *ranking* do VC constatou as seguintes mudanças: *A. concolor* passou para o quinto lugar e *E. uruguayensis* passou para o quarto lugar, *M. elaeagnoides* passou para o sétimo lugar e *S. brasiliensis* para o sexto lugar no *ranking*.

As espécies tolerantes a sombra e zoocórica constituem 82,58 do VI (27,5%); as espécies dependentes da luminosidade e zoocórica constituem 63,73 do VI (21,2%); as espécies tolerantes a sombra e autocória constituem 16,66 do VI (5,5%) e as espécies dependente da luminosidade e autocória, constituem 12,31 do VI (4,1%).

As espécies com maior VI na meia-encosta, foram: *Trichilia clausenii*, *Sorocea bonplandii*, *Eugenia rostrifolia*, *Pachystroma longifolium* e *Actinostemon concolor*, constituem 205,14 do VI (68,4%). Relativo ao *ranking* do VC constatou-se a mesma sequência atribuída ao VI (Tabela 3).

As espécies tolerantes a sombra e zoocórica constituem 152,13 (50,7%); as espécies dependentes da luminosidade e zoocórica constituem 32,34 do VI (10,8%). as espécies tolerante a sombra e autocória, constituem 20,67 do VI (6,9%).

As espécies com maior VI na encosta-inferior, por sua vez, foram: *Trichilia clausenii*, *Eugenia rostrifolia*, *Myrcianthes pungens*, *Nectandra megapotamica* e *Sorocea bonplandii*, constituem 162,2 do VI (54,2%). Relativo ao *ranking* do VC constatou a mesma sequência atribuída ao VI (Tabela 3).

As espécies tolerantes a sombra e zoocórica constituem 88,9 do VI (29,6%); as espécies dependentes da luminosidade e zoocórica constituem 73,72 do VI (24,6%).

Tabela 3 – Fitossociologia espacial horizontal da vegetação arbórea no Morro do Botucarái; ab = abundância; Da = densidade absoluta, Dr = densidade relativa, Fa = frequência absoluta, Fr = frequência relativa, Doa = Dominância absoluta, Dor = dominância relativa, VI = valor de importância, VC = valor de cobertura, G.E. = guildas ecológicas (P = pioneira; DL = dependente da luminosidade, TS = tolerante a sombra, Ane = anemocóra, Aut = autócora, Zoo = zoócóra).

	Espécies	Ab	Dr	Fr	Dor	VI	VC	G.E.
Topo da montanha	<i>Sorocea bonplandii</i>	105	25,93	4,94	7,8	38,66	33,72	TS-Zoo
	<i>Actinostemon concolor</i>	105	25,93	4,94	5,75	36,61	31,67	TS-Aut
	<i>Nectandra megapotamica</i>	13	3,21	4,94	12,6	20,7	15,76	DL-Zoo
	<i>Pachystroma longifolium</i>	17	4,2	3,7	11,7	19,56	15,86	TS-Zoo
	<i>Ocotea silvestris</i>	17	4,2	4,94	10,4	19,49	14,55	TS-Zoo
	<i>Cupania vernalis</i>	32	7,9	3,7	7,05	18,65	15,0	DL-Zoo
	<i>Trichilia claussenii</i>	16	3,95	3,7	3,4	11,05	7,35	TS-Zoo
	<i>Matayba elaeagnoides</i>	10	2,47	3,7	4,4	10,57	6,87	DL-Zoo
	<i>Alchornea triplinervia</i>	5	1,23	3,7	4,56	9,5	5,8	DL-Zoo
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	8	1,98	4,94	2,05	8,97	4,03	DL-Zoo
	<i>Allophylus edulis</i>	7	1,73	4,94	2,19	8,86	3,92	DL-Zoo
	<i>Casearia sylvestris</i>	10	2,47	3,7	1,97	8,15	4,44	P-Zoo
	<i>Eugenia rostrifolia</i>	8	1,98	3,7	2,13	7,81	4,1	DL-Zoo
	<i>Cabranea canjerana</i>	4	0,99	2,47	3,76	7,21	4,74	DL-Zoo
	<i>Eugenia ramboi</i>	8	1,98	3,7	1,25	6,93	3,23	TS-Zoo
	<i>Ficus luschnathiana</i>	2	0,49	2,47	3,87	6,84	4,37	DL-Zoo
	<i>Aiouea saligna</i>	4	0,99	2,47	2,18	5,64	3,17	TS-Zoo
	<i>Roupala montana</i>	2	0,49	2,47	1,97	4,93	2,46	TS-Zoo
	<i>Ocotea puberula</i>	2	0,49	1,23	2,78	4,51	3,27	DL-Zoo
	<i>Zanthoxylum petiolare</i>	4	0,99	2,47	0,94	4,4	1,93	DL-Zoo
	<i>Myrocarpus frondosus</i>	2	0,49	2,47	1,43	4,4	1,93	DL-Ane
	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	3	0,74	2,47	0,23	3,44	0,97	DL-Aut
	<i>Diospyros inconstans</i>	2	0,49	2,47	0,45	3,42	0,95	DL-Zoo
	<i>Myrsine loefgrenii</i>	2	0,49	1,23	1,15	2,88	1,65	TS-Zoo
	<i>Vitex megapotamica</i>	1	0,25	1,23	1,11	2,59	1,35	DL-Zoo
	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	1	0,25	1,23	0,66	2,14	0,91	DL-Zoo
	<i>Cordia ecalyculata</i>	1	0,25	1,23	0,65	2,13	0,9	DL-Zoo
	<i>Annona neosalicifolia</i>	1	0,25	1,23	0,4	1,88	0,65	DL-Zoo
	<i>Euterpe edulis</i>	2	0,49	1,23	0,15	1,88	0,64	DL-Zoo
	<i>Cordia trichotoma</i>	2	0,49	1,23	0,12	1,85	0,62	DL-Ane
	<i>Nectandra lanceolata</i>	1	0,25	1,23	0,22	1,7	0,47	DL-Zoo
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1	0,25	1,23	0,21	1,69	0,46	DL-Zoo
	<i>Guarea macrophylla</i>	1	0,25	1,23	0,14	1,62	0,39	TS-Zoo
	<i>Eugenia uruguayensis</i>	1	0,25	1,23	0,11	1,59	0,35	DL-Zoo
<i>Banara tomentosa</i>	1	0,25	1,23	0,1	1,58	0,34	DL-Zoo	
<i>Solanum sanctae-catharinae</i>	1	0,25	1,23	0,08	1,57	0,33	P-Zoo	
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	1	0,25	1,23	0,08	1,56	0,32	DL-Zoo	

	Espécies	Ab	Dr	Fr	Dor	VI	VC	G.E.
	<i>Annona rugulosa</i>	1	0,25	1,23	0,05	1,53	0,29	TS-Zoo
	<i>Inga marginata</i>	1	0,25	1,23	0,04	1,52	0,28	P-Zoo
		405	100	100	100	300	200	
Base da montanha	<i>Actinostemon concolor</i>	85	26,73	5,26	7,88	39,88	34,61	TS-Aut
	<i>Sorocea bonplandii</i>	67	21,07	5,26	5,72	32,05	26,79	TS-Zoo
	<i>Nectandra megapotamica</i>	9	2,83	5,26	15,5	23,56	18,3	DL-Zoo
	<i>Urera baccifera</i>	31	9,75	5,26	6,66	21,67	16,41	P-Zoo
	<i>Cupania vernalis</i>	11	3,46	3,95	12,6	20,05	16,1	DL-Zoo
	<i>Inga marginata</i>	18	5,66	5,26	5,05	15,98	10,71	P-Zoo
	<i>Trichilia claussenii</i>	11	3,46	3,95	7,17	14,58	10,63	TS-Zoo
	<i>Pachystroma longifolium</i>	6	1,89	2,63	7,82	12,34	9,7	TS-Zoo
	<i>Euterpe edulis</i>	11	3,46	5,26	1,66	10,38	5,12	DL-Zoo
	<i>Allophylus edulis</i>	3	0,94	2,63	6,72	10,3	7,67	DL-Zoo
	<i>Cestrum intermedium</i>	9	2,83	2,63	2,64	8,1	5,47	P-Zoo
	<i>Boehmeria caudata</i>	8	2,52	3,95	1,05	7,51	3,56	P-Ane
	<i>Casearia sylvestris</i>	4	1,26	3,95	2,23	7,44	3,49	P-Zoo
	<i>Guarea macrophylla</i>	7	2,2	3,95	1,2	7,35	3,4	TS-Zoo
	<i>Myrcarpus frondosus</i>	3	0,94	2,63	3,53	7,11	4,48	DL-Ane
	<i>Cabralea canjerana</i>	4	1,26	3,95	0,97	6,18	2,23	DL-Zoo
	<i>Eugenia rostrifolia</i>	3	0,94	3,95	1,16	6,05	2,1	DL-Zoo
	<i>Myrcianthes pungens</i>	4	1,26	2,63	1,43	5,32	2,69	DL-Zoo
	<i>Eugenia ramboi</i>	2	0,63	2,63	0,71	3,97	1,34	TS-Zoo
	<i>Alchornea triplinervia</i>	2	0,63	1,32	1,34	3,29	1,97	DL-Zoo
	<i>Machaerium paraguariense</i>	1	0,31	1,32	1,43	3,06	1,74	DL-Ane
	<i>Phytolacca dioica</i>	1	0,31	1,32	1,21	2,84	1,52	P-Zoo
	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	1	0,31	1,32	1,1	2,73	1,42	P-Aut
	<i>Sapium glandulosum</i>	1	0,31	1,32	0,93	2,56	1,25	P-Aut
	<i>Schefflera calva</i>	2	0,63	1,32	0,39	2,33	1,02	TS-Zoo
	<i>Erythrina falcata</i>	1	0,31	1,32	0,53	2,16	0,85	DL-Ane
	<i>Solanum sanctaecatharinae</i>	2	0,63	1,32	0,19	2,14	0,82	P-Zoo
	<i>Cordia trichotoma</i>	1	0,31	1,32	0,27	1,9	0,58	DL-Ane
	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	1	0,31	1,32	0,21	1,84	0,52	DL-Zoo
	<i>Celtis iguanaea</i>	1	0,31	1,32	0,2	1,83	0,52	P-Zoo
	<i>Myrsine loefgrenii</i>	1	0,31	1,32	0,1	1,73	0,41	TS-Zoo
	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	1	0,31	1,32	0,1	1,73	0,41	DL-Aut
	<i>Senegalia bonariensis</i>	1	0,31	1,32	0,06	1,69	0,37	DL-Ane
<i>Ficus luschnathiana</i>	1	0,31	1,32	0,05	1,68	0,37	DL-Zoo	
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i>	1	0,31	1,32	0,05	1,68	0,36	TS-Zoo	
<i>Eugenia involucrata</i>	1	0,31	1,32	0,04	1,67	0,36	DL-Zoo	
<i>Allophylus guaraniticus</i>	1	0,31	1,32	0,04	1,67	0,36	TS-Zoo	
<i>Piper gaudichaudianum</i>	1	0,31	1,32	0,04	1,67	0,35	P-Zoo	
		318	100	100	100	300	200	

	Espécies	Ab	Dr	Fr	Dor	VI	VC	G.E.
Encosta-superior da montanha	<i>Trichilia clausenii</i>	53	21,81	4	26,2	51,97	48,0	TS-Zoo
	<i>Eugenia rostrifolia</i>	21	8,64	4	9,59	22,23	18,23	DL-Zoo
	<i>Roupala montana</i>	13	5,35	2	11	18,33	16,33	TS-Zoo
	<i>Actinostemon concolor</i>	25	10,29	4	2,37	16,66	12,66	TS-Aut
	<i>Eugenia uruguayensis</i>	26	10,7	2	3,95	16,65	14,65	DL-Zoo
	<i>Matayba elaeagnoides</i>	8	3,29	4	6,21	13,5	9,5	DL-Zoo
	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	19	7,82	2	2,49	12,31	10,31	DL-Aut
	<i>Sorocea bonplandii</i>	15	6,17	4	2,1	12,28	8,28	TS-Zoo
	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	6	2,47	4	4,88	11,35	7,35	DL-Zoo
	<i>Pachystroma longifolium</i>	2	0,82	4	5,16	9,98	5,98	TS-Zoo
	<i>Diospyros inconstans</i>	6	2,47	4	3,5	9,97	5,97	DL-Zoo
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	6	2,47	4	2,83	9,3	5,3	DL-Zoo
	<i>Cupania vernalis</i>	2	0,82	4	3,17	7,99	3,99	DL-Zoo
	<i>Xylosma pseudosalzmanii</i>	4	1,65	4	0,59	6,23	2,23	TS-Zoo
	<i>Cordia ecalyculata</i>	2	0,82	4	1,35	6,17	2,17	DL-Zoo
	<i>Myrcianthes pungens</i>	2	0,82	4	1,11	5,93	1,93	DL-Zoo
	<i>Nectandra megapotamica</i>	2	0,82	2	2,83	5,65	3,65	DL-Zoo
	<i>Banara tomentosa</i>	2	0,82	4	0,77	5,59	1,59	DL-Zoo
	<i>Myrocarpus frondosus</i>	2	0,82	4	0,56	5,38	1,38	DL-Ane
	<i>Casearia sylvestris</i>	5	2,06	2	0,59	4,65	2,65	P-Zoo
	<i>Cordia trichotoma</i>	1	0,41	2	2,22	4,63	2,63	DL-Ane
	<i>Casearia decandra</i>	4	1,65	2	0,75	4,4	2,4	TS-Zoo
	<i>Citronella paniculata</i>	1	0,41	2	1,59	4,01	2,01	TS-Zoo
	<i>Pisonia ambigua</i>	1	0,41	2	1,35	3,76	1,76	TS-Zoo
	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2	0,82	2	0,88	3,71	1,71	DL-Zoo
	<i>Allophylus edulis</i>	2	0,82	2	0,32	3,14	1,14	DL-Zoo
	<i>Allophylus guaraniticus</i>	2	0,82	2	0,2	3,02	1,02	TS-Zoo
	<i>Lithraea brasiliensis</i>	2	0,82	2	0,18	3,0	1,0	P-Zoo
	<i>Annona neosalicifolia</i>	1	0,41	2	0,47	2,89	0,89	DL-Zoo
	<i>Inga marginata</i>	1	0,41	2	0,29	2,7	0,7	P-Zoo
	<i>Randia ferox</i>	1	0,41	2	0,28	2,69	0,69	TS-Zoo
	<i>Picrasma crenata</i>	1	0,41	2	0,12	2,53	0,53	TS-Zoo
	<i>Schaefferia argentinensis</i>	1	0,41	2	0,08	2,49	0,49	TS-Zoo
<i>Eugenia ramboi</i>	1	0,41	2	0,05	2,46	0,46	TS-Zoo	
<i>Myrsine loefgrenii</i>	1	0,41	2	0,05	2,46	0,46	TS-Zoo	
		243	100	100	100	300	200	

	Espécies	Ab	Dr	Fr	Dor	VI	VC	G.E.
Meia encosta da montanha	<i>Trichilia clausenii</i>	43	32,82	8,82	53,2	94,83	86,01	TS-Zoo
	<i>Sorocea bonplandii</i>	27	20,61	8,82	5,01	34,45	25,62	TS-Zoo
	<i>Eugenia rostrifolia</i>	17	12,98	8,82	10,5	32,34	23,51	DL-Zoo
	<i>Pachystroma longifolium</i>	8	6,11	8,82	7,92	22,85	14,03	TS-Zoo
	<i>Actinostemon concolor</i>	14	10,69	8,82	1,16	20,67	11,85	TS-Aut
	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	4	3,05	8,82	2,91	14,79	5,97	DL-Zoo
	<i>Cordia americana</i>	2	1,53	2,94	5,99	10,46	7,52	DL-Ane
	<i>Nectandra megapotamica</i>	1	0,76	2,94	5,61	9,32	6,37	DL-Zoo
	<i>Myrcianthes pungens</i>	2	1,53	5,88	1,9	9,31	3,42	DL-Zoo
	<i>Allophylus guaraniticus</i>	1	0,76	2,94	1,7	5,41	2,47	TS-Zoo
	<i>Urera baccifera</i>	2	1,53	2,94	0,42	4,89	1,95	P-Zoo
	<i>Cupania vernalis</i>	1	0,76	2,94	1,01	4,72	1,78	DL-Zoo
	<i>Picrasma crenata</i>	1	0,76	2,94	0,57	4,28	1,34	TS-Zoo
	<i>Eugenia uruguayensis</i>	1	0,76	2,94	0,47	4,18	1,24	DL-Zoo
	<i>Chrysophyllum marginatum</i>	1	0,76	2,94	0,46	4,17	1,23	P-Zoo
	<i>Prunus myrtifolia</i>	1	0,76	2,94	0,4	4,11	1,17	DL-Zoo
	<i>Machaerium paraguariense</i>	1	0,76	2,94	0,24	3,94	1	DL-Ane
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1	0,76	2,94	0,22	3,92	0,98	DL-Zoo
	<i>Seguiera aculeata</i>	1	0,76	2,94	0,13	3,84	0,89	DL-Zoo
	<i>Solanum sanctaecatharinae</i>	1	0,76	2,94	0,08	3,79	0,85	P-Zoo
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	1	0,76	2,94	0,05	3,75	0,81	DL-Aut	
		131	100	100	100	300	200	
Encosta-inferior da montanha	<i>Trichilia clausenii</i>	38	38,38	6,67	30,4	75,46	68,8	TS-Zoo
	<i>Eugenia rostrifolia</i>	16	16,16	6,67	15,7	38,54	31,87	DL-Zoo
	<i>Myrcianthes pungens</i>	5	5,05	3,33	9,54	17,92	14,59	DL-Zoo
	<i>Nectandra megapotamica</i>	2	2,02	3,33	11,9	17,26	13,92	DL-Zoo
	<i>Sorocea bonplandii</i>	6	6,06	6,67	0,72	13,45	6,78	TS-Zoo
	<i>Cordia trichotoma</i>	2	2,02	6,67	3,99	12,68	6,01	DL-Ane
	<i>Cordia americana</i>	2	2,02	3,33	6,43	11,78	8,45	DL-Ane
	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	2	2,02	6,67	2,06	10,74	4,08	DL-Zoo
	<i>Parapiptadenia rigida</i>	2	2,02	3,33	4,81	10,16	6,83	P-Ane
	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	2	2,02	6,67	0,4	9,09	2,42	DL-Aut
	<i>Actinostemon concolor</i>	5	5,05	3,33	0,41	8,79	5,46	TS-Aut
	<i>Urera baccifera</i>	3	3,03	3,33	1	7,37	4,03	P-Zoo
	<i>Alchornea triplinervia</i>	1	1,01	3,33	2,75	7,09	3,76	DL-Zoo
	<i>Pachystroma longifolium</i>	1	1,01	3,33	2,45	6,8	3,46	TS-Zoo
	<i>Allophylus edulis</i>	1	1,01	3,33	1,96	6,3	2,97	DL-Zoo
	<i>Inga marginata</i>	2	2,02	3,33	0,66	6,01	2,68	P-Zoo
	<i>Annona neosalicifolia</i>	1	1,01	3,33	1,67	6,01	2,68	DL-Zoo
	<i>Boehmeria caudata</i>	2	2,02	3,33	0,54	5,89	2,56	P-Ane
	<i>Banara tomentosa</i>	1	1,01	3,33	0,88	5,22	1,89	DL-Zoo
	<i>Diospyros inconstans</i>	1	1,01	3,33	0,79	5,14	1,8	DL-Zoo

Espécies	Ab	Dr	Fr	Dor	VI	VC	G.E.
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	1	1,01	3,33	0,68	5,02	1,69	P-Zoo
<i>Guarea macrophylla</i>	1	1,01	3,33	0,12	4,47	1,13	TS-Zoo
<i>Trichilia elegans</i>	1	1,01	3,33	0,07	4,41	1,08	TS-Zoo
<i>Cupania vernalis</i>	1	1,01	3,33	0,06	4,4	1,07	DL-Zoo
	99	100	100	100	300	200	

2.4 Fitossociologia espacial vertical

De modo geral, na estratificação vertical detectaram-se três camadas folhosas:

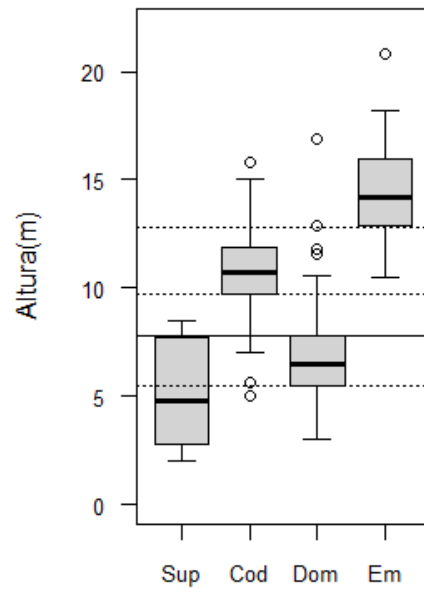
No topo, delimitaram-se três camadas folhosas: inferior, altura igual ou acima de 5,5m e abaixo ou igual a 9,7m; média, altura acima de 9,7m e menor ou igual a 12,8m; superior, altura acima de 12,8m; a concentração de árvores suprimidas foi abaixo de 7,8m de altura (Figura 1a).

Na base, delimitaram-se três camadas folhosas: inferior, altura igual ou acima de 4,7m e abaixo ou igual a 9,9m; média, altura acima de 9,9m e menor ou igual a 11,8m; superior, altura acima de 11,8m; a concentração de árvores suprimidas foi abaixo de 4,7m de altura (Figura 1b).

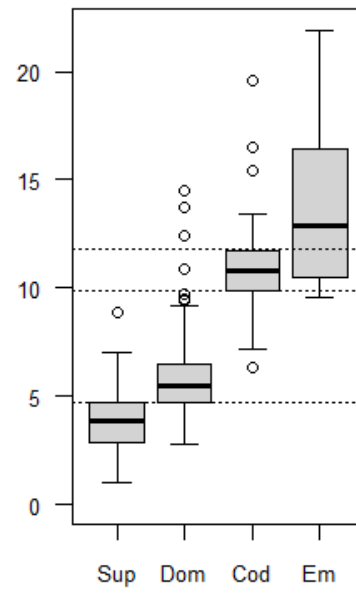
Na encosta-superior, delimitaram-se três camadas folhosas: inferior, altura igual ou acima de 5,2m e abaixo ou igual a 7,1m; média, altura acima de 7,1m e menor ou igual a 10m; superior com altura acima de 10m; a concentração de árvores suprimidas foi abaixo de 6,0m de altura (Figura 1c).

Na meia-encosta, delimitaram-se três camadas folhosas: inferior, altura igual ou acima de 5,8m e abaixo ou igual a 9,6m; média, altura acima de 9,6m e menor ou igual a 14,6m; superior, altura acima de 14,6m; a concentração de árvores suprimidas foi abaixo de 6,0 m de altura (Figura 1d).

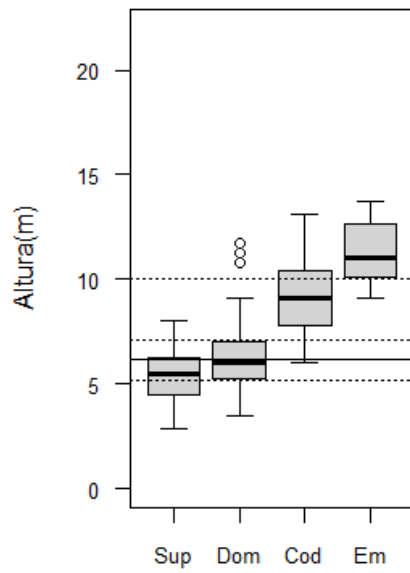
Por sua vez, na encosta-inferior delimitaram-se três camadas folhosas: inferior, altura igual ou acima de 5,5m e abaixo ou igual a 9,5m; média, altura acima de 9,5 m e menor ou igual a 11,7 m; superior, com altura acima de 11,7 m; a concentração de árvores suprimidas foi abaixo de 5,5 m de altura (Figura 1e)



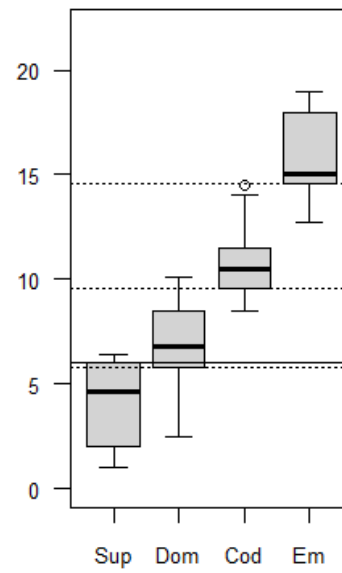
(a)



(b)



(c)



(d)

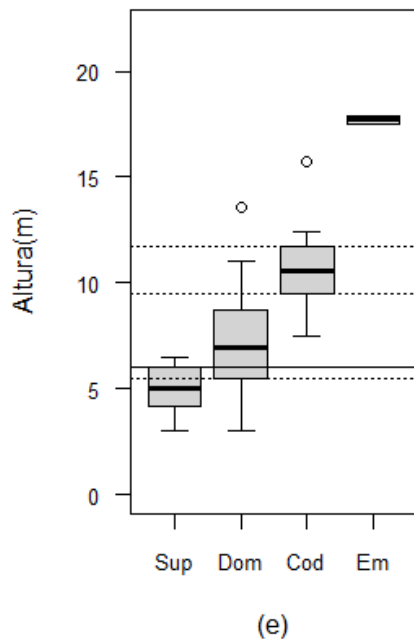


Figura 1 – Estratificação vertical da comunidade arbórea nas zonas ecológicas. ((a) topo, (b) base, (c) encosta-superior, (d) meia-encosta e (e) encosta-inferior) no Sul do Brasil na Floresta Subtropical; estratificação vertical: Sup = árvores suprimidas, Dom = árvores dominadas (estrato inferior), Cod = árvores codominantes (estrato médio), Em = árvores emergentes (estrato superior); linha tracejada demarca os limites entre as camadas folhosas inferior, média e superior ou as concentrações de camadas das copas das árvores; linha inteira demarca a concentração das árvores suprimidas.

Em síntese, o *ranking* da composição de guildas ecológicas e representatividade de árvores verificaram-se: tolerante a sombra e zoocórica (TS-Zoo) predominaram, sendo representada por *Trichilia claussenii*, *Sorocea bonplandii* e *Pachystroma longifolium*; seguidas por dependente de luminosidade e zoocórica (DL-Zoo), representada por *Eugenia rostrifolia*, *Nectandra megapotamica* e *Cupania vernalis*; tolerante a sombra e autocórica (TS-Aut), representada por *Actinostemon concolor*; pioneira e zoocórica (P-Zoo), representada por *Inga marginata*, *Ureca baccifera* e *Cestrum intermedium*; dependente da luminosidade e autocórica (DL-Aut), representada por *Sebastiania brasiliensis*; dependente da luminosidade e anemocórica (DL-Ane), representada por *Cordia trichotoma*, *C. americana*, *Myrcarpus frondosus* e *Machaerium paraguariense*; pioneira e anemocórica (P-Ane) representada por *Parapiptadenia rigida* e pioneira e autocórica (P-Aut), representada por *Sapium glandulosum* e *Tetrorchidium rubrivenium*.

Tabela 4 – Riqueza de espécies (%) e número de indivíduos (%) da composição de guildas ecológicas nas diferentes zonas ecológicas. Guilda luminosidade (P = pioneira, DL = dependente de luminosidade, TS = tolerante a sombra); guilda de dispersão dos diásporos (Ane = anemócora, Aut = autocóra, Zoo = zoócóra); E.inferior = encosta-inferior, M.encosta = meia-encosta, E.superior = encosta-superior.

riqueza de espécies						
Guildas	Base	E.inferior	M.encosta	E.superior	Topo	Morro (Σ)
DL-Ane	4 (10%)	2 (8%)	2 (9%)	2 (6%)	2 (5%)	5 (7%)
DL-Aut	1 (3%)	1 (4%)	1 (5%)	1 (3%)	1 (3%)	1 (1%)
DL-Zoo	12 (32%)	12 (46%)	9 (43%)	14 (40%)	22 (56%)	27 (40%)
P-Ane		1 (4%)				1 (1%)
P-Aut	2 (5%)					2 (3%)
P-Zoo	9 (24%)	4 (15%)	3 (14%)	3 (9%)	3 (8%)	11 (16%)
TS-Aut	1 (3%)	1 (4%)	1 (5%)	1 (3%)	1 (3%)	1 (1%)
TS-Zoo	9 (24%)	5 (19%)	5 (24%)	14 (40%)	10 (26%)	20 (29%)
Σ	38	26	21	35	39	68
número de indivíduos						
Guildas	Base	E.inferior	M.encosta	E.superior	Topo	Morro (Σ)
DL-Ane	6 (2%)	4 (4%)	3 (2%)	3 (1%)	4 (1%)	20 (2%)
DL-Aut	1 (0,3%)	2 (2%)	1 (1%)	19 (8%)	3 (1%)	26 (2%)
DL-Zoo	51 (16%)	31 (31%)	29 (22%)	88 (36%)	108 (27%)	307 (26%)
P-Ane		2 (2%)				2 (0,2%)
P-Aut	2 (1%)					2 (0,2%)
P-Zoo	75 (24%)	8 (8%)	4 (3%)	8 (3%)	12 (3%)	107 (9%)
TS-Aut	85 (27%)	5 (5%)	14 (11%)	25 (10%)	105 (25,9%)	234 (20%)
TS-Zoo	98 (31%)	47 (47%)	80 (61%)	100 (41%)	173 (43%)	498 (42%)
Σ	318	99	131	243	405	1196

No espectro da composição de guildas ecológicas nas diferentes zonas ecológicas observaram-se: as árvores tolerantes a sombra e zoocórica predominaram em todas as zonas ecológicas e em todas as camadas folhosas, seguidas por árvores dependentes da luminosidade e zoocórica, tolerantes a sombra e autocórica, os demais guildas ecológicas foram pouco representativos; as arvoretas tolerantes a sombra e autocórica predominaram, de modo geral, na camada inferior; predominaram os indivíduos que se concentraram na camada folhosa inferior, ou seja, ocorreu maior número de árvores dominadas; a camada folhosa média foi representativa na estratificação vertical no topo e na encosta-superior, porém, foi menos representativa nas demais zonas ecológicas; a camada folhosa superior é representada por poucas árvores, principalmente, na meia-encosta e na encosta-inferior (Figura 2).

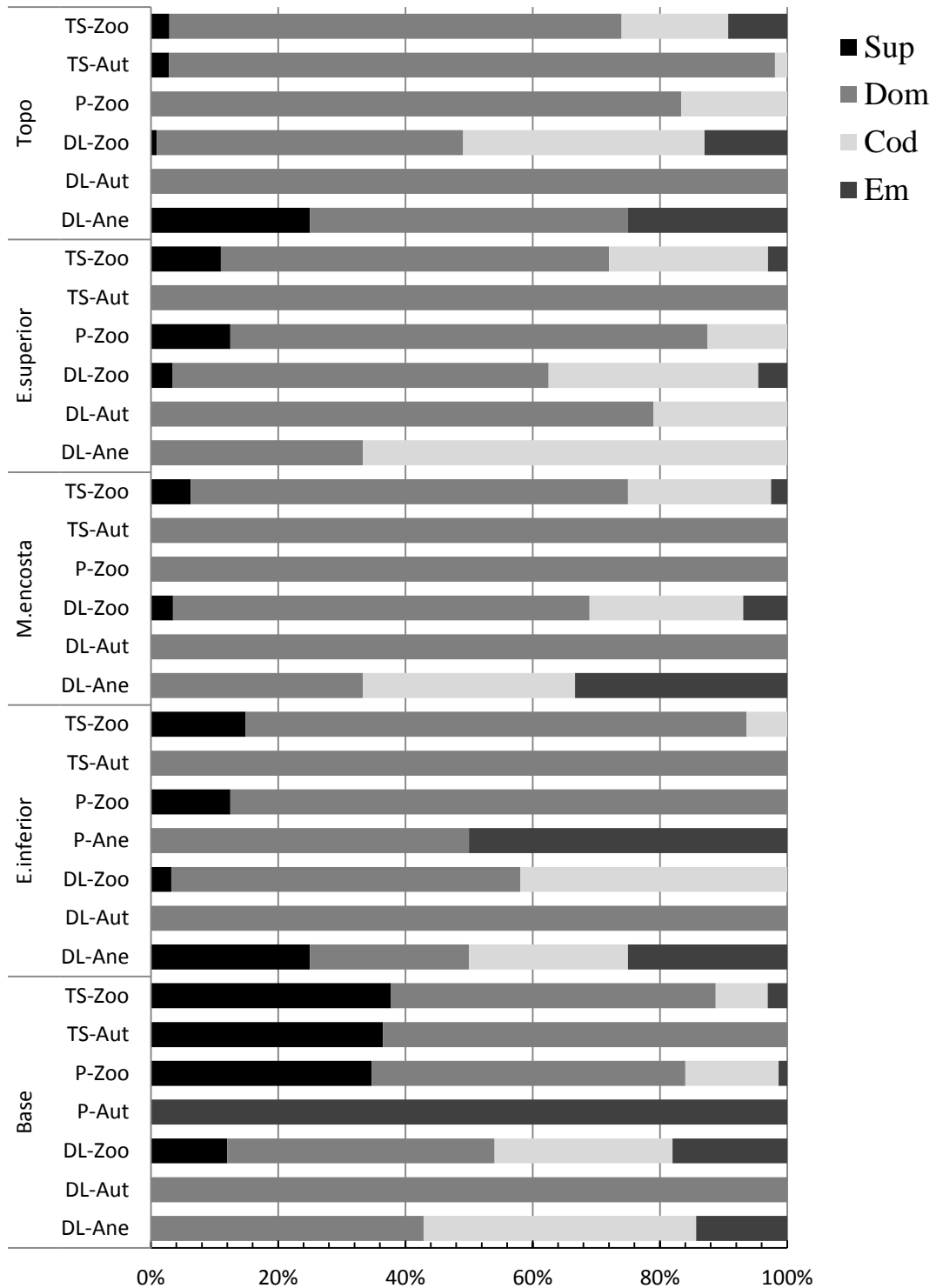


Figura 2 – Proporções de guildas ecológicas em relação à estratificação vertical da vegetação arbórea nas diferentes zonas ecológicas. Guildas de luminosidade (P = pioneira, DL = dependente de luminosidade, TS = tolerante a sombra); guildas de dispersão dos diásporos (Ane = anemocórica, Aut = autocórica, Zoo = zoocórica); E.inferior = encosta-inferior, M.encosta = meia-encosta, E.superior = encosta-superior Su = suprimida, Do = dominada, Co = dominada, Em = emergente.

2.5 Composição de guildas ecológicas e variáveis ambientais

O diagrama de análise exploratória de ordenação detectou que a composição de guildas ecológicas se relacionou com as seguintes variáveis: altitude, declividade, exposição solar e profundidade do solo.

Os autovalores dos dois primeiros eixos da CCA (eixo 1 = 0,11; eixo 2 = 0,06) foram baixos, isto é, os gradientes são muito curtos. Os dois eixos explicam 41,3 % da variância acumulada, o restante corresponde à proporção da variância não explicada.

A correlação linear das matrizes espécie-ambiente foi 0,51 (regular) para o eixo 1 e 0,28 (fraca) para o eixo 2. A correlação linear do eixo 1 (CCA1) com as variáveis profundidade do solo (-0,75) e a declividade (0,74), foram fortes; e com altitude (-0,50) foi regular. A correlação linear do eixo 2 (CCA2) com a exposição solar (0,85) foi forte.

No modelo de CCA reduzido verificam-se que as variáveis: profundidade do solo ($F = 3,61$; $p < 0,01\%$), exposição solar ($F = 2,68$; $p < 0,05$), altitude ($F = 2,48$; $p < 0,05$) e declividade ($F = 2,1$; $p < 0,05$) foram significativas, conforme o teste de permutação da estatística F (OKSANEN, 2012; BORCARD et al., 2011; GARDENER, 2014). O valor do teste de permutação da estatística F para os eixos individuais CCA1 e CCA2 foram, respectivamente, 5,50 ($p < 0,01\%$) e 3,10 ($p < 0,01\%$), considerados significativos. O modelo da CCA foi significativo ($F = 3,61$, $p < 0,01\%$).

A representação gráfica da CCA no plano fatorial I e II das coordenadas de composição de guildas ecológicas e das variáveis ambientais revela um padrão de distribuição espacial na vertente do morro (Figura 3).

Assim, a composição de guilda ecológicas dependente da luminosidade e autocórica está fracamente, sob o efeito da exposição solar; a profundidade do solo condiciona de forma fraca, à distribuição de espécies pioneira e autocórica e de espécies tolerante a sombra e autocórica; a declividade condiciona fracamente, os efeitos de espécies dependente da luminosidade e zoocórica, mas condiciona fortemente os efeitos sob o grupo de espécies pioneira e anemocórica. Por sua vez, a composição de guildas ecológicas de espécie pioneira e zoocórica e de espécies dependente da luminosidade e anemocórica estão relacionadas com altitude.

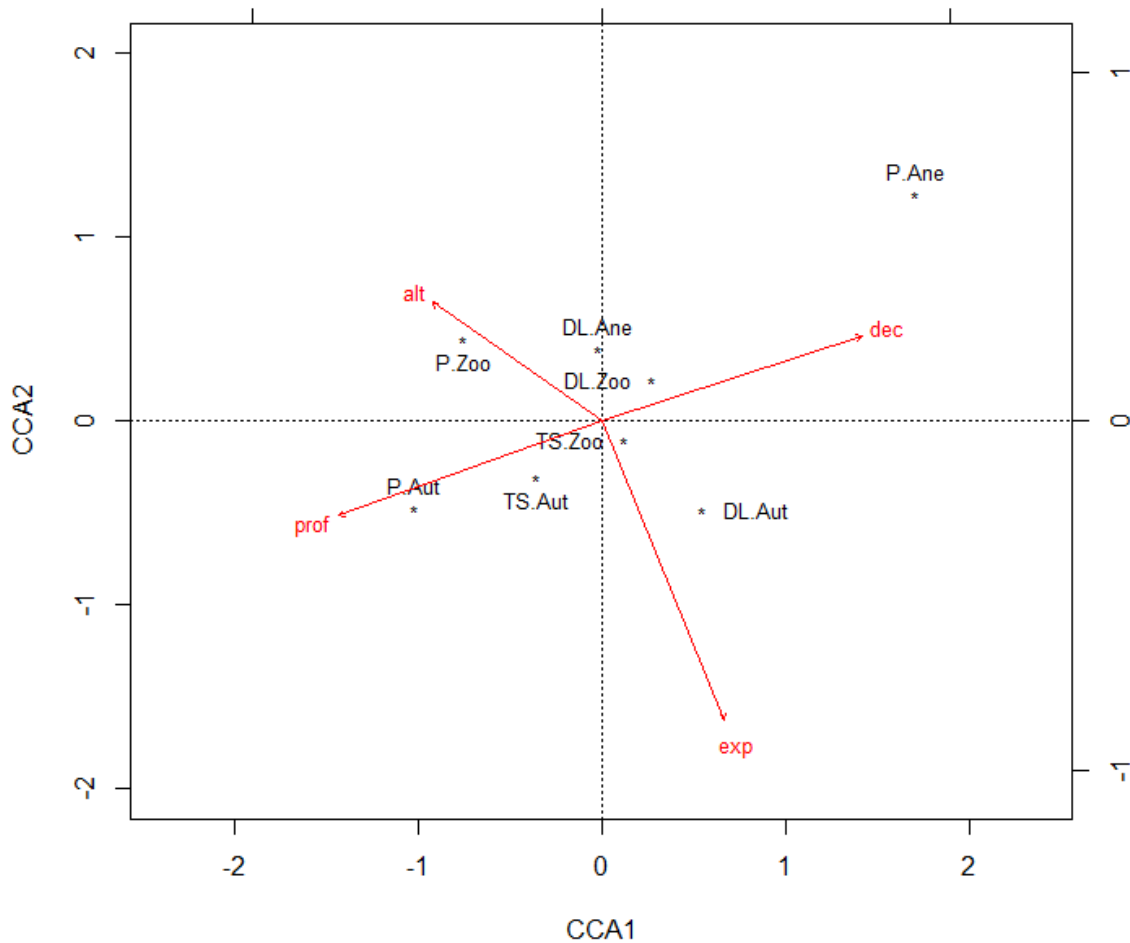


Figura 3 – Diagrama da análise de correspondência canônica (CCA) de variáveis ambientais e composição de guildas ecológicas. alt = altitude; dec = declividade; exposição solar; prof = profundidade do solo; P-Aut = pioneira e autocórica; P-Zoo = pioneira e zoocórica; DL-Ane = dependente de luminosidade e anemocórica; DL-Aut = dependente de luminosidade e autocórica; DL-Zoo = dependente de luminosidade e zoocórica; TS-Aut = tolerantes a sombra e autocórica; TS-Zoo = tolerantes a sombra e zoocórica.

Na posição central do diagrama verifica-se a guilda ecológica de espécie tolerante a sombra e zoocórica que se distribuem de modo indiferente às variáveis restritivas, sendo menos exigente e de maior plasticidade em relação às variáveis analisadas.

3 DISCUSSÕES

Na vertente do morro detectou-se que os processos geomorfológicos geram a heterogeneidade espacial e, dessa maneira, foi possível constatar nas diferentes zonas ecológicas particularidades na florística, estrutura ecológica, fitossociologia espacial e dinâmica da comunidade arbórea.

No entanto, a florística é pouco dissimilar aos inventários realizados no centro do Estado, devido, principalmente, a ocorrência de *Euterpe edulis* e *Roupala montana*, estando em conformidade ao estudo de Sühs et al. (2010).

De modo geral, as famílias botânicas estão em concordância aos estudos de Longhi et al. (1986), Tabarelli (1992), Alberti et al. (2000), Longhi et al. (2000), Nascimento et al. (2000), Budke et al. (2005), Lindenmaier & Budke (2006), Giehl et al. (2007), Sühs et al. (2010) e Kilca e Longhi (2011).

As espécies com maior valor sociológico (VI) foram às arvoretas típicas da camada folhosa inferior (sub-bosque), consideradas como espécies clímax (VACCARO, 1997), assim, indicaram a fase de maturidade da comunidade arbórea.

Trichilia clausenii se destacou com maior VI, principalmente, devido a sua dominância relativa, porém, em geral é uma árvore de pequeno porte, desse modo, o valor da dominância relativa está fortemente relacionado com a densidade relativa, ou seja, os indivíduos possuem valores de área basal consideráveis, mas a elevada densidade relativa faz com que esta espécie detenha maior área basal; em muitos indivíduos o tronco é perfilhado, contribuindo para o incremento da área basal. Em geral, é arvoreta típica da camada folhosa inferior, mas a de maior porte, alcançando, muitas vezes, a camada folhosa média; predominou na encosta.

As espécies *Sorocea bonplandii* e *Actinostemon concolor* se destacaram devido à elevada densidade relativa, ambas têm o mesmo VI, entretanto, *S. bonplandii* possui maior dominância relativa e *A. concolor* maior densidade relativa, predominaram no topo e na base do morro.

Por conseguinte, deduziu-se a repartição do nicho de luminosidade no interior da camada folhosa inferior, onde *Trichilia clausenii*, em muitos casos, atingiu à camada folhosa média, seguida, abaixo por *Sorocea bonplandii* e *Actinostemon concolor*, com necessidades de distintas qualidades e quantidades de luminosidade. A comunidade arbórea do morro

detém maior representatividade de arvoretas tolerante a sombra e zoocórica, seguidas por tolerante a sombra e autocórica.

As espécies *Eugenia rostrifolia*, *Nectandra megapotamica*, *Pachystroma longifolium* e *Cupania vernalis* tiveram o VI elevado devido ao porte, ou seja, elevada dominância relativa, sendo frequentes nas zonas ecológicas. Observaram-se na camada folhosa média e superior. *E. rostrifolia* possui maior densidade relativa e frequência relativa e *N. megapotamica* maior dominância relativa, seguida por *P. longifolium* e *C. vernalis*. As espécies *E. rostrifolia*, *N. megapotamica* e *C. vernalis* são elementos típicos na Floresta Estacional Subtropical no centro do Estado, dessas, somente *P. longifolium* é tolerante a sombra e emergente, exigente às condições de luminosidade.

Demais espécies tiveram baixos valores sociais (VI), porém, determinaram a elevada riqueza de espécies, contribuindo para o incremento da diversidade biológica alfa, além de vários mecanismos e estratégias de estabelecimento de plântulas, desenvolvimento e dispersão de diásporos, que corroboram na manutenção e estabilidade da comunidade arbórea diante de distúrbios naturais e perturbações.

No topo e na base as espécies com maior valor de importância, foram *Sorocea bonplandii* e *Actinostemon concolor* e na encosta foi *Trichilia clausenii*. Este fenômeno relaciona-se à topografia e luminosidade, no topo e na base do morro, a topografia é relativamente plana e, desse modo, proporciona as condições mais adequadas ao estabelecimento de plântulas e desenvolvimento, conseqüentemente, nestes locais ocorreram maior número de árvores, isto é, maior adensamento das árvores formando os ambientes de maior densidade de cobertura vegetal, de tal modo, que a camada folhosa inferior ou abaixo tende a receber menor luminosidade.

Na encosta, o estabelecimento das plântulas e o desenvolvimento são prejudicados por deslizamentos, desmoronamentos e solos rasos, entre outros distúrbios naturais, conseqüentemente, esses locais possuem menos árvores e maior luminosidade, e de certa forma, favorece o desenvolvimento de *Trichilia clausenii*.

A encosta do morro, em estudo, se encontra na orientação Sul, e desse modo, recebe menor incidência de luminosidade durante o período do inverno; a penetração da luminosidade no interior da vegetação arbórea sofre influências do ângulo de incidência da radiação solar devido à topografia inclinada.

Com base em Odum (1988), Ricklefs (1994), Puig (2008) e Whitmore (2010) a luminosidade desempenha funções essenciais na vegetação arbórea, pois as variações em sua

intensidade e composição de seu espectro influenciam o crescimento, reprodução e produtividade das comunidades arbóreas e, indiretamente, na fitossociologia espacial. A diminuição da intensidade luminosa no interior da vegetação arbórea varia evidentemente em função da forma, densidade de cobertura vegetal, agitação das folhas e ângulo de incidência dos raios solares.

As zonas ecológicas são constituídas por florística pouco dissimilar, mas as mudanças na fitossociologia espacial são evidentes demonstrando as distintas fases de dinâmica ou homeostasia, e desse modo, os mosaicos florestais, isto é, unidades de vegetação em diferentes fases de silvigênese.

No topo do morro detectou-se a fase de homeostasia, conforme o exame das espécies registradas, fato relacionado à topografia relativamente plana, a história de ocupação do local e ao difícil acesso antrópico. Já a base e a encosta se encontram em fase de dinâmica, conforme a representatividade das espécies características da sucessão ecológica inicial avançada e ao elevado número de árvores suprimidas.

Segundo Longhi et al. (1986) na base do morro, devido ao fácil acesso, ocorreram maior exploração de madeiras, e de fato, constataram-se muitos cepos, inclusive, se verificaram clareiras e efeitos de borda, como as estradas para retirada de madeiras e plantações de cultivo agrícola cíclico, como fumo e milho.

Na estratificação vertical examinaram-se três camadas folhosas, que variaram quanto à densidade, altura e amplitude, entre as zonas ecológicas. As camadas folhosas foram rarefeitas nas unidades amostrais instaladas na encosta, principalmente, a camada folhosa superior, esse fenômeno ocorre devido à declividade (solos rasos, deslizamento e desmoronamento) e, portanto, o efeito de alavanca deve ser intenso, ficando as árvores emergentes mais vulneráveis aos distúrbios naturais, principalmente, ao vento, inclusive, se observou maior número de clareiras complexas e múltiplas.

A composição de guildas ecológicas com maior riqueza de espécies foram as dependentes da luminosidade e zoocórica, seguidas por tolerantes a sombra e zoocórica, porém a maior representatividade de indivíduos tolerantes a sombra e zoocórica ou autocórica, devido principalmente às arvoretas típicas da camada folhosa inferior.

A guilda ecológica autocórica possui três estratégias de requerimento de luminosidade: *Actinostemon concolor* tolerante a sombra predomina na camada folhosa inferior; *Sebastiania brasiliensis* dependente da luminosidade foi registrada na camada folhosa inferior e com

poucos indivíduos na camada folhosa média; e as espécies pioneiras *Sapium glandulosum* e *Tetrorchidium rubrivenium* registradas na camada folhosa superior.

A estratégia autocórica é eficiente na dispersão dos diásporos a curta distância, sendo localmente muito eficaz refletindo na elevada densidade relativa de *Actinostemon concolor* e na distribuição de *Sebastiania brasiliensis*. No entanto, a diferença de abundância dessas espécies deve estar relacionada à densidade da comunidade arbórea, favorecendo a espécie tolerante a sombra. Segundo Marchiori (2000), *Actinostemon concolor* desenvolveu o mecanismo de competição interespecífico com outras plantas durante o estabelecimento inicial, suportando elevadas densidades.

A guilda ecológica anemocórica possui duas estratégias de requerimento de luminosidade, dependentes da luminosidade com ampla distribuição no local de estudo e a pioneira, restrita na encosta-inferior. Em geral, as espécies anemocóricas dependentes de luz ocorrem em todas as camadas folhosas e a pioneira ocorreu somente na camada folhosa superior. Neste sentido, as espécies anemocóricas dependentes da luminosidade devem se relacionar com o período estacional da floresta subtropical que permite a dispersão dos diásporos com maior eficiência no período de perda das folhas, principalmente, as espécies da família Fabaceae, havendo a necessidade de estudos que examinem a sincronia entre a dispersão dos diásporos e a queda das folhas.

Por sua vez, a guilda ecológica zoocórica possui as espécies pioneiras, dependentes de luminosidade e tolerantes a sombra. As tolerantes a sombra predominaram nas zonas ecológicas e nas camadas folhosas, seguida por dependentes da luminosidade e pioneiras. O predomínio de zoocóricas é padrão nas comunidades arbóreas neotropical, em florestas tropicais e subtropicais, afirmando a importância da fauna nos mecanismos de dispersão dos diásporos. Ressalta-se a necessidade de estudos que avaliem se os frugívoros são especialistas ou generalistas, se seus itinerários e comportamento orientam os fluxos dos diásporos.

Evidenciaram-se quatro variáveis ambientais relacionadas à composição de guildas ecológicas; a proporção da variação do modelo não explicada induz a refletir que fatores estocásticos ponderaram sobre o ambiente essencialmente na distribuição das espécies e, de modo geral, a disponibilidade de água, nutrientes são fatores preponderantes (COSTA, 2010), além do agente dispersor.

A estimativa dos descritores de fitossociologia espacial permitiu estabelecer os valores sociológicos para as espécies, e desse modo, observou-se que a vegetação arbórea está constituída por zonas ecológicas com distintas fitossociologia espacial e dinâmica florestal.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Da mensuração das variáveis de altimetria e morfometria, pode-se concluir que:

- Os diferentes segmentos de posição do relevo representados pelas unidades de perfil representam a heterogeneidade espacial dos processos geomorfológicos, os quais originam distintas zonas ecológicas na vertente caracterizadas por uma fitossociologia espacial e dinâmica florestal.
- A composição de guildas ecológicas relacionou-se com as variáveis: altitude, declividade, exposição solar e profundidade do solo. As demais, variações correspondem ao ruído, isto é, a porção de variáveis abióticas e bióticas não contempladas neste estudo.

Da análise da florística nas diferentes zonas ecológicas conclui-se:

- A vegetação arbórea do Morro do Botucarái diferencia-se de locais inventariados na região Central do Estado devido, principalmente, a ocorrência de *Euterpe edulis* e *Roupala montana*, além de *Pachystroma longifolium* e *Ocotea silvestris*.
- A florística entre as diferentes zonas ecológicas foram poucos dissimilares, algumas espécies foram peculiares a determinados ambientes, como *Ocotea silvestris* que ocorreu somente no topo e *Roupala montana* no topo e, principalmente, na encosta-superior. *Trichilia clausenii* predominou nas zonas ecológicas da encosta e *Actinostemon concolor* e *Sorocea bonplandii* foram predominantes nos ambientes de topografia relativamente plana.

Da análise da fitossociologia espacial horizontal concluiu-se:

- As espécies com maior valores social foram *Trichilia clausenii*, *Sorocea bonplandii* e *Actinostemon concolor*, *Eugenia rostrifolia*, *Nectandra megapotamica*, *Pachystroma longifolium* e *Cupania vernalis*. As três primeiras são típicas do sub-bosque e são espécies clímax; indicando a fase de maturidade da vegetação arbórea.
- Nas zonas ecológicas de topografia plana as espécies com maior valores social foram *Sorocea bonplandii* e *Actinostemon concolor*; nas zonas ecológicas de topografias inclinadas a espécie com maior valor social foi *Trichilia clausenii*, este fenômeno

está relacionado ao adensamento da vegetação e ângulo de incidência da radiação solar.

Da análise da fitossociologia vegetal vertical, conclui-se que:

- As diferentes zonas ecológicas são representadas por três camadas folhosas, as quais possuem valores de densidades, de alturas e de amplitudes distintas.
- A florística é bastante similar na camada folhosa inferior entre as distintas zonas ecológicas, porém, na camada folhosa média e superior é dissimilar.

Da análise da composição de guildas ecológicas conclui-se que:

- Nas zonas ecológicas da vertente do morro ocorrem diferentes proporções da composição de guilda ecológicas, sendo que as árvores tolerantes a sombra e zoocóricas predominaram em todas as zonas ecológicas e em todas as camadas folhosas da estratificação vertical, seguidas das árvores dependentes da luminosidade e zoocóricas ou das tolerantes a sombra e autocóricas.
- A caracterização dos processos de sucessões ecológicas secundárias e silvigênese é essencial para estratégias de manutenção e conservação de comunidades arbóreas, inclusive, no desenvolvimento de sistemas silviculturais visando o manejo ecológico e sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTI, L. F.; HIRT, J. A. N.; MACHADO JUNIOR, D. B. F. ; STECKEL, M. ; TOMBINI, C. S. ; LONGHI, S. J. . Aspectos florísticos e síndromes de dispersão das espécies arbóreas do morro de Santo Antônio, Santa Maria-RS.. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 22, p. 145-160, 2000.

BUDKE, J. C.; ATHAYDE, E. A.; GIEHL, E. L. H.; ZÁCHIA, R. A.; EISINGER, S. M. Composição Florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. *IHERINGIA*, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 60, n. 1. p. 17-24, jan/jun. 2005.

CALEGARIO *et al.* Estratificação em Alturas para Floresta Natural Heterogênea: uma proposta metodológica. *Revista Cerne*, v.1, n.1, p. 58 - 63, 1994.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical Ecology with R**. Local: Springer, 2011. 306 p.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species species in the light of sucessional process. *Turrialba*, v.15, n. 1, p. 40-42, 1965

COSTA, M. P. **Ecologia da vegetação arbórea na Serra de São Domingos, Poços de Caldas (MG)**. Lavras: UFLA, 2010. 129 p.

DESLOW, J. S. Gap partitioning among tropical rainforest trees. *Biotropical*, 12:47-55. Supplement.

GIEHL, E. L. H.; ATHAYDE, E. A.; BUDKE, J. C.; GESING, J. P. A.; EINSINGER, S. M.; CANTO-DOROW. Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbórea em uma floresta estacional no sul do Brasil. *Acta bot. Bras.* 21(1): 137–145. 2007.

FAUTH, J. E; BERNARDO, J.; CAMARA, M.; RESETARITS, J. ; VAN BUSKIRK, S. A. Simplifying the Jargon of Community Ecology: A conceptual approach. **American Naturalist**. Volume 147, Issue 2 (Feb, 1996). 282-286.

FÁVERO, A. A.; FIGUEIRA, M; ANDRIOLLO, D. D.; COSTA, M. P.; LONGHI, S. J. Florística e estrutura de uma comunidade arbórea na Floresta Estacional Subtropical. In:

SEMINÁRIO SOBRE INVENTÁRIO FLORESTAL, 2., 2011, Blumenau, SC. **Annais...** Blumenau, SC: FURB, 2011. p. ...-...

FELFELI, J. M.; CARVALHO, F. A.; LIBANO, A. M.; VENTUROLI, F.; PEREIRA, B. A. S.; MACHADO, E. L.M. Análise Multivariada: princípios e métodos em estudos de vegetação. In: JEANINI, M. F. et al. (Org.). **Fitosociologia no Brasil: métodos de estudos de casos: volume I.** Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011, cap. 4, p. 122-155.

FIGUEIRA, M.; FÁVERO, A. A.; ANDRIOLLO, D., D.; COSTA, M. P.; LONGHI, S. J. Síndromes de dispersão em uma floresta estacional subtropical, Santa Maria, RS, Brasil. X Congresso de Ecologia do Brasil, 16 a 22 de setembro de 2011. São Lourenço – MG.

FINOL, H. Nevos parâmetros a considerar-se em el análisis estructural de las sevas virgenes tropicales. **Ver. For. Venez.**, Merida, v.14, n.21, p.29-42, 1971.

GALETTI, M.; PIZO, M. A.; MORELLATO, P. C. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: CULLEN, L.; VALLADARES-PADUA, C.; RUDRAN, R.. (Orgs.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre.** 1 ed. Curitiba - PR: Editora de UFPR, 2003, cap. 14, p. 395-422.

GANDOLFI, S. Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do Aeroporto Internacional de São Paulo, município de Guarulhos, SP. Campinas: UNICAMP, 1991. 232 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 1991.

GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H.; BEZERRA, C. L. Levantamento Florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma Floresta Mesófila Semidecídua no município de Guarulhos, SP. *Revista brasileira de biologia.* V. 55, n. 4, nov. 1995. Parte II

GIEHL, E. L. H. Padrões estruturais e funcionais do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, Parque Estadual do Turvo, rio Uruguai, sul do Brasil. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 64 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2007.

GIONGO, C.; WAECHTER, J. L. Composição florística e espectro de dispersão das espécies arbóreas de uma florsta mista com *Podocarpus*, Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 333-335, jul. 2007.

GOMEZ-POMPA, A. Studies on the secondary succession of tropical lowland: the life cycles of secundar species. In: Proceedings of the First International Congress of Ecology, La Haye. 1974. P. 336-342.

GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **Princípios de estatísticas em ecologia**. Porto Alegre: Artmed. 2011. 528 p.

GUILHERME, F. A. G.; MORELLATO, L. P. C.; ASSIS, M. A. Horizontal and vertical tree community structure in a lowland Atlantic Rain Forest, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, p. 725, 2004.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia Vegetal**. 2ª ed. Editora: Artimed. Porto Alegre. 2009. 592 p.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, n. 13, p. 201-228. 1983.

HUGHES, L.; DUNLOP, M.; FRENCH, K. LIESHMAN, M. R; RICE B.; RODGERSON, L.; WESTOBY, M. Predicting dispersal spectra: a minimal set of hypotheses based on plant attributes. *Journal of Ecology* 82: 933-950. 1994.

KRAY, J. G. Estrutura e estratégias de dispersão do componente arbóreo em uma floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã. Porto Alegre: UFRGS, 2010. 54 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2010.

JANZEN, D. H. *Ecologia vegetal nos trópicos*. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária/Editora da Universidade de São Paulo. 1980.

LAMPRECHT, H. Ensayo sobre la estructura florística del parte sur-oriental del bosque universitario " El Caimital " Estado Baridas. **Ver. For. Venez.**, v. 7, n. 10-11, p. 77-119, 1964.

LAMBRECH, H. **Silvicultura nos Trópicos**: ecossistema florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Eschborn: GTZ, 1990. 343p.

LIMA, R. A. F. Estrutura e regeneração de clareiras em Florestas Pluviais Tropicais. **Revista Brasil. Bot.**, V.28, n.4, p. 651-670, out-dez. 2005

LINDENMAIER, D. S.; BUDKE, J. C. Florística, Diversidade e Distribuição Espacial das espécies arbóreas em uma Floresta Estacional na Bacia do Rio Jacuí, Sul do Brasil. **Persquisas Botânicas**, São Leopoldo, n. 57, p. 193-216, 2006.

Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 14 nov. 2014

LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., no sul do Brasil**. Curitiba: UFPR, 1980. 198 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 1980.

LONGHI, S. J.; ARAÚJO, M. M.; KELLING, M. B.; HOPPE, J. M.; MÜLLER, I.; BORSOI, G. A. Aspectos fitossociológicos de fragmento da floresta estacional decidual, Santa Maria, Rs. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.2, p. 59-74, 2000.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas: das bixáceas às rosáceas**. Santa Maria, Editora da Universidade Federal de Santa Maria. 2000. 271p.

MARCHIORI, J. N. C.. A vegetação em Santa Maria. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n. 38, p. 91-112, jan./jun. 2009.

MORELLATO, L. P. C.; LEITO-FILHO, H. F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. Pp: 112 – 140. In: MORELLATO, L. P. C. (Org.). **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Campinas, São Paulo: UNICAMP. 321 p.

MULLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Wiley. 1974. 542 p

NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; ALVAREZ FILHO, A.; GOMES, G. S. Análise da diversidade florística e dos sistemas de dispersão de sementes em um fragmento florestal na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Napaea**, Porto Alegre, v. 12, p. 49-67, 2000.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Interamericana. 1985.

OKSANEN, J. F. G.; BLANCHET, R.; KINDT, P. LEGENDRE, R. B. O'HARA, G. L. SIMPSON, P. SOLYMOS, M. HENRY, H. STEVENS; H. WAGNER. **Vegan: Community ecology package**. R package version 1.17.2<http://CRAN.R-project.org/package=vegan>. 2012.

OLDEMAN, R. A. A. Architecture and energy Exchange of dicotyledonous trees in the forest. In (Org.): TOLIMSON, P. B.; ZIMMERAMANN, M. H. **Tropical trees as living systems**. Cambridge University Press. Cambridge. London – New York – Melbourne. 2010. cap. IV, p 535 – 560.

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

PIRES-O'BRIEN, M. J.; O'BRIEN, C. M. Aspectos evolutivos da fenologia reprodutiva das árvores tropicais. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1995. 25p.

PUIG, H. **A floresta úmida**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 496p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM R: A language and environment for statistical computing R. Foundation for Statistical Computing 2012. <<http://www.R-project.org>> Acesso em 10 dez.2012.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 3ª ed. Guanabara koogan. 1996. 470 p.

RODRIGUES, R. R. A. A sucessão florestal. In: MORELLATO, P. C.; LEITÃO FILHO, H. F. (Orgs.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana**: Reserva de Santa Genebra. Campinas: Anais... UNICAMP, p. 30-36. 136 p, 1995

RONDON-NETO, R. M.; WATZLAWICK, L. F.; CALDEIRA, M. V. Diversidade florística e síndromes de dispersão de diásporos das espécies arbóreas de um fragmento de floresta ombrófila mista. **Revista Ciências exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 3, n. 2, p. 209-216, 2001.

SANQUETTA. Análise da Estrutura Vertical de Florestas através do Diagrama h-M. **Revista Ciências Florestais**, Santa Maria v.5, n.1,p. 55-68, Santa Maria, 1995.

SCIPIONI, M. C.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Composição florística e estratégias de dispersão e regeneração de grupos florísticos em florestas estacionais decíduais do Rio Grande do Sul. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 43, n. 2, p. 241-254, abr./jun. 2013.

SHEPHERD, G. J. 1995. **FITOPAC 1**: manual do usuário. Campinas, SP: Departamento de Botânica, UNICAMP.

SOUZA D. R., SOUZA A. L.; Vasconcellos J. R. Emprego de Análise Multivariada para Estratificação Vertical de Florestas Inequiâneas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.1, p.59-63, Viçosa, 2003.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas**: estrutura, dinâmica e manejo. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013. 322p. il.; 29cm

SÜHS, B. R.; PUTZKE J.; BUDKE; J. C. Relações Florístico-Geográficas na Estrutura de uma Floresta na Região Central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 3, p. 635-646, jul./set.2010.

SWAINE, M. D.; HALL, J. B. **Early succession on cleared forest land in Ghana**. J. Ecology, (71): 601 – 27, 1983.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio*, n. 75, p. 81-86,1988.

TABARELLI, M. Flora arbórea da floresta estacional baixo-montana no município de Santa Maria, RS, Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Instituto Florestal, 1992. p. 260-268.

VACCARO, S.. LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subsere de uma floresta estacional decidual, no município de Santa Tereza – RS. *Ciência Florestal*, Santa Maria. V.9. n.1,p.1-18. 1999

VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica**: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Rio de Janeiro: Intreiciência, 2000. 117p.

VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica**: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. 2º. ed. Rio de Janeiro: Intreiciência, 2012. 168p.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 3. Ed. New York: Springer-Verlag, 1982, 215 p.

VEIGA, C. L. Observaciones ecologicas sobre los bosques de roble de la Sierra Boyacá, Colombia. *Turrialba*, v.16, n.3, p.286-296, 1966.

VIANA, V. M. Seed dispersal and gap regeneration of tropical tree species. Cambridge Massachusetts, Harvard University. 1989. 270p. Tese de Doutorado.

WHITMORE, T. C. Gaps in the forest canopy. In: TOMLINSON; ZIMMERMAN. **Tropical trees as living systems**. London, Cambridge Univ. Press, 1978. P. 639-655.

WHITMORE, T. C. Tropical Rain Forest dynamics and its implications for management. In: GOMES-POMPA, A; WHITMORE, T. C. HADLEY, M. **Rain forest regeneration and management**. Paris UNESCO and The Part Eeonon Publishing Group. 1990. p.67-89.

WHITMORE, T. C. Gaps in the forest canopy. In (Org.): TOLIMSON, P. B.; ZIMMERAMANN, M. H. **Tropical trees as living systems**. Cambridge University Press. Cambridge. London – New York – Melbourne. 2010. cap. IV, p 639 – 655.

CONCLUSÃO

Os resultados dos três capítulos apresentados demonstram que a vegetação arbórea do Morro do Botucaraí possui uma heterogeneidade ambiental condicionada por inúmeras variáveis físicas, químicas e biológicas. Entre as variantes físicas destacam-se as oriundas da altimetria e a morfometria que condicionam, em parte, a modificação na florística, na estrutura ecológica, na fitossociologia espacial e na dinâmica florestal, permitindo, desse modo, delectar distintas zonas ecológicas nas diferentes posições de segmento de relevo.