



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

ALESSANDRA GONÇALVES CORLETA

**ECOLOGIA DA REGENERAÇÃO E RESTAURAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREO-
ARBUSTIVAS EM SAVANAS: O PAPEL DAS ÁRVORES NUCLEADORAS**

Boa Vista, RR
2008

ALESSANDRA GONÇALVES CORLETA

**ECOLOGIA DA REGENERAÇÃO E RESTAURAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREO-
ARBUSTIVAS EM SAVANAS: O PAPEL DAS ÁRVORES NUCLEADORAS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Recursos Naturais – PRONAT da Universidade Federal de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção de título de Mestre em Recursos Naturais. Área de concentração: Bioprospecção.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Imbrózio
Barbosa

Boa Vista, RR
2008

Dedico ao meu avô João (*in memoriam*),
devido ao carinho com que recolhia as
sementes na praça, em seus passeios matinais,
e as guardava para me presentear. A Ana
Carolina e a Maria Fernanda, minhas
“sementes” mais valiosa.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Roraima (UFRR), em nome do PRONAT por ofertar um Curso de Mestrado em Recursos Naturais. Ao meu orientador Reinaldo Imbrozio Barbosa por contribuir para realização desse trabalho e principalmente pela paciência, compromisso e compreensão.

Ao Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA/RR, em nome do dedicado Prof. Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa, por aceitar em me “re-orientar” e pela confiança demonstrada.

Ao PPBIO pela cedência da área de estudo no Campus do Cauamé.

Aos coordenadores do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Prof. Dr. Marcos José Salgado Vital e Prof^a. Dr^a. Gardênia Holanda Cabral, pelo apoio e colaboração. Aos professores que se dedicaram e oportunizaram a troca de saberes.

Ao meu amigo colaborador Moisés Mourão Junior pelo incentivo, dedicação, paciência e sua inteligência inspiradora. A Mariana Cunha Melo, que esteve sempre disposta a me acompanhar nas coletas. Aos meus chefes e colegas de trabalho pela motivação. Aos meus colegas de curso, principalmente àqueles mais próximos pelo incentivo.

Agradeço a Deus por me oportunizar mais essa benção. Ao meu pai, também meu “pãe”, Bira, exemplo de dedicação à família, por ajudar a cuidar da Ana e fazer tantas outras tarefas para me poupar.

Ao Dinho, meu esposo, pela dedicação e carinho com sempre cuidou da Ana sendo, muitas vezes, “pãe”, pai e mãe, e também pela compreensão que dispensava quando acumulavam-se tarefas enquanto eu estava estudando.

“Tenha a grandeza de mudar quando
necessário e a coragem de sempre recomeçar”.

João Catarin Mezomo

RESUMO

O objetivo deste estudo foi o de entender os padrões de restauração e autorregeneração sob a influência da área da copa de quatro espécies arbóreas (árvores-berçário ou nucleadoras) dominantes na região das savanas (lavrados) de Roraima, extremo norte da Amazônia brasileira: *Curatella americana* L., *Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K., *Byrsonima coccolobifolia* Kunth e *Roupala montana* Aubl. O estudo levou em conta a composição, a riqueza (S) e a diversidade (Shannon-Weaver) de plantas arbóreo-arbustivas encontradas sob a copa destas espécies nucleadoras, além de fazer uma comparação dos resultados através do índice de similaridade de Sørensen. Também foram avaliados os estágios de vida (plântula, jovem e estabelecido) e o padrão de distribuição espacial destes indivíduos arbóreo-arbustivos sob as copas das espécies avaliadas. Os resultados demonstraram que as árvores-berçário estudadas possuem preferências de estabelecimento fortemente vinculadas aos fatores edáficos, notadamente textura e saturação por alumínio, e que isto está refletido na diversidade de plantas sob seu domínio de copa. Quanto ao efeito nucleador das espécies estudadas, constatou-se que a auto-regeneração é marcante, principalmente nas espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* (48% para *B. crassifolia* e 46% para *B. coccolobifolia*) e em menor grau em *R. montana* (12 %) e *C. americana* (6%). A riqueza e a diversidade de plantas arbóreo-arbustivas foram maiores sob a copa de *C. americana* (S = 16; H' = 1,389-1,824), enquanto que as demais tiveram índices menores: *R. montana* (S = 13; H' = 1,453-1,992), *B. coccolobifolia* (S = 12; H' = 0,669) e *B. crassifolia* (S = 10; H' = 0,864-1,908). A maioria dos indivíduos arbóreo-arbustivos encontrados sob a área de influência da copa de *B. coccolobifolia* foi de *B. coccolobifolia* (46%), enquanto que de *B. crassifolia* 48% foram de auto-regeneração. Sob *C. americana*, a espécie *Randia formosa* esteve presente com 33%; e sob *R. montana* as espécies *Connarus favosus* e *B. crassifolia* possuíam 23%. Das espécies inventariadas sob a copa dos indivíduos nucleadores, foi constatado que *B. crassifolia*, *Eugenia punicifolia*, *Erythroxylum suberosum* e *Xylopia aromatica* são espécies sem exigência nutricional para seu estabelecimento, enquanto *C. americana* e *Rourea grosourdyana* exigem basicidade. Os resultados sugerem que as condições de estresse ambiental constante (sazonalidade marcante do regime pluviométrico e solos de baixa fertilidade natural), associado à forte pressão antropogênica (fogo), transmitem às espécies nucleadoras deste ecossistema um importante papel na manutenção e formação da diversidade vegetal das savanas de Roraima, pois geram efeitos favoráveis ao recrutamento e à manutenção de espécies regionais. A substituição destas espécies-berçário (resistentes e adaptadas às condições locais) por outras exóticas (não adaptadas) pode causar efeitos danosos ao ambiente, com consequências diretas relacionadas à perda da biodiversidade regional. As árvores-berçário das savanas de Roraima são constituintes de todo o sistema de restauração ambiental.

Palavras-chave: Savanas. Roraima. Árvores-berçário. Regeneração.

ABSTRACT

The objective of this study was understand the restoration and self-regeneration patterns under the influence of the crown of four dominant tree species (nursery-tree or nucleation-tree) in the Roraima's savanna (lavrado), northern of Brazilian Amazonia: *Curatella americana* L., *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K, *Byrsonima coccolobifolia* Kunth and *Roupala montana* Aubl. The study took into account the composition, richness (S) and diversity index (Shannon-Weaver) of tree and scrub plants surveyed under the crown of these nucleation species, besides to take a comparison of results through the Sørensen' index of similarity. Were also assessment the ontogenetic stages (sapling, young and established) and the spatial distribution pattern of these individuals under the crown of observed species. The results showed that the nursery-trees have strong relationship with edaphic factors, especially texture and aluminum saturation, and that this is related to the plant diversity under their crowns. It was verified that the nucleation effect of the studied species was markedly higher to self-regeneration, mainly in the simpatric species of the genus *Byrsonima* (48% to *B. crassifolia* and 46% to *B. coccolobifolia*) and in the smaller degree to *R. montana* (12 %) and *C. americana* (6%). Richness and diversity of tree and scrub plants was larger under the crow of *C. americana* (S = 16; H' = 1,389-1,824); *R. montana* (S = 13; H' = 1,453-1,992), *B. coccolobifolia* (S = 12; H' = 0,669) and *B. crassifolia* (S = 10; H' = 0,864-1,908). Most of the tree and scrub individuals found under the crown influence area of *B. coccolobifolia* was of *B. coccolobifolia* (46%) while for *B. crassifolia* were of *B. crassifolia* (48%). Under *C. americana* the specie *Randia formosa* (33%) while for *R. montana* the species more visible were *Connarus favosus* and *B. crassifolia* with 23%. Some surveyed species under the crown of the nucleation-tree (*B. crassifolia*, *Eugenia punicifolia*, *Erythroxylum suberosum* and *Xylopia aromatica*) are species without nutritional demand for their establishment, while *C. americana* and *Rourea grosourdyana* demanded basicity. The results suggest that conditions of constant environmental stress (high rain sazonality and low fertility soils), associate to strong anthropogenic pressure (fire), transmit to the nucleation species of this ecosystem an important role in the maintenance and formation of the plant diversity in the Roraima's savannas, generating favorable effects to the recruitment and the maintenance of regional plants. The substitution of these nursery-trees (resistant and adapted to the local conditions) for other exotic ones (no adapted) can generate harmful effects to the environment, with direct consequences related to the loss of the regional biodiversity. Nursery-trees of the Roraima's savannas are constituents of the environmental restoration system.

Key-words: Savannas. Roraima. Nursery-tree. Regeneration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Exemplar de <i>Curatella americana</i> atuando como árvore-nucleadora (berçário), a) imagem geral; b) imagem mais próxima da “ilha” de diversidade formada sob a copa da árvore-berçário na área de estudo.....	18
Figura 2	Exemplar de <i>Curatella americana</i> (árvore-berçário estudada), a) antes da ocorrência do fogo.....	19
Figura 3	a) e b) Fogo ocorrido dia 23 de janeiro de 2007, na área de estudo (Campus do Cauamé, UFRR).....	22
Figura 4	Dados alométricos mínimos para inserção dos indivíduos na amostragem de campo.....	25
Figura 5	Demonstração da metodologia para demarcar a área de estudo sob a influência da copa de <i>Roupala montana</i> , formando linhas no sentido N-S e W-L.....	26
Figura 6	Identificação de exemplares sob a área de influência da copa de <i>Roupala montana</i> e uso de paquímetro digital para medição do diâmetro do caule.....	27
Figura 7	Coleta de amostra simples de solo realizada na metade da área de influência da copa de cada exemplar estudado, maio de 2007.....	28
Figura 8	Exemplar característico de <i>Byrsonima crassifolia</i> em savana parque na área de estudo.....	29
Figura 9	Exemplar estudado de <i>Byrsonima coccolobifolia</i> , a) antes da ocorrência de fogo; b) depois da ocorrência de fogo.....	30
Figura 10	Exemplar de <i>Byrsonima coccolobifolia</i> a) florando depois da ocorrência de fogo; b) “chuva de sementes” sob o exemplar.	30
Figura 11	Exemplar de <i>Curatella americana</i>	31
Figura 12	Exemplar de <i>Roupala montana</i> com a área de influência da copa demarcada para ser estudada.....	32
Figura 13	Disposição dos escores das espécies de árvores nucleadoras, e orientação dos parâmetros do solo.....	38
Figura 14	Dendrograma de similaridade entre as árvores de <i>Byrsonima coccolobifolia</i>	42
Figura 15	Frequência relativa de (a) fontes de regeneração e (b) estágios de desenvolvimento nas fontes de regeneração, nas árvores de <i>Byrsonima</i>	

	<i>coccolobifolia</i> avaliadas.....	43
Figura 16	Disposição espacial das espécies arbóreo-arbustivas, sob as zonas de influência da copa de <i>Byrsonima coccolobifolia</i> . Onde: b - <i>Byrsonima coccolobifolia</i> ; c - <i>Byrsonima crassifolia</i> ; d - <i>Casearia sylvestris</i> ; g - <i>Curatella americana</i> ; h - <i>Eugenia punicifolia</i> ; i - <i>Himatanthus articulatus</i> ; j - <i>Lippia microphylla</i> ; k - <i>Palicourea rigida</i> ; n - <i>Randia formosa</i> ; p - <i>Rourea grosourdyana</i>	44
Figura 17	Frequência relativa das direções da sucessão sob as zonas de influência da copa de <i>Byrsonima coccolobifolia</i>	46
Figura 18	(a-f) Frequência relativa das direções de disposição das espécies arbóreo-arbustivas, sob as zonas de influência da copa de <i>Byrsonima coccolobifolia</i>	46
Figura 19	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, da auto-regeneração nas zonas de influências da copa das árvores I-VI de <i>Byrsonima coccolobifolia</i>	47
Figura 20	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Byrsonima crassifolia</i> nas zonas de influências da copa das árvores I, III-VI de <i>Byrsonima coccolobifolia</i>	48
Figura 21	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Curatella americana</i> nas zonas de influências da copa das árvores III, IV e V de <i>Byrsonima coccolobifolia</i>	49
Figura 22	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Palicourea rigida</i> nas zonas de influências da copa das árvores III, V e VI de <i>Byrsonima coccolobifolia</i>	50
Figura 23	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Randia formosa</i> nas zonas de influências da copa das árvores II, IV e V de <i>Byrsonima coccolobifolia</i>	51
Figura 24	Dendrograma de similaridade entre árvores de <i>Byrsonima crassifolia</i>	54
Figura 25	Frequência relativa de (a) fontes de regeneração e (b) estágios de desenvolvimento nas fontes de regeneração, nas árvores de <i>Byrsonima crassifolia</i> avaliadas.....	55
Figura 26	Disposição espacial das espécies arbóreo-arbustivas, sob as zonas de influência da copa de <i>Byrsonima crassifolia</i> . Onde: b - <i>Byrsonima coccolobifolia</i> ; c - <i>Byrsonima crassifolia</i> ; d - <i>Casearia sylvestris</i> ; e - <i>Connarus favosus</i> ; g - <i>Curatella americana</i> ; j - <i>Lippia microphylla</i> ; k - <i>Palicourea rigida</i> ; n - <i>Randia formosa</i> ; p - <i>Rourea grosourdyana</i>	56

Figura 27	Frequência relativa das direções da sucessão sob as zonas de influência das copas de <i>Byrsonima crassifolia</i>	57
Figura 28	Frequência relativa das direções de disposição das espécies arbóreo-arbustivas, sob as zonas de influência da copa de <i>Byrsonima crassifolia</i>	58
Figura 29	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Byrsonima coccolobifolia</i> nas zonas de influências da copa das árvores I-VI de <i>Byrsonima crassifolia</i>	59
Figura 30	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, da auto-regeneração nas zonas de influências da copa das árvores I-VI de <i>Byrsonima crassifolia</i>	60
Figura 31	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Casearia sylvestris</i> nas zonas de influências da copa das árvores II-V de <i>Byrsonima crassifolia</i>	61
Figura 32	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Curatella americana</i> nas zonas de influências da copa das árvores I e II de <i>Byrsonima crassifolia</i>	61
Figura 33	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Lippia microphylla</i> nas zonas de influências da copa das árvores II-IV de <i>Byrsonima crassifolia</i>	62
Figura 34	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Palicourea rigida</i> nas zonas de influências da copa das árvores II, III e V de <i>Byrsonima crassifolia</i>	63
Figura 35	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Rourea grossoudyana</i> nas zonas de influências da copa da árvore II de <i>Byrsonima crassifolia</i>	63
Figura 36	Dendrograma de similaridade entre as árvores de <i>Curatella americana</i>	67
Figura 37	Frequência relativa de (a) fontes de regeneração e (b) estágios de desenvolvimento nas fontes de regeneração, nas árvores de <i>Curatella americana</i> avaliadas.....	68
Figura 38	Disposição espacial das espécies arbóreo-arbustivas, sob as zonas de influência da copa de <i>Curatella americana</i>	69
Figura 39	Frequência relativa das direções da sucessão sob as zonas de influência das copas de <i>Curatella americana</i>	70
Figura 40	Frequência relativa das direções de disposição das espécies arbóreo-arbustivas, sob as zonas de influência da copa de <i>Curatella americana</i>	71

Figura 41	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Byrsonima coccolobifolia</i> nas zonas de influências da copa das árvores III e IV de <i>Curatella americana</i>	72
Figura 42	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Byrsonima crassifolia</i> nas zonas de influências da copa das árvores I, III-VI de <i>Curatella americana</i>	72
Figura 43	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Casearia sylvestris</i> nas zonas de influências da copa das árvores I-VI de <i>Curatella americana</i>	73
Figura 44	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Cordia cf curassavica</i> nas zonas de influências da copa das árvores V e VI de <i>Curatella americana</i>	74
Figura 45	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, da auto-regeneração nas zonas de influências da copa das árvores I, IV-VI de <i>Curatella americana</i>	75
Figura 46	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Lippia microphylla</i> nas zonas de influências da copa das árvores I-III de <i>Curatella americana</i>	76
Figura 47	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Psidium guineense</i> nas zonas de influências da copa das árvores V e VI de <i>Curatella americana</i>	77
Figura 48	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Randia formosa</i> nas zonas de influências da copa das árvores I, II, V e VI de <i>Curatella americana</i>	78
Figura 49	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Rourea grossourdyana</i> nas zonas de influências da copa das árvores III, V e VI de <i>Curatella americana</i>	78
Figura 50	Dendrograma de similaridade entre as árvores de <i>Roupala montana</i>	81
Figura 51	Frequência relativa de (a) fontes de regeneração e (b) estágios de desenvolvimento nas fontes de regeneração, nas árvores de <i>Roupala montana</i> avaliadas	83
Figura 52	Disposição espacial das espécies arbóreo-arbustivas, sob as zonas de influência da copa de <i>Roupala montana</i> . Onde: a – <i>Antonia ovata</i> ; b – <i>Byrsonima coccolobifolia</i> ; c – <i>Byrsonima crassifolia</i> ; d – <i>Casearia sylvestris</i> ; e – <i>Connarus favosus</i> ; g – <i>Curatella americana</i> ; h – <i>Eugenia puniceifolia</i> ; i – <i>Himatanthus articulatus</i> ; j – <i>Lippia microphylla</i> ; k – <i>Palicourea rigida</i> ; o – <i>Roupala montana</i> ; q – <i>Trigonía vilosa</i>	84

Figura 53	Frequência relativa das direções da sucessão sob as zonas de influência das copas de <i>Roupala montana</i>	85
Figura 54	Frequência relativa das direções de disposição das espécies arbóreo-arbustivas, sob as zonas de influência da copa de <i>Roupala montana</i>	85
Figura 55	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Antonia ovata</i> nas zonas de influências da copa das árvores V de <i>Roupala montana</i>	86
Figura 56	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Byrsonima coccolobifolia</i> nas zonas de influências da copa das árvores I, IV e V de <i>Roupala montana</i>	87
Figura 57	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Byrsonima crassifolia</i> nas zonas de influências da copa das árvores I-V de <i>Roupala montana</i>	87
Figura 58	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Connarus favosus</i> nas zonas de influência da copa das árvores I, III e IV de <i>Roupala montana</i>	88
Figura 59	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Curatella americana</i> nas zonas de influência da copa das árvores II, IV e V de <i>Roupala montana</i>	89
Figura 60	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, da auto-regeneração nas zonas de influência da copa das árvores I e V de <i>Roupala montana</i>	89
Figura 61	Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de <i>Trigonía vilosa</i> nas zonas de influência da copa da árvore III de <i>Roupala montana</i>	90
Figura 62	Disposição das espécies arbóreas avaliadas em função dos valores médio e erro padrão de (a) densidade de auto-regeneração e de outras fontes de regeneração e das (b) frações de auto-regeneração e outras fontes de regeneração	91
Figura 63	Relação entre a circunferência da base e as frações de fontes de regeneração, ajustados segundo o modelo logístico.....	93
Figura 64	Dendrograma de similaridade entre as espécies constituintes da regeneração e restauração sob as zonas de influência da copa das espécies avaliadas, em função das características edáficas.....	95
Figura 65	Mapa conceitual da associação entre espécies arbóreo-arbustivas constituintes da restauração e regeneração das espécies avaliadas	96

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1	Valores angulares e limites destes das direções de ocorrência da auto-regeneração e representação esquemática das direções.....	34
Tabela 2	Valores médios ordenados de concentração de cálcio, magnésio, potássio, alumínio, hidrogênio + alumínio e fósforo em função da presença das espécies de árvores-berçário (nucleadoras) e quadro de análise de variância.....	35
Tabela 3	Valores médios ordenados de pH, soma de bases (SB), CTC total e específica, porcentagem de saturação por bases da CTC a pH 7,0(V), porcentagem de saturação por alumínio (m) e matéria orgânica em função da presença das espécies de árvores nucleadoras e quadro de análise de variância.....	36
Tabela 4	Valores médios ordenados dos teores (%) de areia, silte, argila e matéria orgânica em função da presença das espécies de árvores nucleadoras e quadro de análise de variância.....	36
Tabela 5	Auto-valores e auto-vetores obtidos na análise fatorial, por meio da extração de componentes principais	37
Tabela 6	Frequência absoluta e abundância de indivíduos sob a área de influência da copa de <i>Byrsonima coccolobifolia</i>	39
Tabela 7	Parâmetros dendrométricos das árvores de <i>B. coccolobifolia</i> e valores de riqueza, diversidade (Shannon-Weaver), variância do estimador e ordenação pelo teste t específico ao estimador de diversidade.....	40
Tabela 8	Matriz de correlação de Spearman e significância, entre os parâmetros dendrométricos e de estimação de diversidade.....	41
Tabela 9	Valores de similaridade binária e quantitativa entre as árvores de <i>Byrsonima coccolobifolia</i> avaliadas.....	42
Tabela 10	Frequência absoluta de indivíduos sob as zonas de influência da copa de <i>Byrsonima crassifolia</i> (CRAn, onde “n” é o número do indivíduo observado).....	52
Tabela 11	Parâmetros dendrométricos das árvores de <i>B. crassifolia</i> e valores de riqueza, diversidade (Shannon-Weaver), variância do estimador e ordenação pelo teste t específico ao estimador de diversidade.....	53
Tabela 12	Matriz de correlação de Spearman e significância, entre os parâmetros dendrométricos e de estimação de diversidade.....	53
Tabela 13	Valores de similaridade binária e quantitativa entre as árvores de <i>Byrsonima crassifolia</i> avaliadas.....	55

Tabela 14	Frequência absoluta de indivíduos a área de influência da copa de <i>Curatella americana</i>	64
Tabela 15	Parâmetros dendrométricos das árvores de <i>C. americana</i> e valores de riqueza, diversidade (Shannon-Weaver), variância do estimador e ordenação pelo teste t específico ao estimador de diversidade.....	65
Tabela 16	Matriz de correlação de Spearman e significância, entre os parâmetros dendrométricos e de estimação de diversidade.....	66
Tabela 17	Valores de similaridade binária e quantitativa entre as árvores de <i>C. americana</i>	67
Tabela 18	Frequência absoluta de indivíduos a área de influência da copa de <i>R. montana</i>	79
Tabela 19	Parâmetros dendrométricos das árvores de <i>R. montana</i> e valores de riqueza, diversidade (Shannon-Weaver), variância do estimador e ordenação pelo teste t específico ao estimador de diversidade.....	80
Tabela 20	Matriz de correlação de Spearman e significância, entre os parâmetros dendrométricos e de estimação de diversidade.....	81
Tabela 21	Valores de similaridade binária e quantitativa entre as árvores de <i>Roupala montana</i> avaliadas.....	82
Tabela 22	Matriz de correlação de Spearman e significância entre os parâmetros dendrométricos e os indicadores sucessionais.....	92
Tabela 23	Correlações entre a abundância das espécies constituintes de regeneração e restauração sob as zonas de influência da copa.....	94

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	O papel das árvores nucleadoras	18
1.2	A influência antrópica nas queimadas em ambientes de savana.....	21
2	OBJETIVOS.....	23
2.1	Objetivo geral.....	23
2.2	Objetivos específicos.....	23
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
3.1	Área de estudo.....	24
3.2	Critério de escolha das amostras.....	25
3.3	Comunidade arbóreo-arbustiva sob as árvores-berçário.....	26
3.4	Solo versus riqueza e diversidade de plantas.....	28
3.5	Descrição das espécies nucleadoras.....	28
3.5.1	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) H.B.K. (Malpighiaceae).....	28
3.5.2	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth. (Malpighiaceae).....	29
3.5.3	<i>Curatella americana</i> L. (Dilleneaceae).....	31
3.5.4	<i>Roupala montana</i> Aubl. (Proteaceae).....	31
3.6	Análise dos dados.....	32
3.6.1	Composição, Riqueza, Diversidade e Similaridade.....	32
3.6.2	Representação das Zonas de Influência e sua Classificação.....	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1	Solos.....	35
4.1.2	Restauração (Regeneração) em <i>Byrsonima coccolobifolia</i>	39
4.1.2.1	Composição e Riqueza.....	39
4.1.2.2	Diversidade.....	40
4.1.2.3	Similaridade.....	41
4.1.2.4	Estágios de vida.....	43
4.1.2.5	Padrão espacial.....	44
4.1.2.5.1	Distribuição das espécies.....	44
4.1.2.5.2	Análise direcional.....	45
4.1.2.5.3	Agrupamento espacial.....	47
4.1.2.5.3.1	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> [Auto-regeneração].....	47
4.1.2.5.3.2	<i>Byrsonima crassifolia</i>	48
4.1.2.5.3.3	<i>Curatella americana</i>	49
4.1.2.5.3.4	<i>Palicourea rígida</i>	50
4.1.2.5.3.5	<i>Randia formosa</i>	50
4.1.3	Restauração (Regeneração) em <i>Byrsonima crassifolia</i>	51
4.1.3.1	Composição e Riqueza.....	51
4.1.3.2	Diversidade.....	52
4.1.3.3	Similaridade.....	54
4.1.3.4	Estágios de vida.....	55
4.1.3.5	Padrão espacial.....	56
4.1.3.5.1	Distribuição das espécies.....	56
4.1.3.5.2	Análise direcional.....	57
4.1.3.5.3	Agrupamento espacial.....	58
4.1.3.5.3.1	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	58
4.1.3.5.3.2	<i>Byrsonima crassifolia</i> [Auto-regeneração].....	59
4.1.3.5.3.3	<i>Casearia sylvestris</i>	60

4.1.3.5.3.4	<i>Curatella americana</i>	61
4.1.3.5.3.5	<i>Lippia microphylla</i>	62
4.1.3.5.3.6	<i>Palicourea rígida</i>	62
4.1.4	Restauração (Regeneração) em <i>Curatella americana</i>	64
4.1.4.1	Composição e Riqueza.....	64
4.1.4.2	Diversidade.....	65
4.1.4.3	Similaridade.....	66
4.1.4.4	Estágios de vida.....	67
4.1.4.5	Padrão espacial.....	69
4.1.4.5.1	Distribuição das espécies.....	69
4.1.4.5.2	Análise Direcional.....	70
4.1.4.5.3	Agrupamento espacial.....	71
4.1.4.5.3.1	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	71
4.1.4.5.3.2	<i>Byrsonima crassifolia</i>	72
4.1.4.5.3.3	<i>Casearia sylvestris</i>	73
4.1.4.5.3.4	<i>Cordia cf. curassavica</i>	74
4.1.4.5.3.5	<i>Curatella americana</i> [Auto-regeneração].....	75
4.1.4.5.3.6	<i>Lippia microphylla</i>	76
4.1.4.5.3.7	<i>Psidium guineense</i>	76
4.1.4.5.3.8	<i>Randia formosa</i>	77
4.1.4.5.3.9	<i>Rourea grosourdyana</i>	78
4.1.5	Restauração (Regeneração) em <i>Roupala montana</i>	78
4.1.5.1	Composição e Riqueza.....	78
4.1.5.2	Diversidade.....	79
4.1.5.3	Similaridade.....	81
4.1.5.4	Estágios de vida.....	82
4.1.5.5	Padrão espacial.....	83
4.1.5.5.1	Distribuição das espécies.....	83
4.1.5.5.2	Análise direcional.....	85
4.1.5.5.3	Agrupamento espacial.....	86
4.1.5.5.3.1	<i>Antonia ovata</i>	86
4.1.5.5.3.2	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	86
4.1.5.5.3.3	<i>Byrsonima crassifolia</i>	87
4.1.5.5.3.4	<i>Connarus favosus</i>	88
4.1.5.5.3.5	<i>Curatella americana</i>	88
4.1.5.5.3.6	<i>Roupala montana</i> [Auto-regeneração].....	89
4.1.5.5.3.7	<i>Trigonía vilosa</i>	90
4.1.6	Comparação entre espécies.....	90
4.1.7	Solo versus associação entre espécies.....	93
5	CONCLUSÕES	98
	REFERÊNCIAS	99

1 INTRODUÇÃO

O estado de Roraima possui uma área de 225.116 km² e está situado no extremo Norte do Brasil. Essa região apresenta relevo e tipos de cobertura vegetal bastante diversificados. Sua fitogeografia pode ser descrita pelos domínios das florestas, campinaranas e savanas. As florestas possuem grande densidade de árvores e são divididas em floresta ombrófila montana; ombrófila de baixa e média altitude; ombrófilas abertas com ou sem palmeiras e as ombrófilas estacional semidecíduas. As Campinaranas são tipos particulares de vegetações presentes em fragmentos florestais com solo raso, pobre e rochoso. Existem ainda as áreas abertas, não-florestais, denominadas de savanas com cerca de 39.800 km², ocupando cerca de 16% do estado. O domínio das savanas podem ser descritos como: Savanas Estépicas; Savanas do Baixo Surumu e as Savanas Graminiosas também denominadas de campo ou lavrado.

As árvores das savanas são elementos fundamentais para manutenção e ampliação da diversidade local. A regeneração da vegetação depende das espécies arbóreas consideradas como árvores berçário ou árvores-nucleadoras, consideradas indicadoras fitotipológicas, e que dispõem de condições mínimas para sua própria reprodução e também de outras espécies. A dispersão de sementes nessa paisagem pode ocorrer de forma zoocórica (animais dispersores), anemocórica (ação do vento) e autocórica (explosão espontânea dos propágulos).

Para entender os processos de nucleação destas espécies nestes ambientes abertos são apontadas questões como: (a) quais serão as estratégias de reprodução e recrutamento das espécies arbóreo-arbustivas na savana de Roraima? (b) Qual ou quais são as estratégias de regeneração natural das espécies sob sua influência? (c) Existe padrão de distribuição espacial destas mesmas espécies? (d) Quais as espécies de árvores mais abundantes nestes ecossistemas que se destacam por promoverem e/ou favorecerem a regeneração de plântulas? (e) Existe relação de riqueza, composição e diversidade das plantas arbóreas nativas com textura e fertilidade do solo onde as árvores-berçário estão situadas?

Este trabalho tem como propósito discutir e identificar padrões em torno da densidade e orientação espacial de indivíduos arbóreo-arbustivos sob as zonas de influência da copa das árvores-berçário; avaliar se o tamanho e a forma da copa das espécies nucleadoras relacionam-se a padrões de distribuição das espécies arbóreo-arbustivas nesta área de influência; determinar fatores que permitam entender o processo de auto-regeneração e restauração (revegetação) da fitofisionomia de savanas abertas em Roraima.

1.1 O papel das árvores nucleadoras

Árvores-berçário ou árvores-nucleadoras são indivíduos que promovem efeitos benéficos que favorecem o estabelecimento de plântulas de sua própria espécie, assim como de outras espécies (figura 1). Os efeitos positivos desta interação podem facilitar o recrutamento, o crescimento, a associação espacial das espécies, beneficiando a formação de ilhas de biodiversidade, especialmente em ambientes expostos as condições ambientais de estresse natural ou antrópico (FRANCO; NOBEL, 1989; TEWKSBURY; LLOYD, 2001; GOMES-APARÍCIO et al., 2004).

Figura 1- Exemplar de *Curatella americana* atuando como árvore-nucleadora (berçário), a) imagem geral; b) imagem mais próxima da “ilha” de diversidade formada sob a copa da árvore-berçário na área de estudo.



Cenários de estresse como a presença de ambientes modificados por pioneiras podem melhorar e/ou aumentar a diversidade de espécies e revelar uma estrutura de refúgio para ampla gama de espécies. Além disso, podem incrementar a distribuição local e regional das plantas permitindo que árvores colonizem amplas condições ecológicas, pois as plantas-berçário facilitam algumas espécies mais que outras (HACKER; GAINES, 1997; STACHOWICZ, 2001). As plantas nucleadoras promovem variações positivas sob a área-influência de sua copa. O solo, sob a copa de árvores, frequentemente tem maior concentração de matéria orgânica, aumentando a capacidade de armazenamento de água no solo e a penetração de raízes (VETAAS, 1992); além de proporcionar maior macro-porosidade (JOFFRE; RAMBAL, 1993) e menor compactação do solo (VERDÚ; GARCÍA-FAYOS,

1996), condições que propiciam um micro-ambiente favorável ao recrutamento e estabelecimento de plântulas.

A resiliência de um sistema ecológico é definida como a capacidade deste responder às ações e perturbações, retornando ao seu equilíbrio (BEGON; HARPER; TOWNSEND, 1990). Nas áreas de savana (ambiente, em geral, com grande estresse), diversos fatores contribuem como agentes perturbadores ou mesmo marcadores do ambiente, como por exemplo: fogo acidental e/ou intencional (figura 2), alterações na forma de uso da terra, presença de recurso hídrico, condições climáticas e características do solo (BARBOSA, 2001), fatores facilitadores como as micorrizas, organismos limitadores, como os herbívoros (HOLL et al., 2000).

Figura 2- Exemplar de *Curatella americana* (árvore-berçário estudada), a) antes da ocorrência do fogo; b) depois da ocorrência de fogo.



A Amazônia é sempre lembrada por seus ecossistemas florestais, no entanto, possui entre 16-18% de sua área coberta por sistemas abertos, do tipo savanas ou campinas/campinaranas (FEARNSIDE, 2000; BARBOSA; FEARNSIDE, 2002). Dentre estes ambientes de vegetação aberta, as savanas de Roraima dominam o cenário do extremo norte da região e podem ser consideradas como um ambiente sob permanente condição de estresse.

Estas savanas, regionalmente conhecidas como “lavrados”, constituem o maior bloco contínuo deste tipo de ambiente em todo o Bioma Amazônia, ecorregião das Savanas das Guianas, ocupam uma área aproximada de 43.358 km², situada entre os extremos norte e nordeste do Estado (BARBOSA et al., 2007). Toda esta ecorregião é formada por diferentes fitofisionomias não-florestais e florestais, distintas pelo relevo, tipos de solo e densidade de indivíduos arbóreos e arbustivos.

Do ponto de vista geomorfológico, as formações puramente definidas por savanas (IBGE, 1992) estão distribuídas fortemente ao longo de toda a Formação Boa Vista e parte do Grupo Roraima, apresentando quatro divisões: savana arbórea densa, savana arbórea aberta, savana parque e savana graminosa (MIRANDA; ABSY; REBELO, 2003), além de outras fitocenoses distintas, tais como ilhas de mata; matas de galeria, associadas a igarapés; veredas de buritizais e todo o complexo de savanas estépicas do extremo norte desta região. O conjunto destas fitocenoses forma um grande mosaico de unidades vegetais que comumente é chamado de “savanas de Roraima” (BARBOSA; MIRANDA, 2005).

Além destas características de vegetação, a região apresenta solos com baixa fertilidade natural sob Poaceae, notadamente *Trachypogon sp.* e *Andropogon sp.*, com características distintas dos solos do cerrado do Brasil Central. Entretanto, mais próximas aos solos das savanas do Amapá (SANAIOTTI et al., 2002), além de uma estreita relação com seu equivalente ecológico situado na Venezuela, logo após os contra-fortes da Gran-Sabana, sentido sul-norte (SARMIENTO, 1984; HUBER, 1995).

A estrutura sucessional em uma fitocenose tem como base a contribuição do banco de sementes e dos agentes dispersores, além das condições adequadas ao estabelecimento das plântulas. Um dos processos inferidos para as fitocenoses nas áreas de savana é o de nucleação (YARRANTON; MORRISON, 1974), que pode ser decomposto nos agentes: matriz, mancha e conectividade.

Comumente o processo de nucleação é realizado sob a influência de agentes arbóreo-arbustivos que podem ser denominados de árvores-berçário. Os agentes formam condições microclimáticas e nutricionais mais propícias ao estabelecimento de plântulas em relação àquelas observadas no ambiente natural (FRANKIE; BAKER; OPLER, 1974; BULLOCK; SOLIS-MAGALLANES, 1990; JUSTINIANO; FREDERICKSEN, 2000). As condições ambientais mais vantajosas promovem o estabelecimento de plântulas da mesma ou de diferentes espécies, propiciando a formação de núcleos arbóreo-arbustivos.

No entanto, fatores tais como: as limitações dos dispersores de sementes, competição com gramíneas, fogo, seca prolongada e pobreza nutricional (UHL; BUSCHBACHER; SERRÃO, 1988; VIEIRA; UHL; NEPSTAD, 1994; MIRITI, 1998; NEPSTAD et al., 1998; HOOPER; LEGENDRE; CONDIT, 2005) podem atuar como fatores negativos, de forma a dificultar e até mesmo impedir o estabelecimento de plântulas nas condições de estresse ambiental, inclusive sob a área de influência das plantas-berçário, mesmo que estas apresentem condições ambientais mais adequadas e vantajosas.

Os efeitos benéficos das plantas nucleadoras podem ser gerados por diferentes fatores individualmente e por suas combinações. A magnitude e o nível de efeitos facilitadores diferem, e esta variação pode ser devido às características dos grupos funcionais, à forma e à estrutura da copa, que podem favorecer o desempenho da plântula por reduzir a radiação solar em relação às áreas abertas e aumentar a fertilidade umidade do solo. Segundo Rey-Benayas (1998); Rey-Benayas et al. (2002), esta modificação do microclima sob a copa das plantas nucleadoras é um mecanismo de facilitação de estabelecimento de plântulas.

A baixa fertilidade natural dos solos, o enfoque e a política desenvolvimentista, aliadas ao senso comum da população consideram o lavrado (savanas) roraimenses pobres e apenas aproveitáveis se implantados sistemas agrosilvipastoris com cultivos em larga escala, dentre os quais destaca-se o arroz irrigado, a soja e a acácia (*Acacia mangium* Willd.). Isto, atrelado aos poucos estudos sobre este ecossistema, gera forte pressão econômica e crescente demanda pela ocupação destas áreas conforme descrevem Barbosa; Araújo e Melo (2006), e esta ocupação, costumeiramente, se faz de maneira desordenada e prejudicial ao meio-ambiente.

Devido ao reduzido número de estudos que integram as diferentes áreas do conhecimento científico local, a importância e o papel ecológico das savanas de Roraima perdem relevância em relação ao atual modelo de exploração econômica de posse e uso da terra neste ecossistema, pois, apesar da baixa fertilidade natural do solo, os atuais sistemas de produção usados nestas áreas são menos onerosos se comparados aos projetos implantados em área de mata. Neste contexto, prioriza-se o imediatismo do crescimento econômico em detrimento à conservação e à geração de serviços ambientais (FEARNSIDE, 1997) neste ecossistema considerado relíquia da vegetação pretérita da Amazônia (ALENCAR; FILHO; COSTA, 2006).

1.2 A influência antrópica nas queimadas em ambientes de savana

O fogo é um fator ecológico frequente nos ecossistemas de savanas. Estudo realizado por Barbosa e Fearnside (2005), aponta que em média, $38 \pm 12\%$ das savanas abertas de Roraima queimam anualmente. A incidência do fogo está diretamente relacionada à presença humana, a heterogeneidade espacial da biomassa e a variação das condições climáticas locais. Os autores destacam, ainda, que o fogo nas savanas de Roraima é tipicamente antropogênico (figura 3), ocorre nos períodos secos do ano, principalmente, de Dezembro a Março, e possuem efeito de retro-alimentação negativa tanto em relação à biomassa graminíneo-lenhosa

quanto às plântulas de espécies arbóreo-arbustivas do lavrado, reduzindo em cerca de 70% a presença destas em anos considerados como “secos” (anos de *El Niño*).

Figura 1 - Fogo ocorrido dia 23 de janeiro de 2007, na área de estudo (Campus Experimental do Cauamé, UFRR).



Neste ecossistema, permanentemente exposto às condições de estresse ambiental, de baixa biomassa, onde o fogo é recorrente, a estação chuvosa é concentrada (períodos de intensa saturação), o período seco prolongado causa déficit hídrico e os solos são de baixa fertilidade natural, as árvores-berçário desempenham papel nucleador fundamental na manutenção, regeneração e restauração da diversidade de plantas regionais. A regeneração é entendida como um processo de auto-renovação que pode ocorrer natural ou acidentalmente. A recolonização de um ecossistema ou cicatrização acontece por meio de um mecanismo denominado sucessão secundária, que representa a ocupação de uma área aberta primária por uma nova vegetação. Esse é um processo lento e gradual, caracterizado pelo aumento no número de espécies, conforme as condições microclimáticas se alteram (GOMÉZ-POMPA, 1971). Enquanto uma restauração ou revegetação visa ao restabelecimento dos processos naturais, responsáveis por retornar a vegetação ao mais próximo possível da sua condição anterior à degradação. Neste trabalho, parte-se da hipótese de que as espécies arbóreas típicas mais abundantes das savanas de Roraima são aquelas que possuem o mais forte papel nucleador.

2 OBJETIVOS

Para responder as perguntas norteadoras deste estudo foram formulados os seguintes objetivos:

2.1 Objetivo geral

Reconhecer o papel das espécies arbóreas mais abundantes das savanas de Roraima como plantas-berçário (nucleadoras), inferindo questões sobre estratégias de dispersão, recrutamento e regeneração das espécies arbóreo-arbustivas nestes ecossistemas de vegetação aberta do norte da Amazônia.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar a composição, a riqueza e a diversidade de plantas arbóreo-arbustivas sob a área de influência da copa de árvores-berçário;
- Determinar a similaridade na densidade e na riqueza de espécies arbóreo-arbustivas, das árvores-berçário, sob a área de influência de sua copa;
- Identificar o padrão de distribuição espacial das espécies integrantes da comunidade arbóreo-arbustiva formada sob a área de influência da copa das árvores-berçário;
- Identificar quais são os padrões de regeneração, através dos estágios de vida da comunidade de plantas sob a copa das árvores-berçário;
- Determinar a existência de padrões de riqueza e diversidade de plantas arbóreo-arbustivas associados à fertilidade e textura do solo sob a área de influência da copa de árvores-berçário.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

As coletas de dados ocorreram em área de vegetação natural, sem registro de antropismos recentes, no Campo do Cauamé, pertencente à Universidade Federal de Roraima (UFRR), situado à margem esquerda do rio Cauamé, aproximadamente a 15 km do Norte de Boa Vista.

Foram selecionadas e avaliadas 24 árvores “isoladas”, sendo seis exemplares de cada das seguintes espécies: *Curatella americana* L. (Dilleniaceae), caimbé; *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. (Malpighiaceae), mirixi-caju; *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. (Malpighiaceae), mirixi e *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae), carne-de-vaca.

A vegetação característica da área de estudo compõe-se de um mosaico de savana. Este ecossistema apresenta uma unidade fitofisionômica diversificada (SILVA, 1997; BARBOSA; MIRANDA, 2004) que destaca-se pela sua grande expressividade quanto ao percentual de áreas ocupadas. Dependendo do seu adensamento e dos processos de formação e conservação de solos (MIRANDA; ABSY; RABELO, 2003), pode apresentar diferenciações denominadas savana aberta, savana parque, savana gramíneo-lenhosa (campo sujo e campo limpo) e savana arborizada, além de apresentar matas de galeria.

Quanto ao solo, de forma geral, as características químicas dos solos das savanas de Roraima são ditadas pela natureza geológica do substrato e das condições climáticas (VALE JUNIOR; SOUSA, 2005). De acordo com Benedetti (2007) foi possível identificar e caracterizar doze tipos de solos na área no Campus Caumé. Dentre as classes identificou-se o LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico (LAdx), ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso típico (PAdx), LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (LVd), ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossílico (PVAd), ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (PVAd), NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico vertissílico (RYve), PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário típico (FFc), GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico plíntico (GXbd), GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissílico (GXbd), GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico (GXbd), VERTISSOLO HIDROMÓFICO Órtico (VGo) e NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico típico (RYq).

O regime de precipitação pluvial da área de estudo, tomando-se como base a série histórica do Campo Experimental Monte Cristo, da EMBRAPA Roraima, caracteriza-se pela concentração de chuvas nos meses de maio, junho e julho, representando o período de maior

precipitação pluvial, cerca de 57% da precipitação total. O período de menor precipitação pluvial é longo, aproximadamente de seis meses de duração, ocorre entre os meses de outubro-março, e representa de cerca de 16% da precipitação total. Um período intermediário é representado nos meses de abril, agosto e setembro, com cerca de 29% do total anual. Sendo que a precipitação total anual oscila num intervalo de confiança de 1460 a 2100 mm.ano⁻¹, com um valor médio 1690 mm.ano⁻¹ (MOURÃO JÚNIOR et al., 2003), similar ao descrito por Lameira ; Coimbra (1988) e Barbosa (1997).

3.2 Critério de escolha das amostras

A definição de árvore “isolada” adotada neste trabalho foi a seguinte:

(i) ser um indivíduo adulto reprodutivo (árvore adulta) disposto no lineamento Norte-Sul (partindo da linha NS 00) da grade de savana do Programa de Pesquisa em Biodiversidade do Ministério da Ciência e Tecnologia - PPBio/MCT - situada no Monte Cristo (ver mapa da área e localização de cada um dos indivíduos estudados, no apêndice D).

(ii) não ter nenhum tipo de sobreposição com outros indivíduos, tomando como base a medida de 1,5 vezes à média da área da copa do indivíduo a ser estudado; a referência foi o centro geométrico da projeção da área da copa que, em geral, foi a inserção central do caule no solo.

(iii) estar até o limite de 20 m, considerando ambos os lados do eixo central (N-S) que estava sendo percorrido.

(iv) enquadrar-se nos padrões mínimos hipsométricos (altura total e diâmetro da copa) dos inventários fitossociológicos em áreas de savanas de Roraima, para indivíduos definidos como “árvores adultas”, conforme está representado na figura 4.

Figura 4-Dados alométricos mínimos para inserção dos indivíduos na amostragem de campo (BARBOSA, 2001 e BARBOSA; ARAÚJO; MELO, 2006).

Espécie	Indivíduos utilizados no cálculo (n)	Altura Total média (m)	Diâmetro da Copa médio (m)
<i>C. americana</i>	193	3,0	2,50
<i>B. crassifolia</i>	189	2,10	1,75
<i>B. coccolobifolia</i>			
<i>R. montana</i>	5	3,75	2,45

Com relação às árvores “isoladas” identificadas em campo de acordo com os critérios acima descritos, foram tomadas as medidas do diâmetro médio da copa (Dc - média entre o

maior e o menor diâmetro), diâmetro da base (Db - situado à 2 cm de altura do solo), à 30 cm do solo (D_{30}), altura total e informações quanto a orientação principal do vento. Além destas medidas básicas, cada indivíduo que preencheu os pré-requisitos estabelecidos anteriormente foi identificado botanicamente através de observação visual (família, gênero e espécie), visto serem facilmente reconhecidos e muito comuns nos levantamentos regionais (MIRANDA; ABSY, 2000; MIRANDA; ABSY; REBELO, 2003; BARBOSA et al., 2005). O Apêndice A demonstra todas as informações coletadas relacionadas diretamente a cada um destes indivíduos através de uma sequência previamente determinada em uma planilha de coleta de dados.

3.3 Comunidade arbóreo-arbustiva sob as árvores-berçário

Para a análise da comunidade de indivíduos arbóreo-arbustivos presentes sob a área de influência das árvores-berçário selecionadas, foram demarcadas duas linhas: uma no sentido norte-sul e outra no leste-oeste que cortavam, conjuntamente, o centro geométrico de cada indivíduo analisado. Este cruzamento formou quatro quadrantes: norte-leste/NL; leste-sul/LS; sul-oeste/SO; oeste-norte/ON (figura 5).

Figura 5- Demonstração da metodologia para demarcar a área de estudo sob a influência da copa de *Roupala montana*, formando linhas no sentido N-S e W-L.



O inventário consistiu da identificação, espacialização, a partir de eixos ordenados pelo cruzamento das linhas; “x” e “y”, biometria e estágio ontogenético de todos os indivíduos não-herbáceos sob a influência da copa da árvore “isolada”.

Foi considerada área de influência da copa o limiar equivalente a 1,5 vezes o diâmetro médio da copa. A identificação foi obtida visualmente até o nível específico, embora alguns indivíduos fossem reconhecidos apenas a partir da coleta, herborização e remessa ao Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Herbário INPA) para identificação.

Como medidas dendrométricas individuais, foram tomadas altura total, diâmetro da copa (média da menor distância com a maior) e diâmetro da base (aqui considerado como o diâmetro do caule entre a sua inserção no solo e a primeira ramificação) de cada indivíduo observado (figura 6). Os estádios ontogenéticos assinalados foram plântula (indivíduo recentemente eclodido, sem marcas de rebrota, com altura não superior a 15 cm e capazes de se desenvolverem para a perpetuação da espécie), rebroto (indivíduo tipicamente em fase de rebrota, com cicatrizes de eventos de dano - quebra - mecânica, sem limitação de altura e que contribui como fator importante na regeneração pós-fogo, conferindo valores elevados de biomassa para este grupo de plantas e contribuindo assim com a ciclagem dos nutrientes) e “estabelecido” (indivíduo plenamente estabelecido, em geral na fase jovem, com altura superior a 15 cm e que consegue se reproduzir e estabelecer populações auto-sustentáveis). O padrão sequencial de coleta de dados de campo para localização, identificação, espacialização e medidas hipsométricas de cada indivíduo sob a área de influência de cada uma das árvores-berçário selecionadas está estabelecido no Apêndice B.

Figura 6- Identificação de exemplares sob a área de influência da copa de *Roupala montana* e uso de paquímetro digital para medição do diâmetro do caule.



3.4 Solo versus riqueza e diversidade de plantas

Para identificar a existência de padrões de riqueza e diversidade de plantas arbóreo-arbustivas associadas à fertilidade e textura do solo, foram coletadas amostras de solo sob a área de influência das árvores-berçário estudadas (figura 7). As amostras compostas do solo, provenientes de quatro coletas simples, retiradas na metade da projeção da copa de cada árvore-berçário seguindo o sentido dos eixos N-S; L-O, coletas com o auxílio de um trado até a profundidade 20 cm, seguiram a metodologia descrita em Ferreira e Cruz (1988).

As amostras compostas foram encaminhadas ao laboratório de solo da EMBRAPA Roraima para análise da textura e da fertilidade do solo, seguindo a metodologia padrão da entidade descrita em Silva (1999) e Tedesco (1985). Os parâmetros de fertilidade e textura adotados por este estudo foram (i) pH em H₂O, (ii) Complexo Sortivo (Ca, Mg, K; Al; H+Al) em Cmol_c/dm³, (iii) Fósforo (P) em mg/dm³, (iv) Soma de Base (SB), (v) Capacidade de Troca Catiônica total (CTCt), (vi) Capacidade de Troca Catiônica específica (CTCe) em Cmol_c/dm³, (vii) percentagem de saturação por bases da CTC a pH 7,0 (V), (viii) percentagem de saturação por alumínio (m), (ix) Composição granulométrica em percentual (areia, silte e argila) e (x) Matéria Orgânica (MO).

Figura 7- Coleta de amostra simples de solo realizada na metade da área de influência da copa de cada exemplar estudado, maio de 2007.



3.5 Descrição das espécies nucleadoras

3.5.1 *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. (Malpighiaceae)

Árvore abundante nas savanas regionais que pode alcançar de 5-7 m de altura máxima. É encontrada ao longo de quase todas as savanas de Roraima (figura 8). É conhecida popularmente como murici, mirixi ou muruci, possui folhas simples, opostas e cruzadas, glabras, coriácea e curtamente pecioladas. Pode apresentar pelos ferrugíneos na face inferior (CAVALCANTE, 1991). Em Roraima, a madeira não tem valor comercial, mas é utilizada como lenha pelas comunidades indígenas e rurais. A inflorescência é amarela, e nas savanas locais apresenta o ápice de floração entre dezembro e fevereiro, podendo se estabelecer de novembro a maio segundo Barbosa et al. (2005). Os frutos são globosos e passam do verde ao amarelo quando maduros, a polpa amarelada muito atrativa para pássaros e pequenos roedores. Sua dispersão é tipicamente zoocória.

Figura 8- Exemplar de *Byrsonima crassifolia* em savana parque na área de estudo.



3.5.2 *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. (Malpighiaceae)

Espécie simpátrica à *B. crassifolia*, facilmente encontrada nos lavrados de Roraima, conhecida também pelos nomes populares de murici, mirixi ou murixi-caju (figura 9). Também pode alcançar altura máxima de 5-7 m. Da mesma forma que *B. crassifolia*, ocorre ao longo de todas as savanas de baixa e média altitude (até 600-800m), começando a rarear

em ambientes de alta altitude. Na maioria das vezes o caule é tortuoso, revestido de casca áspera. Possui folhas simples, sésseis (desprovido de pedúnculo, principal distinção com *B. crassifolia*), ovaladas e quase orbiculares, com nervuras rubras (GIULIETTI, 1971; MELO; BARBOSA, 2007). Segundo Barbosa et al. (2005), apresenta floração concentrada entre fevereiro e março, estação seca e frutificação entre março-abril, inter-estação seca para chuva; a floração também parece possuir uma inter-dependência com o evento dos fogos nas savanas locais. Os frutos são amarelos quando maduros e são atrativos aos animais herbívoros (figura 10). Em Roraima, os frutos obtidos de forma extrativista são aproveitados de maneira artesanal (BENEZAR; PESSONI, 2006), e da mesma forma que *B. crassifolia*, seus frutos possuem polpa amarelada com alto teor de gordura, muito atrativos para pássaros e roedores. Sua dispersão também é zoocórica.

Figura 9- Exemplar estudado de *Byrsonima coccolobifolia*, a) antes da ocorrência de fogo; b) depois da ocorrência de fogo.

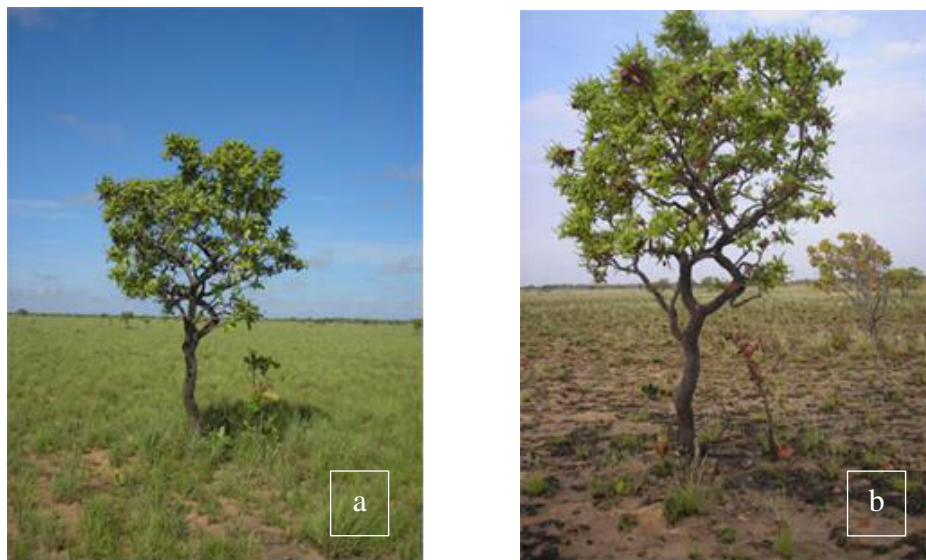


Figura 10- Exemplar de *Byrsonima coccolobifolia* a) florando depois da ocorrência de fogo; b) “chuva de sementes” sob o exemplar.



3.5.3 *Curatella americana* L. (Dilleneaceae)

Popularmente conhecida pelos nomes vernaculares de caimbé, lixeira, cajueiro-bravo e simbaíba (figura 11). É árvore bastante comum nos lavrados de Roraima, com caule quase sempre tortuoso e nodoso. As folhas são simples, coriáceas, grandes, serrilhadas e alternas, muito ásperas, principalmente na face ventral devido ao acúmulo de sílica (ALMEIDA et al., 1998). As flores são brancas com quatro pétalas e cinco sépalas. Os frutos são capsulares medindo cerca de 2,5 cm. Quando abertos possuem de 1-4 sementes envoltas por um arilo branco e adocicado, muito atrativos aos pássaros. Possuem dispersão ornitocórica e ocasionalmente por lagartos *Tropidurus hispidus* (S. P. Nascimento, comunicação pessoal). Resiste bem ao período seco e ao fogo.

Figura 11 Exemplar de *Curatella americana*



Em Roraima, floresce desde o final da estação chuvosa, setembro/outubro, até o início das chuvas, abril (BARBOSA et al., 2005). Segundo Almeida et al., 1998 a madeira pode ser utilizada para trabalhos em tornearia, marcenaria e carpintaria. A casca pode ser empregada para curtir couros devido ao elevado teor de tanino. Pinto e Maduro (2002), relatam que o chá da entrecasca pode ser útil na cicatrização de feridas e úlceras, no combate a diabetes e ao câncer e como excelente anti-inflamatório.

3.5.4 *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae)

Árvore de tronco parecido com “cortiça”. É também conhecida como cegonha, cegonha e carne-de-vaca (figura 12). Tem folhas simples, alternas, espiraladas nos indivíduos adultos. Segundo Melo e Barbosa (2007) *R. montana* é considerada uma “quasi-espécie”, pois apresenta diferente morfologia foliar no estágio de plântula ou jovens recentes (folhas compostas). Possui inflorescência aromática de tonalidade branco-esverdeada. Os frutos quando maduros são marrons e deiscentes. As sementes são aladas, portanto, a dispersão é anemocórica. Segundo Luz (2001) o chá da entrecasca, de cor avermelhada, é muito utilizado com anti-inflamatório. Planta melífera, considerada ornamental (ALMEIDA et al., 1998).

Figura 12- Exemplar de *Roupala montana* com a área de influência da copa demarcada para ser estudada.



3.6 Análise dos dados

3.6.1 Composição, Riqueza, Diversidade e Similaridade

O resultado do inventário das espécies arbóreo-arbustivas realizado sob a copa de cada uma das árvores-berçário avaliadas foi tabelado individualmente e, depois, representado como um valor médio para cada uma das espécies observadas. A composição botânica (lista das espécies) e a riqueza (representação numérica de todas as espécies presentes sob a copa de cada indivíduo e/ou da espécie como um todo) seguiram este processo. Para cada espécie

encontrada sob a copa das árvores-berçário, foram determinadas as suas respectivas abundância (total de indivíduos) e densidade (total de indivíduos por unidade de área). O cálculo da diversidade de plantas foi realizado a partir do Índice de Shannon-Weaver [1] (MAGURRAN, 1988), enquanto que o de similaridade foi determinado conforme o coeficiente de Sørensen [2].

$H' = -\sum (p_i \log p_i)$	[1]
-----------------------------	-----

Onde: p_i – proporção da i -ésima espécie; $\log$ – logaritmo base 2, 10 ou neperiano.

$s_{(i,j)} = \frac{2a}{(2a + b + c)}$	[2]
---------------------------------------	-----

Onde: a – presença nas amostras i, j ; b – presença exclusiva na amostra j ; c – presença exclusiva na amostra i .

3.6.2 Representação das Zonas de Influência e sua Classificação

A partir de uma matriz de dados espaciais gerada das informações constantes nas tabelas de composição e densidade de indivíduos sob a copa das árvores-berçário (nucleadoras), foram aplicadas várias técnicas analíticas, a saber: (i) índices de agregação espacial, baseados em variância média; [ID] – índice de dispersão, *index of dispersion*; [ICS] – índice de acumulação ou agregação, *index of cluster size*; [IG] – índice de Green, *Green's index*; [ICF] – índice de frequência de agregação, *index of cluster frequency*; [IMC] – índice de médias aglomeradas, *index of mean crowding*; [IP] – índice de reticulação, *index of patchiness*; [Im] – índice de Morisita, *Morisita's index* (LUDWIG; REINOLDS, 1988; KREBS, 1989); (ii) Análise direcional ou circular, tomando-se os valores do ângulo (tabela 1) descrita a partir do centro até a realização do evento, que no caso era tomado como a ocorrência de auto-regeneração, e a distância do vizinho mais próximo (*nearest neighbour*). Os valores de direção foram verificados por meio de diagramas polares de frequência, enquanto que as estimativas das medidas de tendência central e de variabilidade foram obtidas segundo Zar (1996).

Os resultados de riqueza e densidade de espécies identificadas sob as plantas nucleadoras foram correlacionados com as análises de solo através da técnica multivariada denominada de Análise Canônica, que indica “se” e “quais” fatores ambientais possuem algum tipo de influência no padrão de regeneração destas mesmas espécies.

As análises para obtenção dos índices de agregação foram conduzidas com auxílio do programa PASSAGE (ROSENBERG, 2003) e as análises direcionais ou circulares foram conduzidas com auxílio do PAST (HAMMER; HARPER; RYAN, 2006).

Tabela 1- Valores angulares e limites destes das direções de ocorrência da auto-regeneração e representação esquemática das direções.

		Ângulo (θ) ($^{\circ}$)	Limite Inferior ($^{\circ}$)	Limite superior ($^{\circ}$)	
N	Direção	0,0/360,0	348,75	11,25	
	NNE	22,5	11,25	33,75	
NE	NE	45,0	33,75	56,25	
	ENE	67,5	56,25	78,75	
E	E	90,0	78,75	101,25	
	ESE	112,5	101,25	123,75	
	SE	135,0	123,75	146,25	
S	SSE	157,5	146,25	168,75	
	S	180,0	168,75	191,25	
	SSW	202,5	191,25	213,75	
SW	SW	225,0	213,75	236,25	
	WSW	247,5	236,25	258,75	
W	W	270,0	258,75	281,25	
	WNW	292,5	281,25	303,75	
NW	NW	315,0	303,75	326,25	
	NNW	337,5	326,25	348,75	

O agrupamento espacial foi obtido a partir da matriz de dados espaciais e uso da técnica de envoltório alfa, que consiste em uma generalização do envoltório convexo (*convex hull*), tendo como base a triangulação de Delaunay (CORLETA; MOURÃO; BARBOSA, 2007). A aplicação do algoritmo α -hull foi efetuada com o auxílio do software de geometria convexa QHULL 2.2 (BARBER; DOBKIN; HUHDANPAA, 1996).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações foram conduzidas no Campus do Cauamé, região do Monte Cristo, da Universidade Federal de Roraima, às margens do rio Cauamé. Foram isoladas seis exemplares das seguintes espécies: *Curatella americana* L. (Dilleniaceae), caimbé; *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. (Malpighiaceae), mirixi-caju; *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. (Malpighiaceae), mirixi e *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae), carne-de-vaca, objetivando-se reconhecer o papel das espécies arbóreas mais abundantes das savanas de Roraima como plantas-berçário ou árvores nucleadoras.

4.1 Solos

Todos os parâmetros físico-químicos do solo apresentaram diferença altamente significativa ($p < 0,01$) entre as espécies das árvores nucleadoras (tabelas 2 e 3).

Tabela 2- Valores médios ordenados de concentração de cálcio, magnésio, potássio, alumínio, hidrogênio + alumínio e fósforo em função da presença das espécies de árvores-berçário (nucleadoras) e quadro de análise de variância.

	Ca		Mg		K		Al		H+Al		P	
COC	0,25±0,08	b	0,13±0,04	b	0,03±0,01	b	0,38±0,09	b	2,15±0,20	b	0,00	C
CRA	0,19±0,05	b	0,11±0,07	b	0,03±0,02	b	0,40±0,05	b	2,35±0,38	b	0,05±0,11	B
CUR	0,48±0,1	a	0,29±0,09	a	0,09±0,03	a	0,40±0,12	b	2,94±0,42	a	0,7±0,62	A
ROP	0,16±0,05	b	0,09±0,04	b	0,01±0,01	b	0,57±0,04	a	2,41±0,21	b	0,00	C
Total	0,27±0,15		0,16±0,10		0,04±0,04		0,44±0,11		2,46±0,42		0,19±0,42	
Análise de variância												
g.l.	(3;20)		(3;20)		(3;20)		(3;20)		(3;20)		(3;20)	
QM _(Ef)	0,13		0,05		0,01		0,04		0,69		0,70	
QM _(e)	0,01		0,00		0,00		0,01		0,10		0,10	
P	**		**		**		**		**		**	

Onde: Valores precedidos de mesma letra, na vertical, não diferem significativamente, segundo o teste de Duncan, no nível de 5% ($\alpha=0,05$). ** - altamente significativo ($p < 0,01$). COC – *Byrsonima coccolobifolia*; CRA - *Byrsonima crassifolia*; CUR - *C. uratella americana*; ROP – *Roupala montana*.

Com relação aos parâmetros químicos do solo, a espécie *C. americana* mostrou estar relacionada com solos com maior concentração de macronutrientes, enquanto que as demais espécies nucleadoras analisadas ficaram reunidas em um agrupamento uniforme de menor concentração dos macro-nutrientes analisados. A exceção é observada no caso do fósforo, em

que *C. americana* continua a ser a espécie com maior concentração deste nutriente, enquanto que *B. crassifolia*, situa-se em uma posição intermediária, quando comparada aos valores nulos das outras espécies (tabela 4).

Adotando-se a regra de Kaiser, as dezesseis variáveis avaliadas foram reduzidas a três componentes principais (PC I; II; III), que de maneira conjunta explicaram cerca de 86% da variação global dos dados.

Tabela 3- Valores médios ordenados de pH, soma de bases (SB), CTC total e específica, porcentagem de saturação por bases da CTC a pH 7,0(V), porcentagem de saturação por alumínio (m) e matéria orgânica em função da presença das espécies de árvores nucleadoras e quadro de análise de variância.

	pH		SB		CTCt		CTCe		V		M	
COC	5,02±0,20	c	0,41±0,11	b	2,57±0,16	B	0,78±0,08	b	16,07±4,45	b	48,83±12,25	b
CRA	5,33±0,37	b	0,33±0,12	b	2,68±0,48	B	0,73±0,16	b	11,90±2,60	bc	56±7,64	b
CUR	5,75±0,19	a	0,87±0,22	a	3,82±0,5	A	1,27±0,22	a	22,67±4,28	a	32±8,67	c
ROP	5,00±0,09	c	0,26±0,08	b	2,7±0,24	B	0,83±0,1	b	9,82±2,83	c	68,67±6,95	a
Total	5,28±0,38		0,47±0,28		2,94±0,63		0,9±0,26		15,11±6,05		51,38±15,98	
Análise de variância												
g.l.	(3;20)		(3;20)		(3;20)		(3;20)		(3;20)		(3;20)	
QM _(Ef)	0,74		0,45		2,06		0,36		192,68		1404,49	
QM _(ε)	0,05		0,02		0,14		0,02		13,22		83,01	
F	13,5		22,6		14,7		16,1		14,6		16,9	
P	**		**		**		**		**		**	

Onde: Valores precedidos de mesma letra, na vertical, não diferem significativamente, segundo o teste de Duncan, no nível de 5% ($\alpha=0,05$). ** - altamente significativo ($p<0,01$). COC - *Byrsonima coccolobifolia*; CRA - *Byrsonima crassifolia*; CUR - *Curatella americana*; ROP - *Roupala montana*.

Tabela 4- Valores médios ordenados dos teores (%) de areia, silte, argila e matéria orgânica em função da presença das espécies de árvores nucleadoras e quadro de análise de variância.

	Areia		Silte		Argila		MO	
COC	85,33±1,63	b	6,00±2,10	a	8,67±2,73	c	10,83±1,43	b
CRA	87,83±2,04	a	4,50±1,64	ab	7,67±2,80	c	12,23±3,32	b
CUR	81,50±1,97	c	3,33±0,82	b	15,17±1,83	b	16,15±0,90	a
ROP	69,83±1,17	d	6,33±1,51	a	23,83±1,83	a	13,20±2,53	b
Total	81,13±7,23		5,04±1,92		13,83±6,94		13,10±2,89	
Análise de variância								
g.l.	(3;20)		(3;20)		(3;20)		(3;20)	
QM _(Ef)	380,71		11,60		333,00		30,40	

	Areia	Silte	Argila	MO
QM _(e)	3,03	2,51	5,52	5,07
F	125,9	4,6	60,4	6,0
p	**	**	**	**

Onde: Valores precedidos de mesma letra, na vertical, não diferem significativamente, segundo o teste de Duncan, no nível de 5% ($\alpha=0,05$). ** - altamente significativo ($p<0,01$). COC - *Byrsonima coccolobifolia*; CRA - *Byrsonima crassifolia*; CUR - *Curatella americana*; ROP - *Roupala montana*.

O PC I representou, cerca de 59% da variação global. Adotando-se uma significância de auto-vetor $|\lambda| \geq 0,60$ todas as variáveis, a exceção dos parâmetros texturais do solo (teor de areia, silte e argila) e a concentração de alumínio, foram significativas (tabela 5). Todas as variáveis significativas apresentaram orientação negativa nos seus auto-vetores, a exceção de m (percentagem de saturação em alumínio). Deste modo, o PC I é relacionado ao componente químico do solo.

Tabela 5- Auto-valores e auto-vetores obtidos na análise fatorial, por meio da extração de componentes principais.

	PC I	PC II	PC III
pH	-0,819	0,174	0,082
Ca	-0,966	0,061	-0,139
Mg	-0,954	0,048	-0,191
K	-0,917	0,114	0,019
Al	0,285	-0,897	0,151
H+Al	-0,719	-0,526	0,316
P	-0,741	-0,207	0,163
SB	-0,982	0,065	-0,142
CTCt	-0,901	-0,339	0,162
CTCe	-0,927	-0,313	-0,083
V	-0,886	0,295	-0,316
M	0,869	-0,405	0,203
Areia	-0,120	0,882	0,393
Silte	0,489	-0,113	-0,593
Argila	-0,010	-0,887	-0,245
MO	-0,676	-0,461	0,176
Eigenvalue	9,389	3,431	1,003
Variação Total	58,68%	21,44%	6,27%

Onde: Valores em negrito $|\lambda| \geq 0,60$

No caso do PC II, somente os teores de areia, argila e a concentração de alumínio apresentaram auto-vetores significativos (tabela 5). Somente o teor de areia apresentou orientação positiva, enquanto que o teor de argila e a concentração do alumínio apresentaram orientação negativa dos auto-vetores.

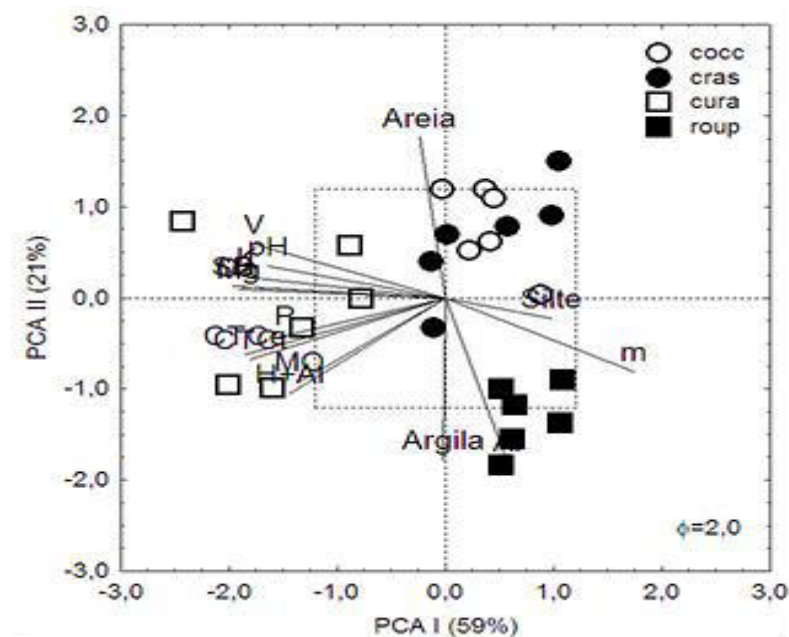
O PC III não apresentou nenhuma variável com auto-vetor significativo. Ressalta-se que o teor de silte situou-se num limiar muito próximo, entretanto esta variável não apresenta poder discriminante entre as espécies. Representa, pois, a oposição entre os teores de argila e areia.

Observando-se a disposição dos escores obtidos com a aplicação da técnica de ordenação fatorial, tem-se distinção em três grupos: *R. montana*, as espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* e *C. americana* (figura 13).

R. montana situou-se em ambientes mais argilosos, com maiores valores de, percentagem de saturação por alumínio (m), e com notada “pobreza” de macronutrientes.

Enquanto que as espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* situaram-se em ambientes com maior teor de areia, mas também com menor concentração de macronutrientes quando comparadas à espécie *C. americana*.

Figura 13- Disposição dos escores das espécies de árvores nucleadoras, e orientação dos parâmetros do solo.



No caso de *C. americana*, observa-se uma ausência de padrão relacionado aos teores de textura do solo, embora esta espécie esteja associada significativamente aos teores de MO, pH, P, H + Al, e pela percentagem de saturação por bases a pH 7,0 (V).

4.1.2 Restauração (Regeneração) em *Byrsonima coccolobifolia*

4.1.2.1 Composição e Riqueza

Foram assinaladas 12 espécies presentes nos 6 indivíduos amostrados, sendo que *C. americana*, *B. coccolobifolia* e *B. crassifolia* foram observadas em todas as árvores amostradas. A espécie *Randia formosa* foi assinalada em cinco das seis árvores, enquanto que *Palicourea rigida* e *Casearia sylvestris* foram assinaladas na metade das árvores amostradas. O restante das espécies foi assinalada esporadicamente. (tabela 6).

Tabela 6- Frequência absoluta e abundância de indivíduos sob a área de influência da copa de *Byrsonima coccolobifolia*.

Família	Nome Científico	Árvores						Total
		COC ₁	COC ₂	COC ₃	COC ₄	COC ₅	COC ₆	
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>				1			1
Apocynaceae	<i>Himatanthus articulatus</i>	1						1
Connaraceae	<i>Rourea grossourdyana</i>						2	2
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	2	2	6	4	5	3	22
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i>						2	2
Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i>			2		2	7	11
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	16	33	49	8	26	15	147
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	5	1	13	6	5	22	52
Myrtaceae	<i>Eugenia punicifolia</i>	1					6	7
Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i>	3		6		16	9	34
	<i>Randia formosa</i>	1	5		7	12	1	26
Verbenaceae	<i>Lippia microphylla</i>						13	13
Total		29	41	76	26	66	80	318

A família Malpighiaceae, representando tanto a própria espécie da árvore nucleadora, quanto à espécie simpátrica *B. crassifolia* foi a mais abundante (63%), seguida de Rubiaceae (19%). Somente estas duas famílias apresentaram mais do que um representante. O restante apresentou baixa expressão (tabela 6).

Avaliando-se a abundância das espécies sob a influência da copa de *B. coccolobifolia*, tem-se que o sistema de auto-regeneração é o mais expressivo (46%). A espécie simpátrica *B.*

crassifolia, representa cerca de 16%, seguida de *P. rigida* (11%), *R. formosa* (8%), *C. americana* (7%), *Lippia microphylla* (4%) e *C. sylvestris* (3%). O restante das espécies apresentou abundância relativa baixa, situada entre 0,3-2% (tabela 6).

4.1.2.2 Diversidade

A diversidade foi distinta entre as árvores (tabela 7), os valores oscilaram entre $H' = 0,669-1,980$. Foi também observada uma elevada amplitude de dominância ($D = 0,166-0,666$) e mesmo de dominância específica ($I_{BP} = 0,275-0,805$).

A riqueza entre as árvores variou entre 4 e 10 espécies, indicando uma oscilação considerável na representatividade de árvore nucleadora de *B. coccolobifolia*; magnitude de 33-83% de espécies assinaladas sob a influência da copa desta espécie (tabela 7). Outros efeitos associados como presença de fogo ou frequência deste podem estar relacionados a esta elevada amplitude na representatividade de espécies nas árvores-berçário (nucleadoras).

Tabela 7- Parâmetros dendrométricos das árvores de *Byrsonima coccolobifolia* e valores de riqueza, diversidade (Shannon-Weaver), variância do estimador e ordenação pelo teste t específico ao estimador de diversidade.

Parâmetros		COC ₁	COC ₂	COC ₃	COC ₄	COC ₅	COC ₆
Altura total	(m)	2,35	2,4	3,15	2,3	2,55	3,2
Circunferência da base	(m)	0,27	0,34	0,42	0,32	0,28	0,47
Circunferência 30cm	(m)	0,24	0,26	0,39	0,26	0,25	0,39
DC	(m)	2,81	2,5	2,91	2,18	3,66	2,64
Zona	(m)	4,22	3,75	4,37	3,26	5,49	3,96
S		7	4	5	5	6	10
N		29	41	76	26	66	80
D		0,353	0,666	0,458	0,246	0,259	0,166
H'		1,399	0,669	1,082	1,468	1,517	1,98
Var(H')		0,032	0,022	0,011	0,006	0,006	0,006
teste t [H']		B	bcd	bc	B	b	A
1-D		0,647	0,334	0,542	0,754	0,741	0,834
EVEN		0,579	0,488	0,59	0,868	0,76	0,724
EQUI		0,719	0,483	0,672	0,912	0,847	0,86
BERG		0,552	0,805	0,645	0,308	0,394	0,275

Onde: S – número de espécies; N – número total de indivíduos; D – índice de dominância; H' – índice de diversidade de Shannon-Weaver; EVEN – evenness; EQUI – índice de equitabilidade; BERG – índice de Berger-Parker.

Não foi assinalada nenhuma correlação entre os parâmetros dendrométricos e a riqueza ou o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'). Entretanto, foi assinalada correlação significativa ($p < 0,10$) entre os valores de diâmetro da base e a 30 cm e a abundância de indivíduos (tabela 8).

Tabela 8- Matriz de correlação de Spearman e significância, entre os parâmetros dendrométricos e de estimação de diversidade.

	Ht		CB		C30		DC	
BERG	-0,14	n.s.	-0,14	n.s.	-0,15	n.s.	0,14	n.s.
DOM	-0,14	n.s.	-0,14	n.s.	-0,15	n.s.	0,14	n.s.
EQUI	-0,14	n.s.	-0,03	n.s.	0,03	n.s.	-0,26	n.s.
EVEN	-0,09	n.s.	-0,03	n.s.	0,09	n.s.	-0,03	n.s.
H	0,31	n.s.	0,09	n.s.	0,06	n.s.	0,14	n.s.
N	0,87	*	0,71	*	0,65	n.s.	0,49	n.s.
S	0,38	n.s.	-0,03	n.s.	-0,09	n.s.	0,32	n.s.

Onde: S – número de espécies; N – número total de indivíduos; D – índice de dominância; H' – índice de diversidade de Shannon-Weaver; EVEN – *evenness*; EQUI – índice de equitabilidade; BERG – índice de Berger-Parker; ht – altura total; CB – circunferência da base; C30 – circunferência a 30 cm; DC – diâmetro da copa; n.s. – não significativo; * - significativo ($p < 0,05$); ** - altamente significativo ($p < 0,01$).

4.1.2.3 Similaridade

Uma análise de agrupamento indicou uma taxa considerável de similaridade entre as árvores nucleadoras (figura 14 e tabela 9), oscilando entre 36 e 83%, no caso de similaridade binária, indicada pelo coeficiente de Jaccard e entre 36 e 69%, no caso de similaridade quantitativa, indicada pela distância Bray-Curtis.

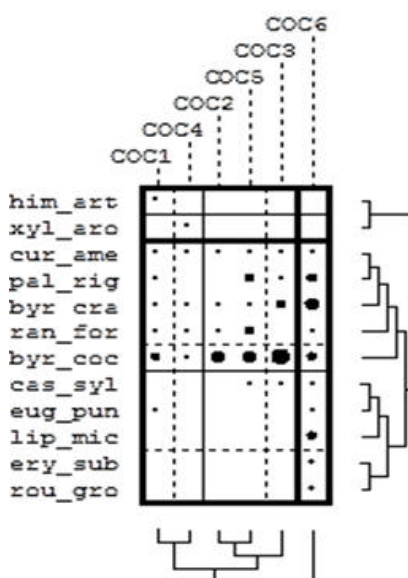
Um arranjo entre as árvores indica os seguintes grupos: G_1 , representado pelas árvores I e IV, apresentando valores relativos intermediários na frequência relativa de auto-regeneração e valores mais baixos frequência relativa do que estes nas espécies *C. americana*, *B. crassifolia* e *R. formosa*, aliados a outras espécies exclusivas, *H. articulatus*, e *X. aromática*; o G_2 , representado pelas árvores II e V apresenta uma elevada frequência relativa de auto-regeneração e valores baixos de frequência relativa das espécies *C. americana*, *B. crassifolia* e *R. formosa* (figura 14 e tabela 9).

A árvore III representa um grupo isolado (G_3), com frequência relativa elevada de auto-regeneração e um pequeno número de espécies associadas, como a espécie simpátrica *B. crassifolia*, *C. sylvestris*, *C. americana* e *P. rigida* (figura 14 e tabela 9).

Um agrupamento isolado (G_4) também foi assinalado na árvore VI, a qual apresentou o maior número de espécies exclusivas: *Rourea grosourdyana*, *Erythroxylum suberosum*,

Lippia microphylla. Além apresentar uma elevada frequência relativa de auto-regeneração, bem como da espécie simpátrica *B. crassifolia* (figura 14 e tabela 9).

Figura 12 - Dendrograma de similaridade entre as árvores de *Byrsonima coccolobifolia*.



A árvore III representa um grupo isolado (G_3), com frequência relativa elevada de auto-regeneração e um pequeno número de espécies associadas, como a espécie simpátrica *B. crassifolia*, *C. sylvestris*, *C. americana* e *P. rigida* (figura 14 e tabela 9).

Um agrupamento isolado (G_4) também foi assinalado na árvore VI, a qual apresentou o maior número de espécies exclusivas: *Rourea grosourdyana*, *Erythroxylum suberosum*, *Lippia microphylla*. Além apresentar uma elevada frequência relativa de auto-regeneração, bem como da espécie simpátrica *B. crassifolia* (figura 14 e tabela 9).

Tabela 9- Valores de similaridade binária e quantitativa entre as árvores de *Byrsonima coccolobifolia* avaliadas.

	COC ₁	COC ₂	COC ₃	COC ₄	COC ₅	COC ₆
COC ₁	~	0,43	0,51	0,42	0,43	0,51
COC ₂	0,57	~	0,39	0,52	0,36	0,69
COC ₃	0,50	0,50	~	0,65	0,38	0,50
COC ₄	0,50	0,80	0,43	~	0,48	0,66
COC ₅	0,63	0,67	0,83	0,57	~	0,52
COC ₆	0,55	0,40	0,50	0,36	0,60	~

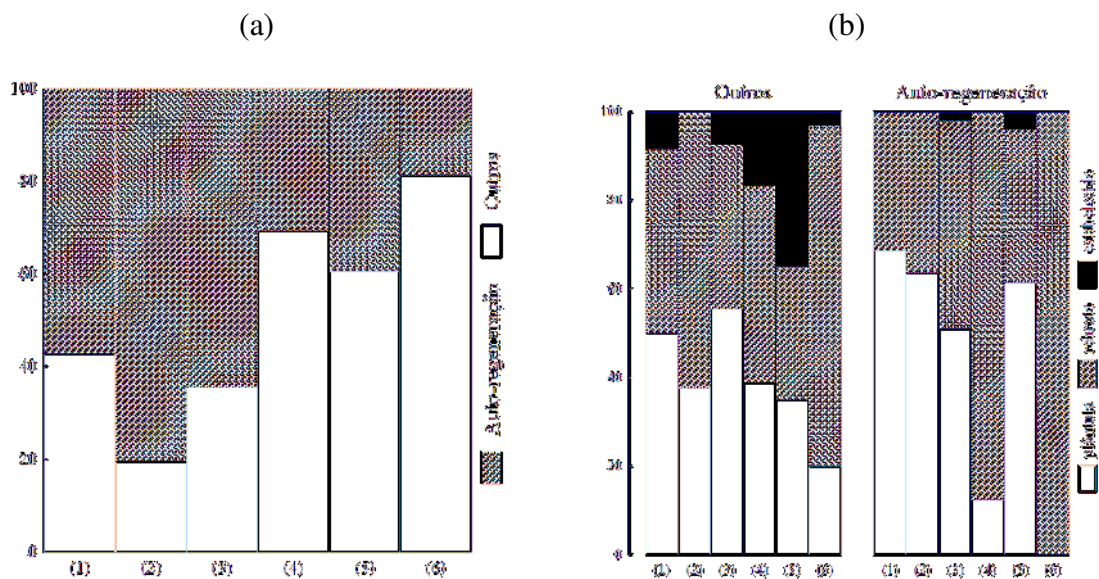
Onde: Triângulo inferior – coeficiente de Jaccard; triângulo superior – distância Bray-Curtis.

4.1.2.4 Estágios de vida

Avaliando-se as frações das fontes de regeneração, tem-se um grupo de árvores (I, II e III) com predomínio de auto-regeneração (55-80%), enquanto que um outro (IV, V e VI) apresentou predomínio de outras fontes (figura 15.a) de regeneração (61-81%).

No caso da auto-regeneração, o estágio predominante foi “rebrotos” (média: 56%; amplitude: 31-100%), seguido de “plântulas” (média: 43%; amplitude: 0-69%), enquanto que “estabelecidos” apresentou uma expressão muito baixa (média: 1%; amplitude: 0-4%). Considerando-se outras fontes de regeneração, o estágio “rebrotos” (média: 49%, amplitude: 30-77%) continuou a ser o mais frequente, seguido de “plântulas” (média: 39%, amplitude: 20-56%). Entretanto, ressalta-se que o estágio “estabelecido” apresentou valores bem mais elevados (média: 12%, amplitude: 0-35%) aos observados na auto-regeneração (figura 15.b).

Figura 15- Frequência relativa de (a) fontes de regeneração e (b) estágios de desenvolvimento nas fontes de regeneração, nas árvores de *Byrsonima coccolobifolia* avaliadas.



Um arranjo entre as árvores, em função das frequências relativas dos estágios em cada uma das fontes de regeneração, indica os seguintes agrupamentos: G_1 – representado pelas árvores IV e VI tendo o número de “rebrotos” elevado em ambas às fontes de regeneração; “plântulas” com fração intermediária em outras fontes de regeneração e presença de “estabelecidos” em outras fontes de regeneração; G_2 – representado pelas árvores I e III, tendo “rebrotos” e “plântulas” com frequência elevada ou intermediária em ambas as fontes de

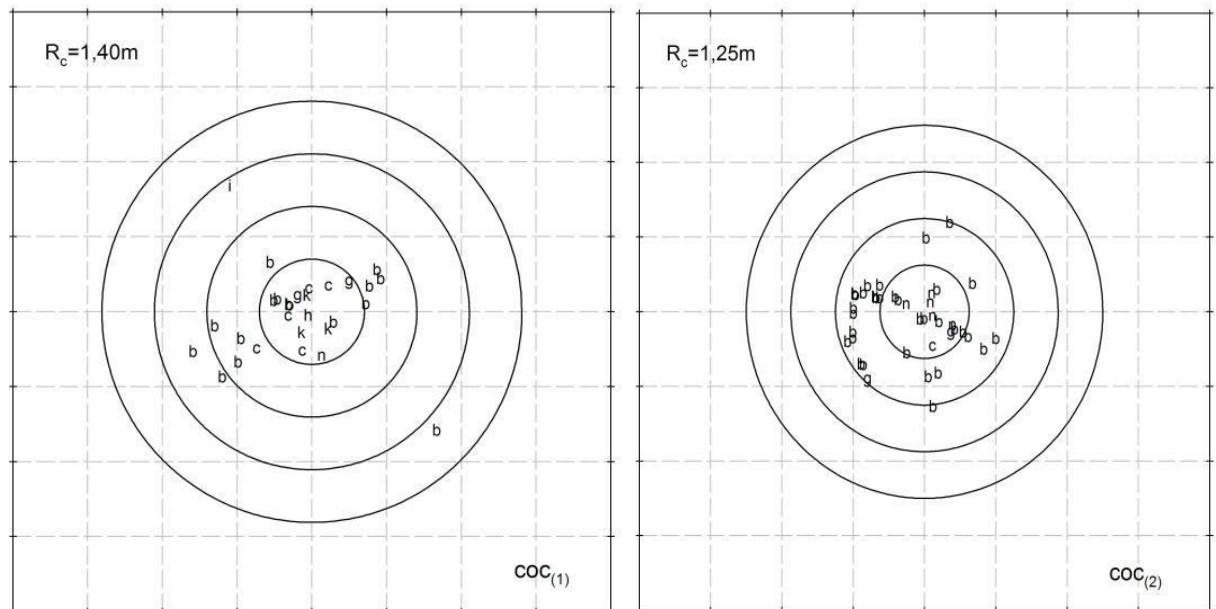
regeneração, e presença de “estabelecidos” somente em outras fontes de regeneração; G_3 – representado pela árvore II tendo “rebrotos” e “plântulas” com frequência elevada ou intermediária em ambas as fontes de regeneração e ausência de “estabelecidos” em qualquer uma das fontes de regeneração; G_4 - representado pela árvore V tendo “rebrotos” e “plântulas” com frequência elevada ou intermediária em ambas as fontes de regeneração e, presença de “estabelecidos” também em ambas as fontes de regeneração (figura 15.b).

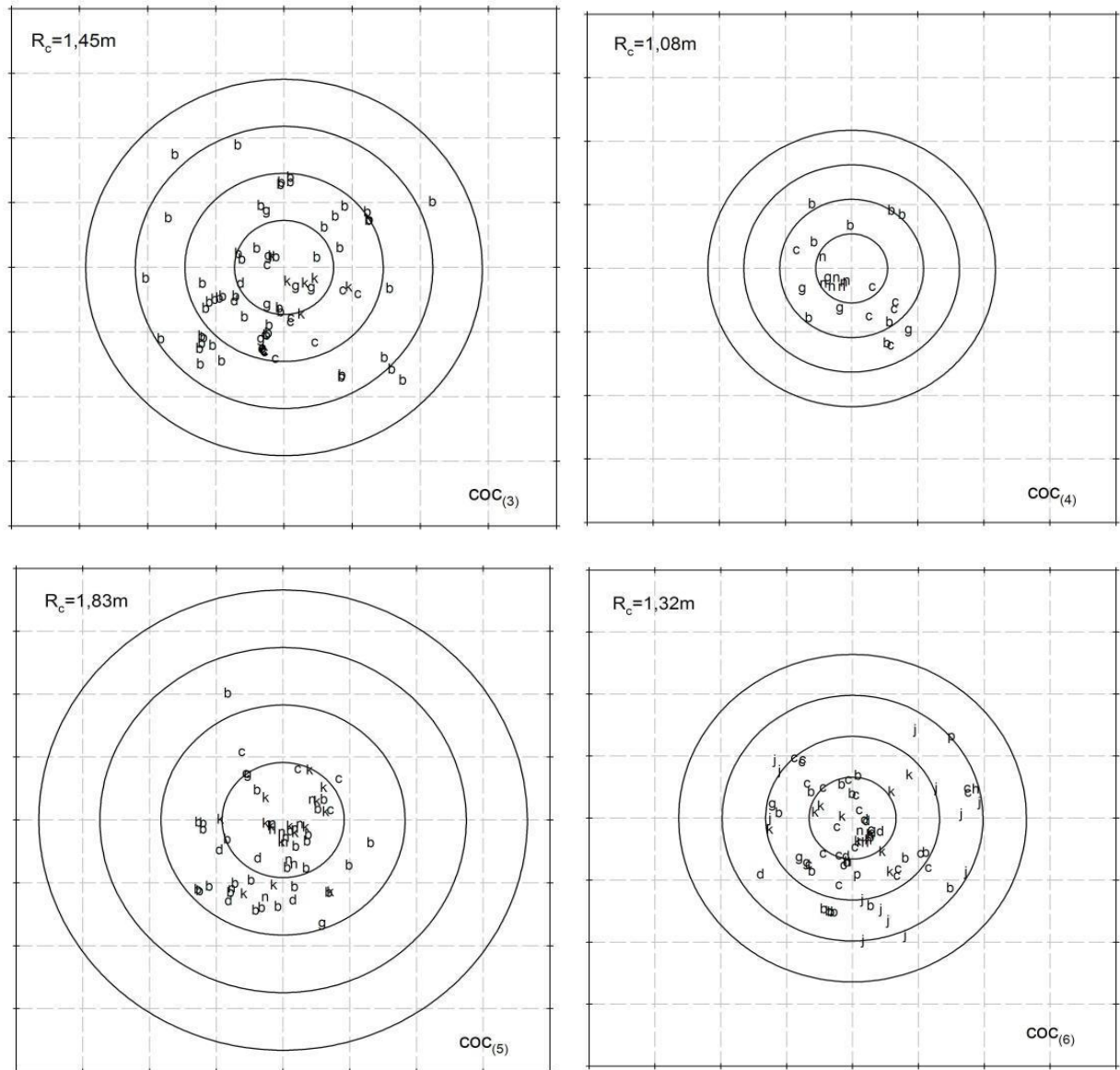
4.1.2.5 Padrão espacial

4.1.2.5.1 Distribuição das espécies

A ocorrência de espécies arbóreas foi assinalada em todas as zonas de influência da copa de *B. coccolobifolia*, entretanto diferenças foram observadas, com relação à intensidade, composição e direção desta sucessão (figura 16).

Figura 16- Disposição espacial das espécies arbóreo-arbustivas, sob as zonas de influência da copa de *Byrsonima coccolobifolia*. Onde: b - *Byrsonima coccolobifolia*; c - *Byrsonima crassifolia*; d - *Casearia sylvestris*; g - *Curatella americana*; h - *Eugenia punicifolia*; i - *Himatanthus articulatus*; j - *Lippia microphylla*; k - *Palicourea rigida*; n - *Randia formosa*; p - *Rourea grosourdyana*.





4.1.2.5.2 Análise direcional

Um padrão global de disposição da sucessão de espécies sob as zonas de influência de *B. coccolobifolia* indica uma orientação sul-sudoeste [SSW] (média e erro padrão: $\theta=199,53\pm8,47^\circ$). Entretanto, esta foi bastante variável apresentando um coeficiente de variação global de cerca de 50% (figura 17).

De um modo geral, o predomínio da distribuição foi de orientação sudoeste [SW], contendo cerca de 23% do total das observações. As orientações cardinais predominantes foram (figura 18) no sentido sul (47%) e oeste (54%). As I, III apresentaram orientação sul [S] (média e erro padrão: $\theta=173,88\pm23,55-181,82\pm16,06^\circ$), enquanto que as árvores II e IV apresentaram orientação sudoeste [SW] (média e erro padrão: $\theta=215,99\pm10,84-$

219,89±22,05°), já as árvores V e VI apresentaram direção sul-sudoeste [SSW] (média e erro padrão: $\theta=200,12\pm11,08-211,12\pm12,16^\circ$).

Figura 17 - Frequência relativa das direções da sucessão, sob as zonas de influência da copa de *Byrsonima coccolobifolia*.

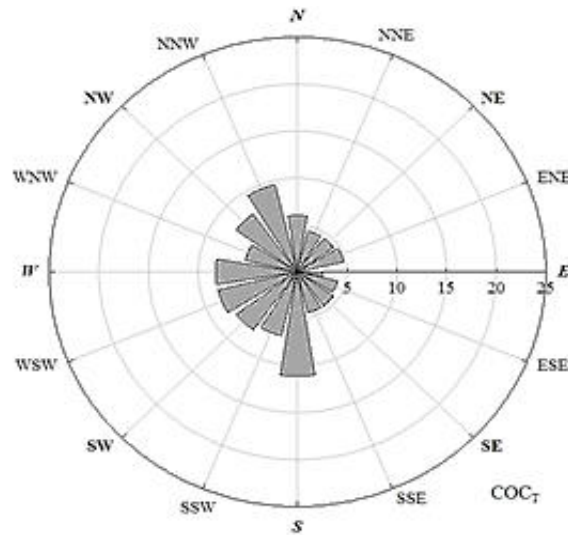
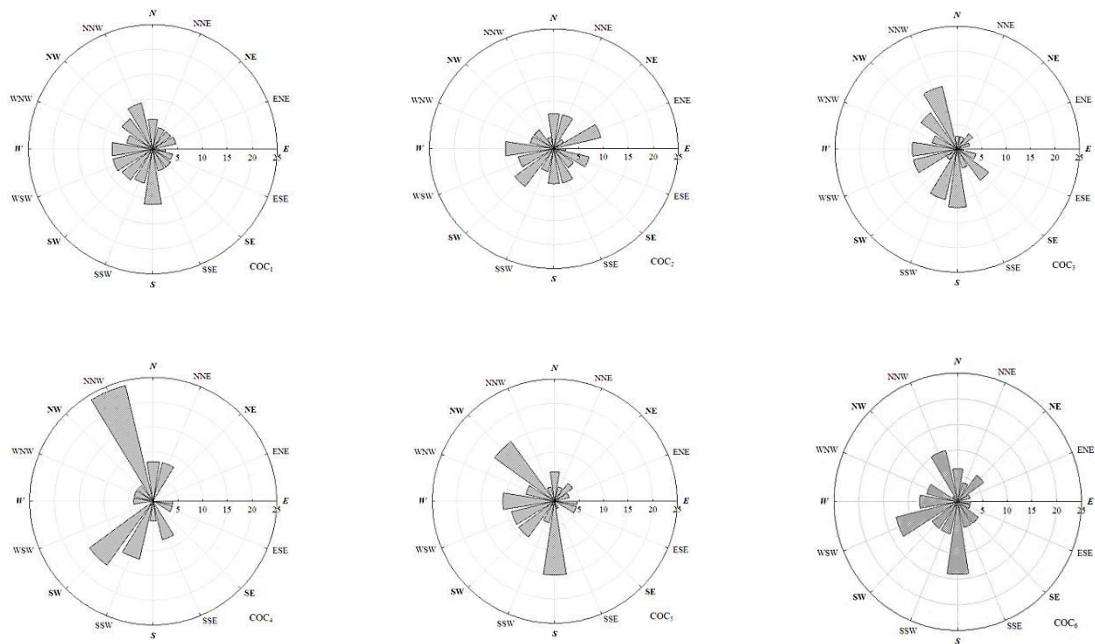


Figura 18 - (a-f) Frequência relativa das direções de disposição das espécies arbóreo-arbustivas, sob as zonas de influência da copa de *Byrsonima coccolobifolia*.



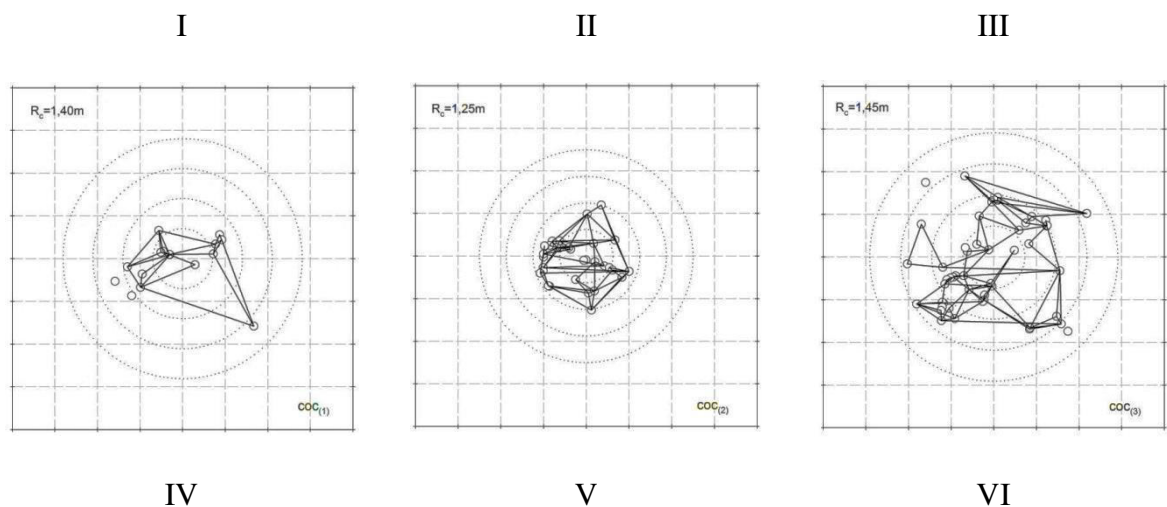
4.1.2.5.3 Agrupamento espacial

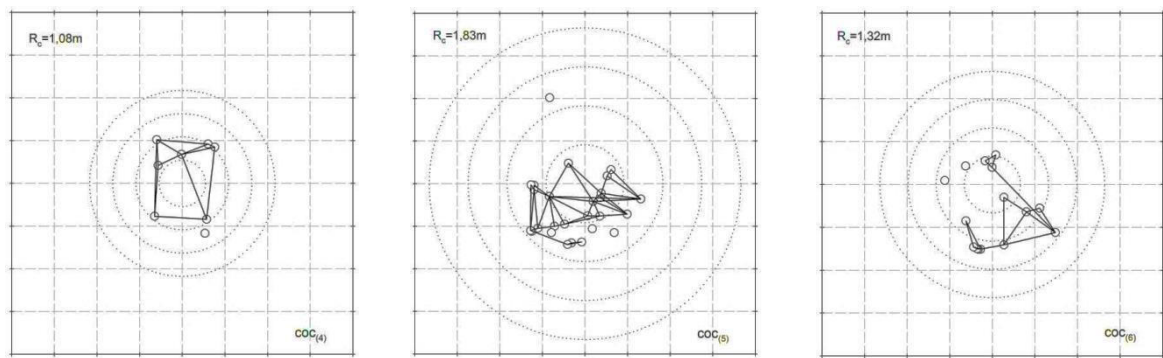
4.1.2.5.3.1 *Byrsonima coccolobifolia* [Auto-regeneração]

Todos os agrupamentos espaciais de auto-regeneração situaram-se, com maior intensidade, até a zona de influência direta da copa, entretanto em função das densidades diferentes, a representatividade da área ocupada pela auto-regeneração (A) também variou num espectro de 14-43% (figura 19). A distância média entre os segmentos da triangulação (λ) teve amplitude de 0,54-0,92m, representada por um valor médio e erro padrão de $0,65 \pm 0,06$ m. O número de polígonos constituintes do agrupamento espacial (ϕ), também oscilou bastante, tendo uma amplitude de 5 a 30 polígonos constituintes de agrupamentos, centrados em 14 ± 4 polígonos (figura 19).

As árvores I ($\lambda=0,68$ m; $A=2,65\text{m}^2$; $\phi=09$), V ($\lambda=0,62$ m; $A=3,02\text{m}^2$; $\phi=13$) e VI ($\lambda=0,57$ m; $A=1,73\text{m}^2$; $\phi=06$) apresentaram uma representatividade entre 14 e 20% (figura 19). Já as árvores II ($\lambda=0,54$ m; $A=2,98\text{m}^2$; $\phi=23$) e IV ($\lambda=0,68$ m; $A=2,65\text{m}^2$; $\phi=09$) situaram-se numa faixa de representatividade de 21-25%. Enquanto que a árvore III ($\lambda=0,59$ m; $A=5,95\text{m}^2$; $\phi=30$) apresentou a maior representatividade de auto-regeneração sob a área de influência da copa, cerca de 43%.

Figura 19- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, da auto-regeneração nas zonas de influências da copa das árvores I-VI de *Byrsonima coccolobifolia*.



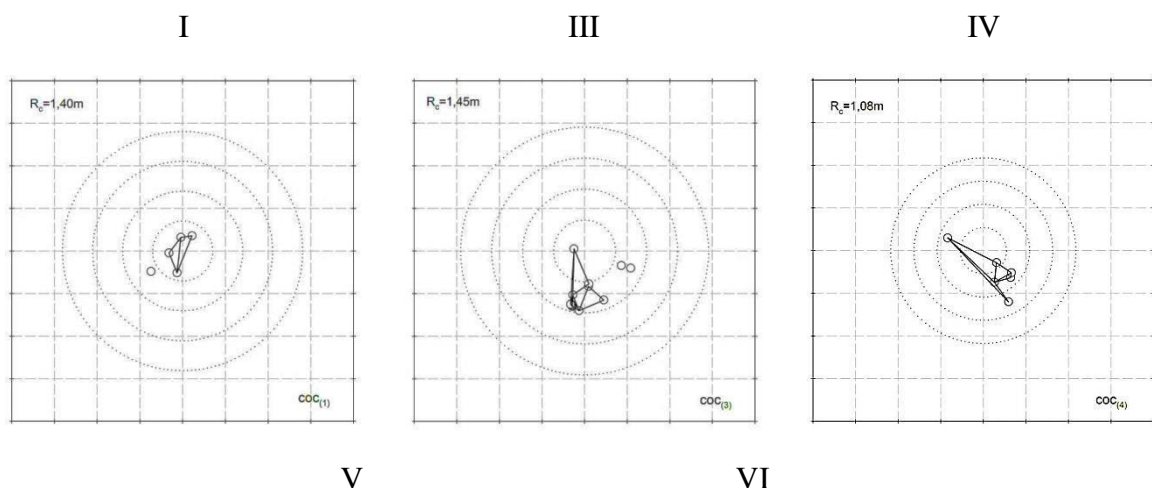


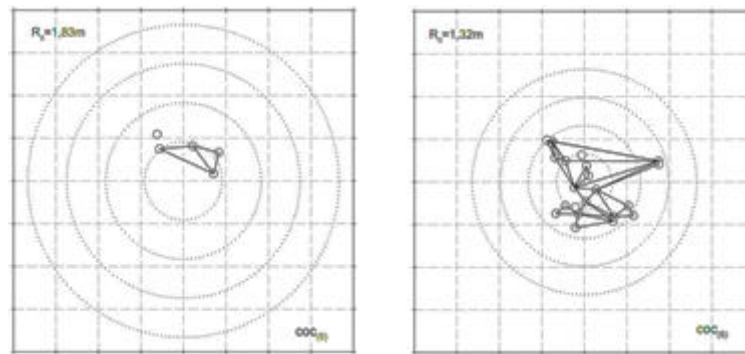
4.1.2.5.3.2 *Byrsonima crassifolia*

Os agrupamentos espaciais situaram-se, na maioria dos casos, até a zona de influência direta da copa, entretanto, em função das densidades diferentes, a representatividade da área ocupada pela espécie (A) também variou num espectro de 3-14% (figura 20). A distância média entre os segmentos da triangulação (λ) teve amplitude de 0,46-0,82m, representada por um valor médio e erro padrão de $0,66 \pm 0,08$ m. O número de polígonos constituintes do agrupamento espacial (ϕ) também oscilou bastante, tendo uma amplitude de 2 a 14 polígonos constituintes de agrupamentos, centrados em 6 ± 2 polígonos (figura 20).

As árvores VI ($\lambda=0,58$ m; $A=1,52$ m²; $\phi=14$), IV ($\lambda=0,81$ m; $A=0,93$ m²; $\phi=13$) apresentaram a maior representatividade, entre 13 e 14% (figura 20). Enquanto que as árvores III ($\lambda=0,46$ m; $A=0,78$ m²; $\phi=06$), V ($\lambda=0,82$ m; $A=0,86$ m²; $\phi=04$) e I ($\lambda=0,58$ m; $A=1,52$ m²; $\phi=14$) apresentaram uma representatividade bem menor, entre 3 e 6% (figura 20).

Figura 20- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Byrsonima crassifolia* nas zonas de influências da copa das árvores I,III-VI de *Byrsonima coccolobifolia*.

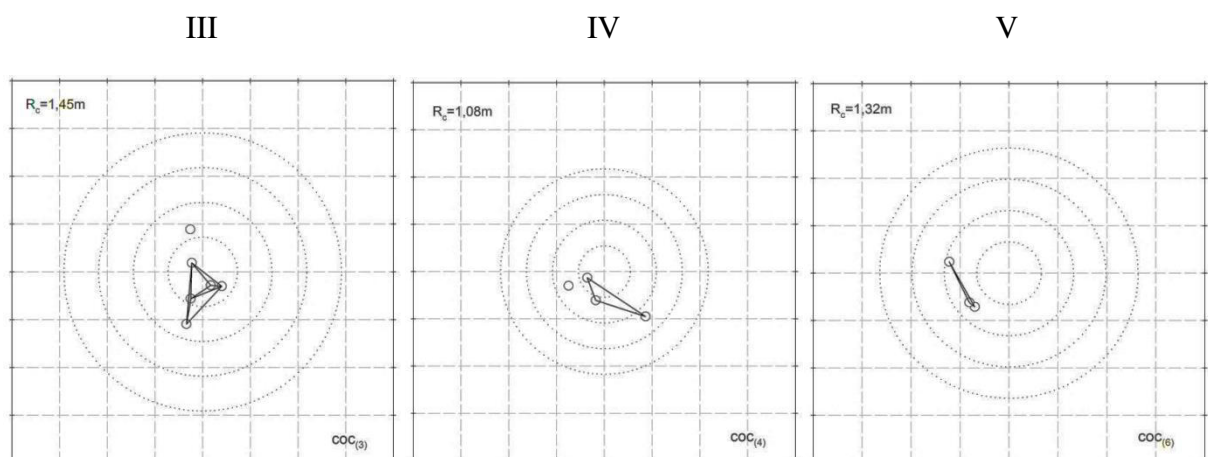




4.1.2.5.3.3 *Curatella americana*.

Os agrupamentos espaciais situaram-se, em todos os casos, na zona de influência direta da copa, entretanto em função das densidades diferentes, a representatividade da área ocupada pela espécie (A) também se situou num limite estreito de 1-6% (figura 21). A distância média entre os segmentos da triangulação (λ) teve amplitude de 0,66-1,03m, representada por um valor médio e erro padrão de $0,80 \pm 0,09$ m. O número de polígonos constituintes do agrupamento espacial (ϕ), praticamente não oscilou, apresentou amplitude de 1 a 5 polígonos constituintes de agrupamentos centrados em 2 ± 1 polígonos (figura 21).

Figura 21- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Curatella americana* nas zonas de influências da copa das árvores III, IV e V de *Byrsonima coccolobifolia*.



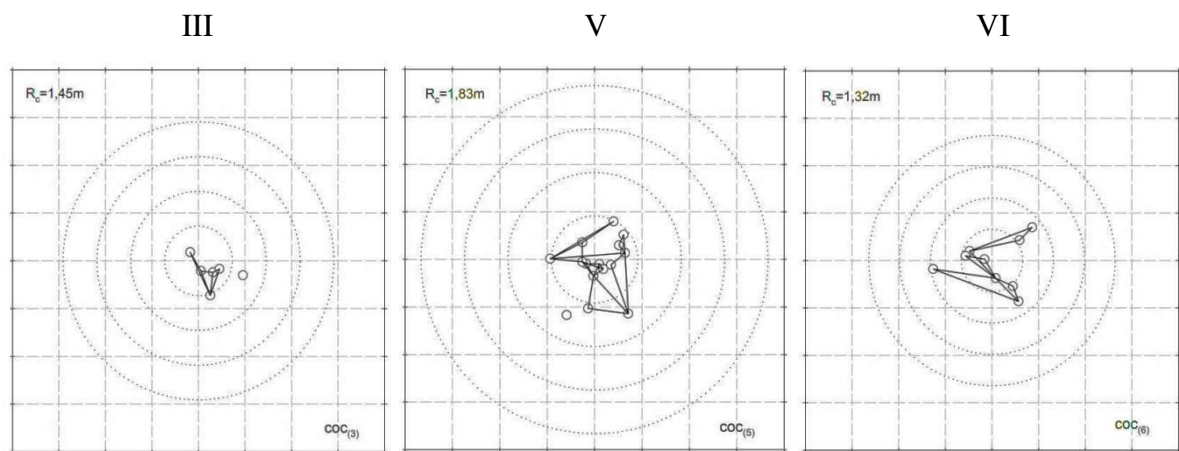
As árvores III ($\lambda=0,66$ m; $A=0,86$ m²; $\phi=05$) e IV ($\lambda=1,03$ m; $A=0,44$ m²; $\phi=01$) apresentaram representatividade de 6%. Enquanto que a árvore V ($\lambda=0,73$ m; $A=0,06$ m²; $\phi=01$), apresentou uma representatividade ínfima, de cerca de 1% (figura 21).

4.1.2.5.3.4 *Palicourea rígida*

Os agrupamentos espaciais situaram-se até a zona de influência direta da copa, mas concentrados na zona de influência do tronco. A representatividade da área ocupada (A) variou pouco, 2-9% (figura 22). A distância média entre os segmentos da triangulação (λ) teve amplitude de 0,50-0,84m, representada por um valor médio e erro padrão de $0,62 \pm 0,13$ m. O número de polígonos constituintes do agrupamento espacial (ϕ), também oscilou pouco, tendo uma amplitude de 3 a 9 polígonos constituintes de agrupamentos centrados em 5 ± 2 polígonos (figura 22).

As árvores V ($\lambda=0,51$ m; $A=1,51$ m²; $\phi=09$) e VI ($\lambda=0,84$ m; $A=1,04$ m²; $\phi=04$) apresentaram uma representatividade entre 7 e 9%. Enquanto que a árvore III ($\lambda=0,50$ m; $A=0,23$ m²; $\phi=03$) apresentou uma representatividade de cerca de 2% (figura 22).

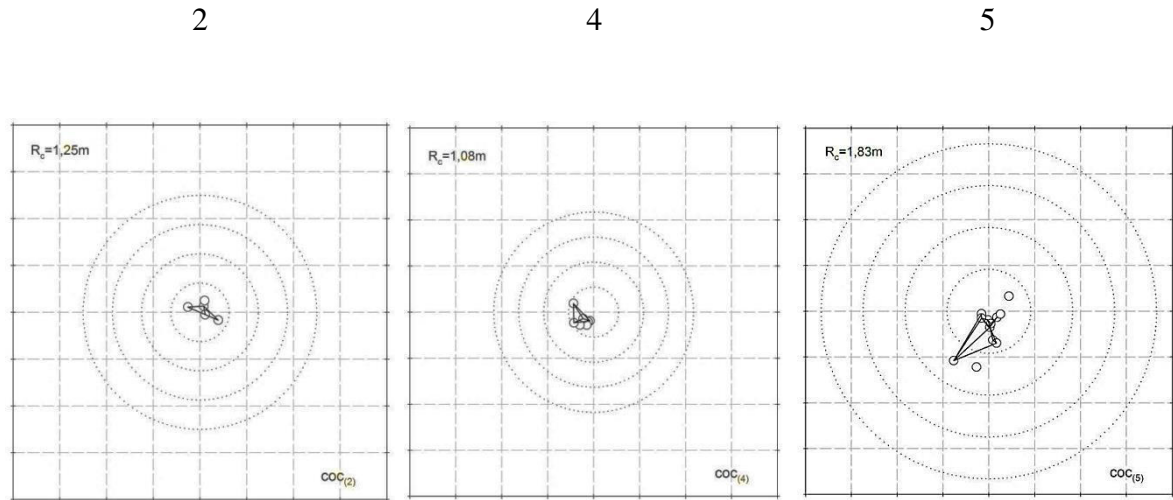
Figura 22- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Palicourea rigida* nas zonas de influências da copa das árvores III, V e VI de *Byrsonima coccolobifolia*.



4.1.2.5.3.5 *Randia formosa*

Os agrupamentos espaciais demonstraram-se circunscritos à zona de influência do tronco e, em função das densidades diferentes, a representatividade da área ocupada pela espécie (A) variou muito pouco, em uma escala de 1-2% (figura 23). A distância média entre os segmentos da triangulação (λ) teve amplitude de 0,31-0,39m, representada por um valor médio e erro padrão de $0,35 \pm 0,03$ m. O número de polígonos constituintes do agrupamento espacial (ϕ), oscilou em uma amplitude de 2 a 6 polígonos constituintes de agrupamentos centrados em 3 ± 2 polígonos (figura 23).

Figura 23- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Randia formosa* nas zonas de influências da copa das árvores II, IV e V de *Byrsonima coccolobifolia*.



Todas as árvores [II ($\lambda=0,31\text{m}$; $A=0,11\text{m}^2$; $\phi=02$), IV ($\lambda=0,35\text{m}$; $A=0,12\text{m}^2$; $\phi=02$) e V ($\lambda=0,39\text{m}$; $A=0,40\text{m}^2$; $\phi=06$)] apresentaram uma representatividade muito pequena, inferior a 3% (figura 23).

4.1.3 Restauração (Regeneração) em *Byrsonima crassifolia*

4.1.3.1 Composição e Riqueza

Sob as zonas de influência da copa de *B. crassifolia* foram assinaladas 10 espécies. Dentre as espécies, as simpátricas *B. crassifolia*, sob a forma de auto-regeneração e *B. coccolobifolia*, além de *P. rigida* foram assinaladas em todos os indivíduos. Enquanto que *C. sylvestris* (cinco indivíduos) e *C. americana* (quatro indivíduos) foram assinaladas na grande maioria dos indivíduos. *L. microphylla* foi assinalada na metade dos indivíduos.

As outras espécies apresentaram-se de forma esporádica, como no caso de *E. suberosum*, ou forma assinalados de maneira exclusiva, como *R. formosa*; *C. favosus* e *R. grosourdyana* (tabela 10).

A família Maphigiaceae, que representa a auto-regeneração, bem como a espécie simpátrica *B. coccolobifolia* foi a mais abundante (62%), seguida de Flacourtiaceae (11%), representado exclusivamente por *C. sylvestris*. As famílias Dilleniaceae, representado

exclusivamente por *C. americana*, e Rubiaceae representaram 7%, enquanto que Verbenaceae, exclusivamente *L. microphylla* e Connaraceae apresentaram de 5-6%. A família com menor representatividade foi Erythroxylaceae, exclusivamente, por *E. suberosum*, com cerca de 1% (tabela 10).

Tabela 10- Frequência absoluta de indivíduos sob as zonas de influência da copa de *Byrsonima crassifolia*.

		Árvores						Total
Família	Nome Científico	CRA ₁	CRA ₂	CRA ₃	CRA ₄	CRA ₅	CRA ₆	
Connaraceae	<i>Connarus favosus</i>	1						1
	<i>Rourea grosourdyana</i>		15					15
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	3	11	3	3			20
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i>		3		1			4
Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	2	10	4	11	6		33
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	3	5	14	8	10	3	43
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	35	21	25	42	14	5	142
Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i>	1	6	4	5	3	6	25
	<i>Randia formosa</i>					1		1
Verbenaceae	<i>Lippia microphylla</i>		5	7	6			18
Total		45	76	57	76	34	14	302

A abundância global das espécies indicou a auto-regeneração de *B. crassifolia* (48%) como mais abundante, seguida da espécie simpátrica *B. coccolobifolia* (14%). Em um patamar inferior, situaram-se *C. sylvestris* (11%); *C. americana* (7%); *P. rigida* (7%), esta representado majoritariamente a família Rubiaceae; *L. microphylla* (6%) e *Rourea grosourdyana* (5%), esta última representando a maioria da família Connaraceae. O restante das espécies apresentou expressão muito baixa (tabela 10).

4.1.3.2 Diversidade

A diversidade foi distinta entre as árvores (tabela 11), os valores variaram entre $H' = 0,864 - 1,908$. A amplitude de dominância também foi elevada ($D = 0,170 - 0,617$), assim como a dominância específica ($I_{(BP)} = 0,276-0,778$).

A riqueza individual de cada árvore observada variou entre 3 e 8 espécies, o que indica uma oscilação na representatividade das espécies entre 30-80% sob as zonas de influência da copa de *B. crassifolia*. Infere-se que a influência de outros efeitos em associação, sejam estes de natureza edáfica ou mesmo a frequência de fogo no local determinam a presença das espécies (tabela 11).

Tabela 11- Parâmetros dendrométricos das árvores de *Byrsonima crassifolia* e valores de riqueza, diversidade (Shannon-Weaver), variância do estimador e ordenação pelo teste t específico ao estimador de diversidade.

		CRA ₁	CRA ₂	CRA ₃	CRA ₄	CRA ₅	CRA ₆
Altura total	(m)	2,25	3,2	2,5	3,35	2,4	2,3
Circunferência da base	(m)	0,29	0,6	0,23	0,44	0,3	0,26
Circunferência 30 cm	(m)	0,28	0,52	0,22	0,4	0,36	0,18
DC	(m)	2,215	3,125	2,57	3,025	1,995	1,915
Zona	(m)	3,32	4,69	3,86	4,54	2,99	2,87
S		6	8	6	7	5	3
N		45	76	57	76	34	14
D		0,617	0,170	0,280	0,350	0,296	0,357
H'		0,864	1,908	1,492	1,409	1,349	1,061
Var (H')		0,030	0,004	0,009	0,012	0,010	0,002
teste t [H']							
1-D		0,383	0,830	0,720	0,650	0,704	0,643
EVEN		0,396	0,843	0,741	0,584	0,771	0,963
EQUI		0,482	0,918	0,833	0,724	0,838	0,966
BERG		0,778	0,276	0,439	0,553	0,412	0,429

Onde: S – número de espécies; N – número total de indivíduos; D – índice de dominância; H' - índice de diversidade de Shannon-Weaver; EVEN – *eveness*; EQUI – índice de equitabilidade; BERG – índice de Berger-Parker.

A riqueza foi influenciada, positivamente, por todos os parâmetros dendrométricos avaliados. A exceção da circunferência da base, todos os parâmetros dendrométricos influenciaram a abundância, também sob orientação positiva. O índice de diversidade Shannon-Weaver foi influenciado pelo diâmetro da copa e a altura da árvore, também sob orientação positiva. A altura influenciou, exclusivamente, a dominância (tabela 12).

Tabela 12- Matriz de correlação de Spearman e significância, entre os parâmetros dendrométricos e de estimação de diversidade.

	C30		CB		DC		Ht	
D	-0,49	n.s.	-0,31	n.s.	-0,60	n.s.	-0,66	*
BERG	-0,31	n.s.	-0,37	n.s.	-0,09	n.s.	-0,26	n.s.
EQUI	-0,14	n.s.	0,03	n.s.	-0,26	n.s.	0,03	n.s.
EVEN	-0,14	n.s.	0,03	n.s.	-0,26	n.s.	0,03	n.s.
H'	0,54	n.s.	0,37	n.s.	0,77	*	0,83	**
N	0,75	*	0,58	n.s.	0,99	**	0,81	**
S	0,81	**	0,67	*	0,99	**	0,70	*

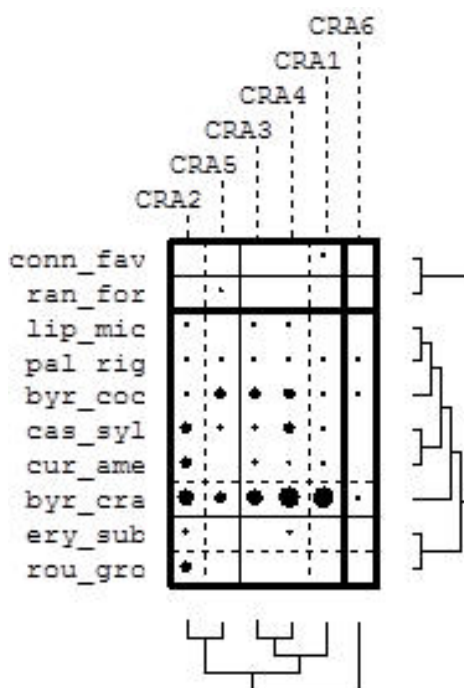
Onde: S – número de espécies; N – número total de indivíduos; D – índice de dominância; H' - índice de diversidade de Shannon-Weaver; EVEN – *eveness*; EQUI – índice de equitabilidade; BERG – índice de Berger-Parker; ht – altura total; CB – circunferência da base; C30 – circunferência a 30cm; DC – diâmetro da copa; n.s. – não significativo; * - significativo (p<0,05); ** - altamente significativo (p<0,01).

4.1.3.3 Similaridade

Por meio da análise de agrupamento (cluster analysis) foi observada uma taxa ampla de similaridade entre as árvores nucleadoras (berçário), entre 38 e 88% no caso de similaridade binária, indicada pelo coeficiente de Jaccard e entre 25 e 71%, no caso de similaridade quantitativa, indicada pela distância Bray-Curtis (figura 24 e tabela 13).

Outro isolado (G₃) foi representado pela árvore V, com valores intermediários de auto-regeneração e da espécie simpátrica *B. coccolobifolia* e da espécie exclusiva *R. formosa* (figura 24 e tabela 13).

Figura 24 -Dendrograma de similaridade entre árvores de *Byrsonima crassifolia*.



Também foi observado um grupo isolado (G4) na árvore II, a qual tinha uma elevada auto-regeneração, seguida da espécie exclusiva de *R. grosourdyana* (figura 24 e tabela 13).

A árvore VI, representou um grupo isolado (G_1), representado por uma pequena abundância centrada e um pequeno número de espécies (figura 24 e tabela 13). As árvores I, III e IV, formaram um grupo (G_2) com frequência relativa elevada de auto-regeneração e da espécie simpátrica *B. coccolobifolia* e de frequência intermediária de *C. sylvestris*, *C. americana*, *P. rigida*, e *L. microphylla* (figura 24 e tabela 13).

Tabela 13- Valores de similaridade binária e quantitativa entre as árvores de *Byrsonima crassifolia* avaliadas.

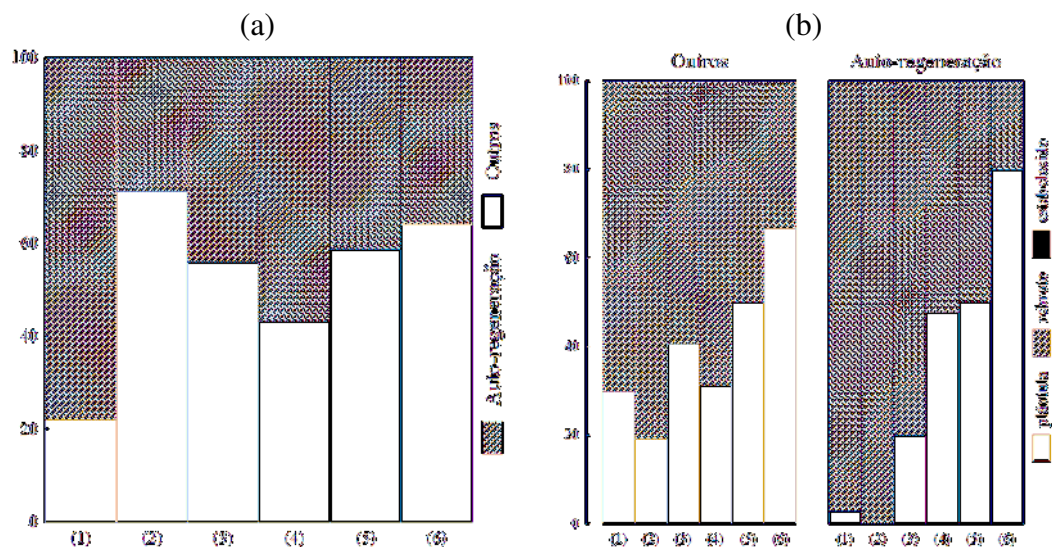
	CRA ₁	CRA ₂	CRA ₃	CRA ₄	CRA ₅	CRA ₆
CRA ₁	~	0,50	0,33	0,27	0,49	0,70
CRA ₂	0,56	~	0,37	0,34	0,49	0,69
CRA ₃	0,71	0,75	~	0,25	0,32	0,66
CRA ₄	0,63	0,88	0,86	~	0,44	0,71
CRA ₅	0,57	0,44	0,57	0,50	~	0,54
CRA ₆	0,50	0,38	0,50	0,43	0,60	~

Onde: Triângulo inferior – coeficiente de Jaccard; triângulo superior – distância Bray-Curtis.

4.1.3.4 Estágios de vida

Avaliando-se as frações das fontes de regeneração, tem-se que a grande maioria das árvores (II, III, V e VI) apresenta predomínio (56-71%), de outras fontes de regeneração, enquanto que a árvore IV apresentou frequência mais elevada de auto-regeneração (57%), mas em patamar inferior ao observado na árvore I que apresenta a mais elevada intensidade de auto-regeneração (78%).

Figura 25- Frequência relativa de (a) fontes de regeneração e (b) estágios de desenvolvimento nas fontes de regeneração, nas árvores de *Byrsonima crassifolia* avaliadas.



Na auto-regeneração, o estágio predominante foi “rebrote” (média: 67%; amplitude: 20-100%), seguido de “plântula” (média: 33%; amplitude: 0-80%). Não foi assinalada a presença de “estabelecidos”.

Considerando outras fontes de regeneração, o estágio “rebrote” (média: 60%; amplitude: 33-81%) continuou a ser o mais frequente, seguido de “plântula” (média: 40%; amplitude: 19-67%). Nesta fonte de regeneração não foi assinalada a presença de indivíduos no estágio “estabelecido”.

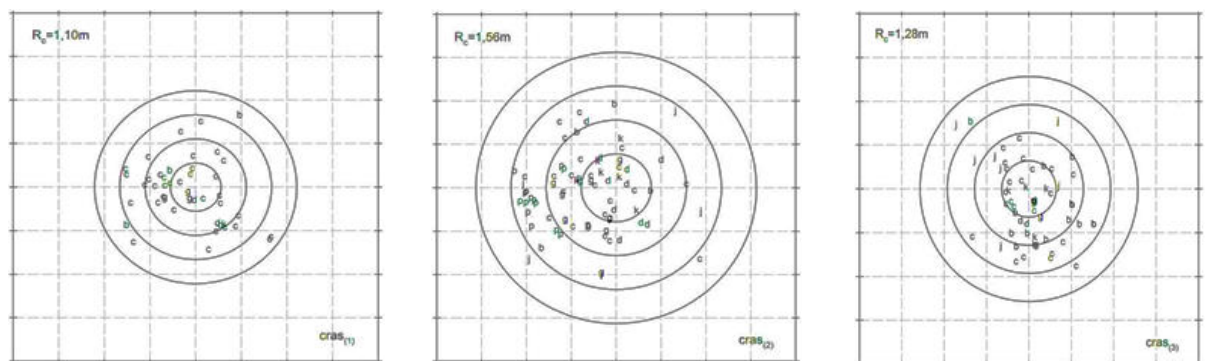
Classificando-se as árvores, em função das frequências relativas dos estágios em cada uma das fontes de regeneração, foi possível observar os agrupamentos: G1 – representado pelas árvores I, II e III, com elevada frequência de “rebrote” em ambas as fontes de regeneração, bem como valores intermediários ou baixos de “plântula”, especialmente na auto-regeneração; e G2 – representado pelas árvores IV, V e VI, com certo equilíbrio entre os estágios “rebrote” e plântulas (figura 25).

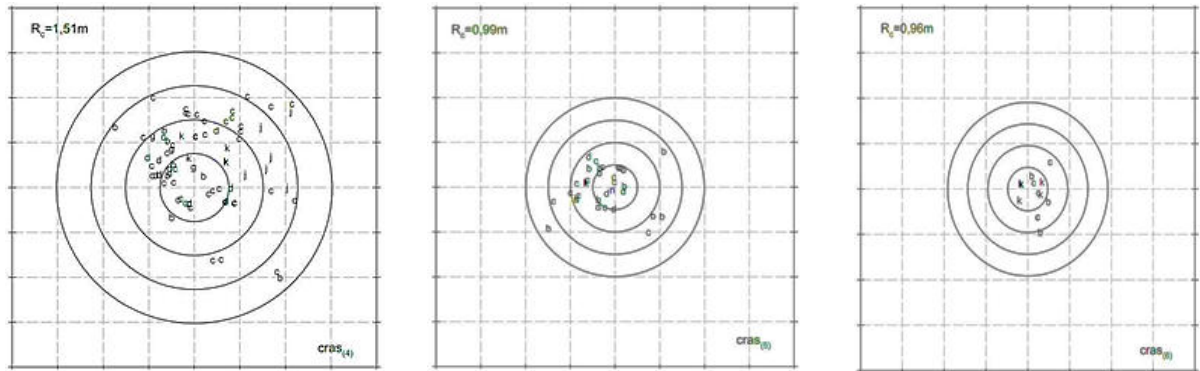
4.1.3.5 Padrão espacial

4.1.3.5.1 Distribuição das espécies

Observou-se em todas as áreas de influência da copa de *B. crassifolia* a existência de espécies arbóreo-arbustivas, diferindo, no entanto, quanto à intensidade, direcionamento da sucessão e composição das espécies. (figura 26).

Figura 26- Disposição espacial das espécies arbóreo-arbustivas, sob as zonas de influência da copa de *Byrsonima crassifolia*. Onde: b - *Byrsonima coccolobifolia*; c - *Byrsonima crassifolia*; d - *Casearia sylvestris*; e - *Connarus favosus*; g - *Curatella americana*; j - *Lippia microphylla*; k - *Palicourea rigida*; n - *Randia formosa*; p - *Rourea grosourdyana*.

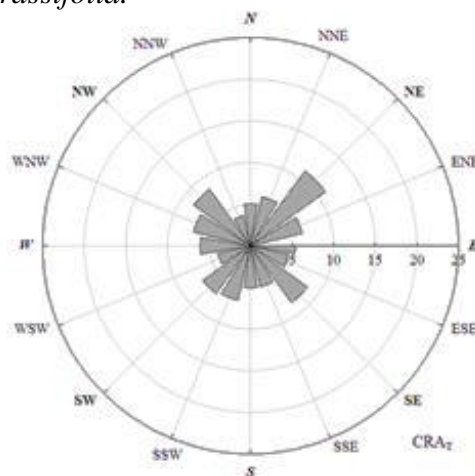




4.1.3.5.2 Análise direcional

O padrão de disposição da sucessão de espécies sob as zonas de influência de *B. crassifolia* indica uma orientação sul-sudeste [SSE] (média e erro padrão: $\theta=168,18\pm6,07^\circ$). Entretanto, esta foi bastante variável apresentando um coeficiente de variação global de cerca de 62% (figura 27).

Figura 27- Frequência relativa das direções da sucessão sob as zonas de influência das copas de *Byrsonima crassifolia*.

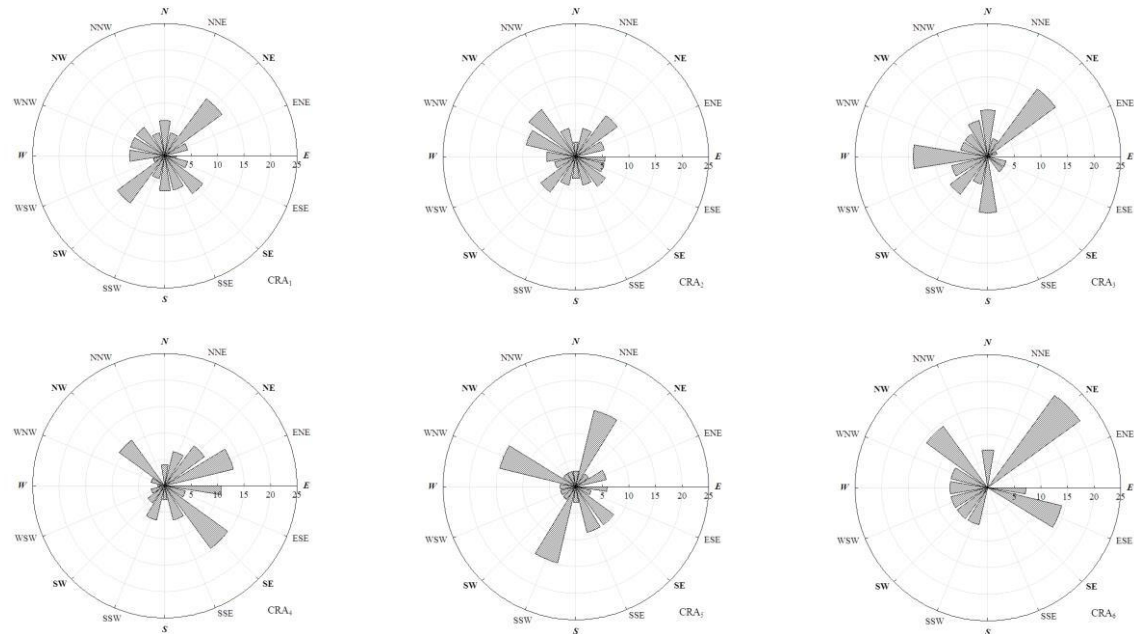


O predomínio foi de orientação nordeste [NE], cerca de 23% e sudeste [SE], 18% do total das observações. As orientações cardinais predominantes foram no sentido sul [S] (41%) e leste [E] (46%).

As árvores, I, II e III apresentaram orientação (figura 28) sul [S] (média e erro padrão: $\theta=178,83\pm14,81-185,46\pm12,64^\circ$), enquanto que as árvores V e VI apresentaram orientação

sul-sudeste [SSE] (média e erro padrão: $\theta=161,46\pm17,58-164,56\pm31,13^\circ$), já a árvore IV apresentou direção sudeste [SE] (média e erro padrão: $\theta=139,57\pm10,85^\circ$).

Figura 28- Frequência relativa das direções de disposição das espécies arbóreo-arbustivas, sob as zonas de influência da copa de *Byrsonima crassifolia*.



4.1.3.5.3 Agrupamento espacial

4.1.3.5.3.1 *Byrsonima coccolobifolia*

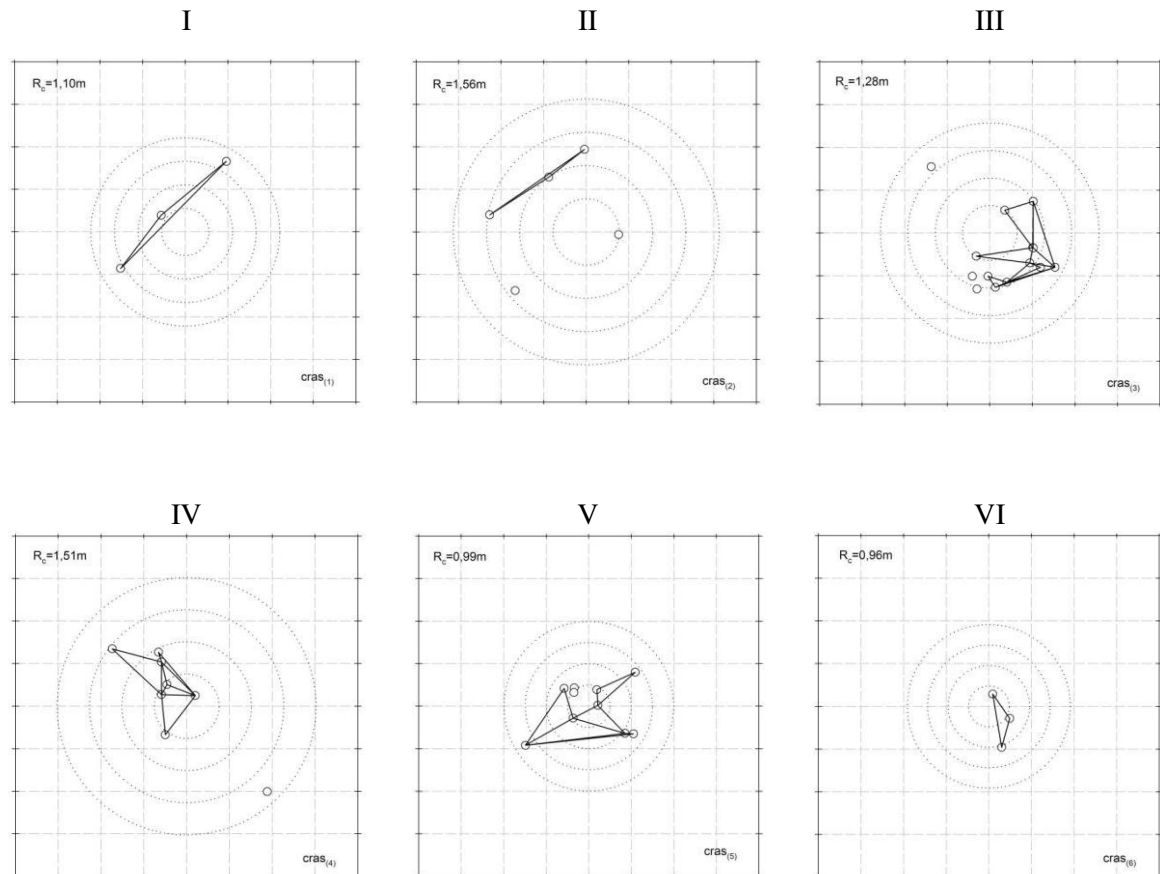
Os agrupamentos espaciais da espécie simpátrica situaram-se no limiar entre a borda da zona de influência direta e indireta da copa, entretanto em função das densidades diferentes, a representatividade da área ocupada pela espécie (A) variou num espectro de 1-50% (figura 29).

A distância média entre os segmentos da triangulação (λ) teve amplitude de 0,84-2,36m, representada por um valor médio e erro padrão de $1,34 \pm 0,28$ m. Entretanto, o número de polígonos constituintes do agrupamento espacial (ϕ) oscilou pouco, com amplitude de 1 a 6 polígonos constituintes de agrupamentos centrados em 3 ± 1 polígonos (figura 29).

A árvore V ($\lambda=1,27$ m; $A=3,10\text{m}^2$; $\phi=05$) apresentou uma representatividade aproximada de 50%, enquanto que as árvores III ($\lambda=0,84$ m; $A=2,04\text{m}^2$; $\phi=06$) e IV ($\lambda=0,87$ m; $A=2,17\text{m}^2$; $\phi=05$) tiveram uma representatividade situada entre 15 e 20% (figura 31). Já as árvores I ($\lambda=2,36$ m; $A=0,71\text{m}^2$; $\phi=01$) e VI ($\lambda=0,89$ m; $A=0,38\text{m}^2$; $\phi=01$) tiveram

representatividade entre 6 e 9%, enquanto que a árvore II ($\lambda=1,81\text{m}$; $A=0,16\text{m}^2$; $\phi=01$) teve representatividade praticamente nula, com cerca de 1% (figura 29).

Figura 29- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Byrsonima coccolobifolia* nas zonas de influências da copa das árvores I-VI de *Byrsonima crassifolia*.

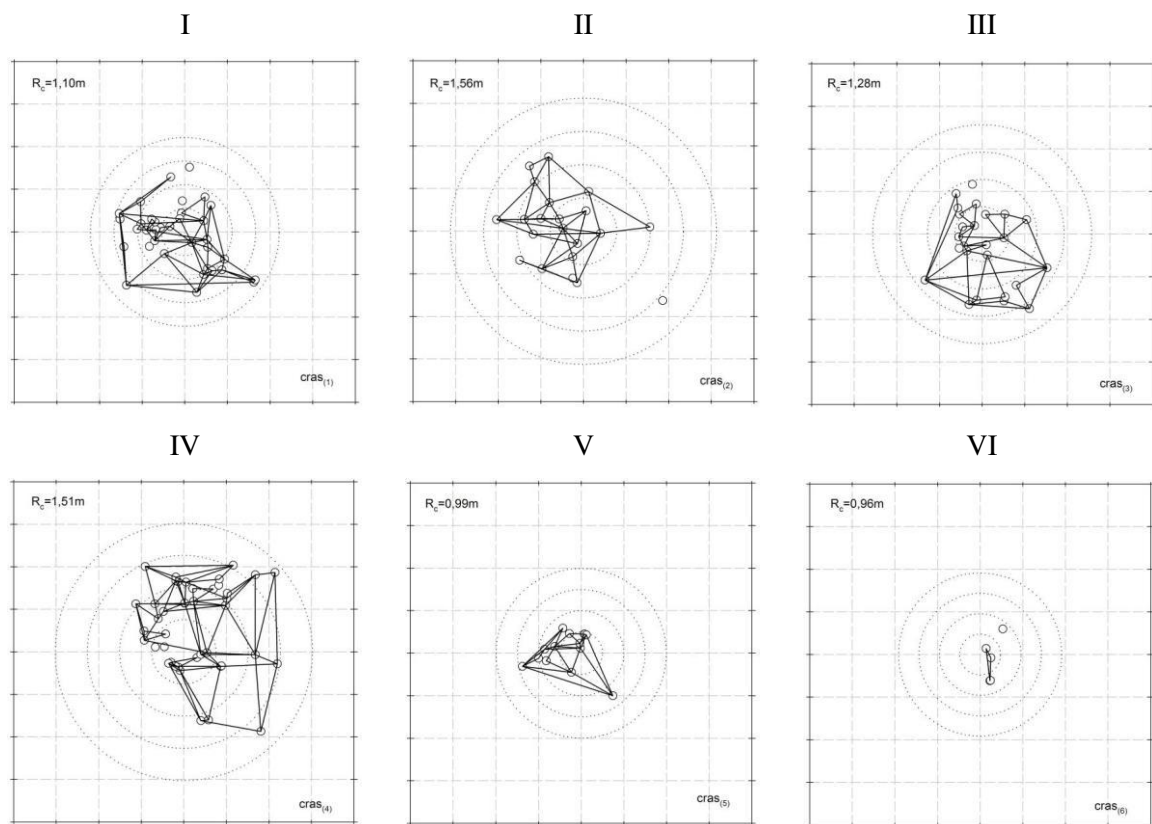


4.1.3.5.3.2 *Byrsonima crassifolia* [Auto-regeneração]

A exceção da árvore VI, todas as outras apresentaram agrupamentos espaciais de auto-regeneração situando-se até a zona de influência indireta da copa, entretanto em função das densidades diferentes, a representatividade da área ocupada pela auto-regeneração (A) variou num espectro de 1-68%. A distância média entre os segmentos da triangulação (λ) teve amplitude de 0,51-0,77m, representada por um valor médio e erro padrão de $0,66 \pm 0,04\text{m}$. O número de polígonos constituintes do agrupamento espacial (ϕ), também oscilou bastante, tendo uma amplitude de 01-28 polígonos constituintes de agrupamentos centrados em 10 ± 4 polígonos (figura 30).

As árvores I ($\lambda=0,59\text{m}$; $A=4,52\text{m}^2$; $\phi=24$), II ($\lambda=0,75\text{m}$; $A=5,43\text{m}^2$; $\phi=14$), III ($\lambda=0,77\text{m}$; $A=4,78\text{m}^2$; $\phi=12$) e V ($\lambda=0,60\text{m}$; $A=2,66\text{m}^2$; $\phi=13$) apresentaram uma representatividade entre 28 e 43% (figura 30). Já a árvore IV ($\lambda=0,75\text{m}$; $A=9,72\text{m}^2$; $\phi=28$) apresentou uma representatividade elevada quando comparada as outras árvores, 68%. A árvore VI ($\lambda=0,51\text{m}$; $A=0,06\text{m}^2$; $\phi=01$) apresentou a mais baixa representatividade, com cerca de 1% (figura 30).

Figura 30- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, da auto-regeneração nas zonas de influências da copa das árvores I-VI de *Byrsonima crassifolia*.



4.1.3.5.3.3 *Casearia sylvestris*

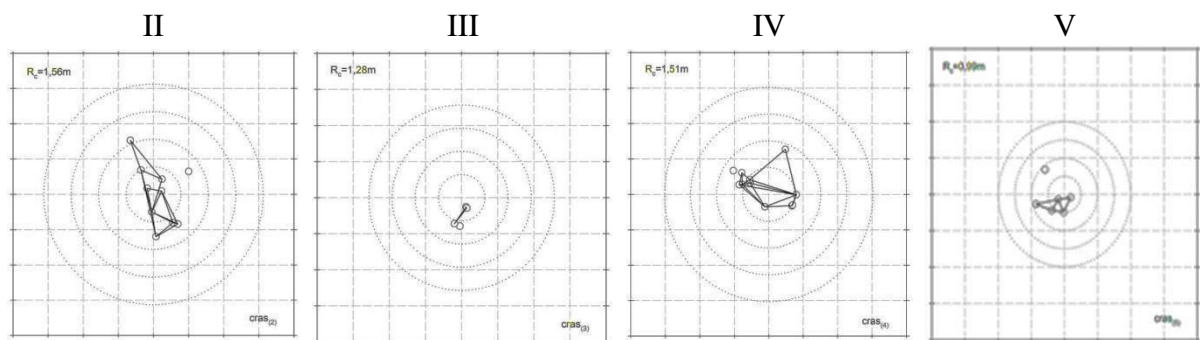
Com poucas exceções, todas as árvores apresentaram agrupamentos espaciais em torno da zona de influência direta da copa, (figura 31). Entretanto, em função das densidades diferentes, a representatividade da área ocupada por *C. sylvestris* (A) variou num espectro de 0,2-20% (figura 31).

A distância média entre os segmentos da triangulação (λ) teve amplitude de 0,38-0,85m, representada por um valor médio e erro padrão de $0,56 \pm 0,12\text{m}$. O número de

polígonos constituintes do agrupamento espacial (ϕ) oscilou bastante, apresentando amplitude de 1-8 polígonos constituintes de agrupamentos centrados em 4 ± 2 polígonos (figura 31).

A árvore IV ($\lambda=0,59\text{m}$; $A=2,77\text{m}^2$; $\phi=08$) apresentou a maior representatividade, com cerca de 20%. Enquanto que as árvores II ($\lambda=0,85\text{m}$; $A=1,26\text{m}^2$; $\phi=5$) e V ($\lambda=0,43\text{m}$; $A=0,43\text{m}^2$; $\phi=03$) situaram-se entre 7 e 8%. Já a árvore III ($\lambda=0,75\text{m}$; $A=5,43\text{m}^2$; $\phi=14$) teve a menor representatividade, com menos de 1% (figura 31).

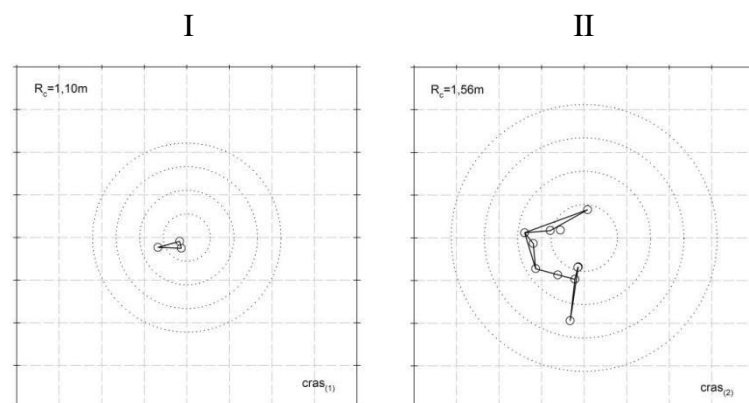
Figura 31- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Casearia sylvestris* nas zonas de influências da copa das árvores II-V de *Byrsonima crassifolia*.



4.1.3.5.3.4 *Curatella americana*

As árvores I ($\lambda=0,41\text{m}$; $A=0,09\text{m}^2$; $\phi=01$) e II ($\lambda=0,68\text{m}$; $A=0,40\text{m}^2$; $\phi=04$) apresentaram uma representatividade muito baixa, entre 1 e 3%, situadas na margem da zona de influência da copa (figura 32).

Figura 32 - Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Curatella americana* nas zonas de influências da copa das árvores I e II de *Byrsonima crassifolia*.



4.1.3.5.3.5 *Lippia microphylla*

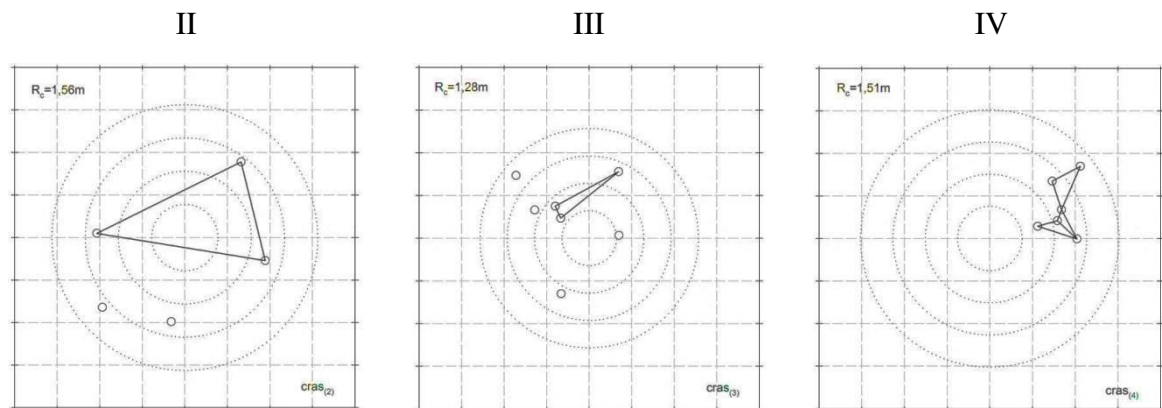
Em todas as árvores foi possível observar uma distribuição sem intensidade de agregação, situada até a zona de influência indireta da copa.

A representatividade da área ocupada pela espécie (A) variou num espectro de 5-58% (figura 33).

A distância média entre os segmentos da triangulação (λ) teve amplitude de 0,70-3,39m, representada por um valor médio e erro padrão de $1,78 \pm 1,01$ m. O número de polígonos constituintes do agrupamento espacial (ϕ) oscilou pouco, com amplitude de 1-4 polígonos constituintes de agrupamentos centrados em 2 ± 1 polígonos (figura 33).

A árvore II ($\lambda=3,39$ m; $A=8,82\text{m}^2$; $\phi=01$) apresentou a maior representatividade, com cerca de 60%. Enquanto que as árvores III ($\lambda=1,25$ m; $A=0,52\text{m}^2$; $\phi=1$) e IV ($\lambda=0,70$ m; $A=0,94\text{m}^2$; $\phi=04$) situaram-se entre 5 e 7% de representatividade (figura 33).

Figura 33- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Lippia microphylla* nas zonas de influências da copa das árvores II-IV de *Byrsonima crassifolia*.

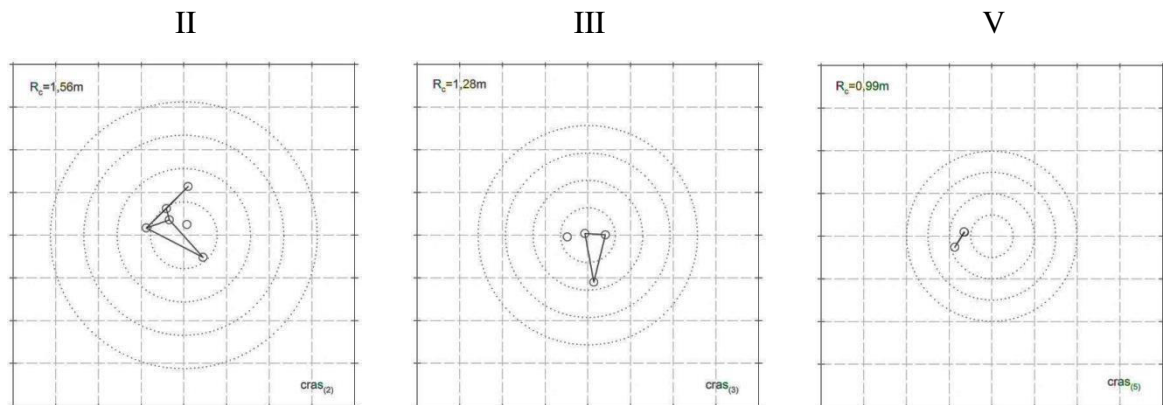


4.1.3.5.3.6 *Palicourea rígida*

Os agrupamentos espaciais indicaram posicionamento na zona de influência do tronco ou até o início da zona de influência direta da copa (figura 34). A representatividade da área ocupada pela espécie (A) foi muito baixa, num espectro de 0,1-5% (figura 34). A distância média entre os segmentos da triangulação (λ) teve amplitude de 0,28-0,83m, representada por um valor médio e erro padrão de $0,50 \pm 0,13$ m. O número de polígonos constituintes do agrupamento espacial (ϕ) oscilou pouco, tendo uma amplitude de 1-3 polígonos constituintes de agrupamentos centrados em 2 ± 1 polígonos (figura 34).

A árvore II ($\lambda=0,83\text{m}$; $A=0,79\text{m}^2$; $\phi=03$) apresentou a maior representatividade, com cerca de 5%. Enquanto que as árvores III ($\lambda=0,38\text{m}$; $A=0,02\text{m}^2$; $\phi=01$) e V ($\lambda=0,28\text{m}$; $A=0,01\text{m}^2$; $\phi=01$) apresentaram valores baixos, entre 0,1 e 0,2%. (figura 34).

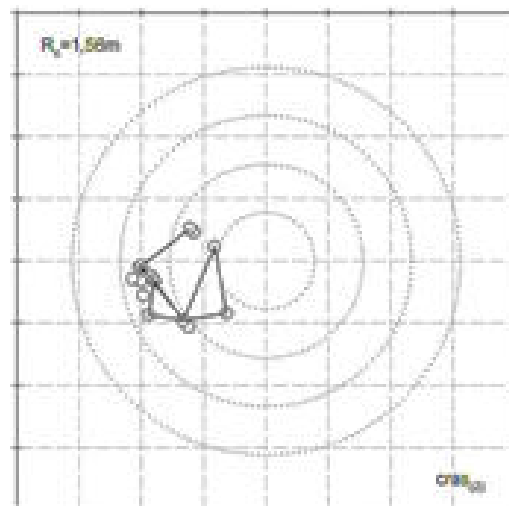
Figura 34- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Palicourea rigida* nas zonas de influências da copa das árvores II, III e V de *Byrsonima crassifolia*.



4.1.3.5.3.7 *Rourea grossourdyana*

A única árvore em que foi observada a espécie, a árvore II ($\lambda=0,62\text{m}$; $A=1,09\text{m}^2$; $\phi=04$) apresentou uma representatividade baixa, com cerca de 7% (figura 35).

Figura 35- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Rourea grossoudyana* nas zonas de influências da copa da árvore II de *Byrsonima crassifolia*.



4.1.4 Restauração (Regeneração) em *Curatella americana*

4.1.4.1 Composição e Riqueza

Esta espécie apresentou a maior riqueza, sob zonas de influência da copa, foram identificadas 16 espécies nas seis árvores avaliadas. A auto-regeneração foi observada em todas as árvores, bem como as espécies de *B. crassifolia* e *C. sylvestris*. A espécie *B. coccolobifolia* e *L. microphylla* foram assinaladas em cinco árvores, enquanto que *R. formosa* foi assinalada em quatro árvores (tabela 14).

As espécies *E. puniceifolia*, *P. rigida* e *R. grosourdyana* foram assinaladas em metade das árvores avaliadas. O restante das espécies apresentou ocorrência esporádica ou exclusiva, como o caso de *Anacardium occidentale*, *Casearia cf spinescens*, *Cordia cf curassavica*, *E. suberosum*, *H. articulatus* e *Psycotria rambibractea* (tabela 14).

Com base no total de indivíduos amostrados, Rubiaceae (36%) foi a família mais abundante, sendo seguida de Malpighiaceae (16%), Flacourtiaceae (14%) e Boragionaceae (10%). As famílias Verbenaceae (7%), Myrtaceae (7%) e Dilleniaceae (6%), representando a auto-regeneração e Connaraceae (3%) tomaram uma posição inferior na contribuição de abundância. As outras famílias apresentaram contribuição inferior a 1% (tabela 14).

Tabela 14- Frequência absoluta de indivíduos sob a área de influência da copa de *Curatella americana*.

Família	Nome Científico	Árvores						Total
		CUR ₁	CUR ₂	CUR ₃	CUR ₄	CUR ₅	CUR ₆	
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>						2	2
Apocynaceae	<i>Himatanthus articulatus</i>				1			1
Boragionaceae	<i>Cordia cf curassavica</i>					11	65	76
Connaraceae	<i>Rourea grosourdyana</i>			4		8	11	23
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	7	3	3	5	9	15	42
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i>						1	1
Flacourtiaceae	<i>Casearia cf spinescens</i>						2	2
	<i>Casearia sylvestris</i>	42	16	7	3	8	26	102
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	3	2	21	11	1		38
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	7	2	19	13	15	22	78
Myrtaceae	<i>Eugenia puniceifolia</i>		1	1	1			3
	<i>Psidium guineense</i>					12	36	48
Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i>	3		5	4			12
	<i>Psycotria rambibractea</i>						12	12
	<i>Randia formosa</i>	23	31			71	115	240
Verbenaceae	<i>Lippia microphylla</i>	23	8	18	2	1		52
Total		108	63	78	40	136	307	732

Dentre as espécies, *R. formosa* (33%) foi a que apresentou a maior abundância, seguida de *C. sylvestris* (14%) e de *B. crassifolia* (11%) e *C. cf curassavica* (10%). Em um patamar intermediário foram assinaladas as espécies *L. microphylla* (7%), *P. guineense* (7%), *C. americana* (6%) e *B. coccolobifolia* (5%). E em um patamar inferior foram observadas as espécies *R. grosourdyana* (3%), *P. rambibractea* (2%) e *P. rigida* (1%). As outras espécies (*E. puniceifolia*, *A. occidentale*, *C. cf spinescens*, *E. suberosum* e *H. articulatus*) apresentaram abundância inferior a 1% (tabela 14).

4.1.4.2 Diversidade

Diferenças entre as diversidades foram assinaladas (tabela 15) com uma oscilação entre $H' = 1,389 - 1,824$. Com relação à dominância ($D = 0,20 - 0,33$) e a dominância específica ($I_{BP} = 0,269 - 0,522$) a amplitude foi baixa (tabela 15).

A riqueza observada entre as árvores variou de 7 a 11 espécies, com espectro de representatividade do número total de espécies sob as zonas de influência da copa considerável, entre 44 e 69% (tabela 15).

Tabela 15- Parâmetros dendrométricos das árvores de *Curatella americana* e valores de riqueza, diversidade (Shannon-Weaver), variância do estimador e ordenação pelo teste t específico ao estimador de diversidade.

	CUR ₁	CUR ₂	CUR ₃	CUR ₄	CUR ₅	CUR ₆
Altura total	3,30	5,00	3,65	4,30	7,00	9,00
Circunferência da base	0,41	0,64	0,58	0,67	1,05	1,60
Circunferência 30cm	0,35	0,73	0,52	0,58	0,82	1,65
DC	2,68	6,80	6,22	5,69	7,08	10,16
Zona	4,01	10,20	9,33	8,54	10,61	15,24
S	7	7	8	8	9	11
N	108	63	78	40	136	307
D	0,25	0,33	0,20	0,22	0,31	0,22
H	1,58	1,389	1,762	1,739	1,585	1,824
Var (H')	0,005	0,0124	0,0055	0,0126	0,0077	0,0025
Teste t						
1-D	0,748	0,673	0,799	0,784	0,69	0,784
EVEN	0,693	0,573	0,728	0,711	0,542	0,563
EQUI	0,812	0,714	0,847	0,836	0,722	0,761
BERG	0,389	0,492	0,269	0,325	0,522	0,375

Onde: S – número de espécies; N – número total de indivíduos; D – índice de dominância; H' – índice de diversidade de Shannon-Weaver; EVEN – evenness; EQUI – índice de equitabilidade; BERG – índice de Berger-Parker.

Foram observadas correlações significativas entre todos os parâmetros dendrométricos e a “eveness”, esta orientação negativa; e entre todos os parâmetros dendrométricos e a riqueza, entretanto esta com orientação positiva (tabela 16).

Tabela 16- Matriz de correlação de Spearman e significância, entre os parâmetros dendrométricos e de estimativa de diversidade.

	C30		CB		DC		Ht	
D	0,31	n.s.	0,09	n.s.	0,26	n.s.	0,31	n.s.
BERG	0,37	n.s.	0,20	n.s.	0,31	n.s.	0,37	n.s.
EQUI	-0,60	n.s.	-0,37	n.s.	-0,54	n.s.	-0,60	n.s.
EVEN	-0,77	**	-0,66	*	-0,71	*	-0,77	**
H'	0,31	n.s.	0,49	n.s.	0,37	n.s.	0,31	n.s.
N	0,49	n.s.	0,43	n.s.	0,60	n.s.	0,49	n.s.
S	0,74	**	0,85	**	0,74	**	0,74	**

4.1.4.3 Similaridade

A análise de agrupamento indicou um grau de dissimilaridade elevado entre as árvores, oscilando entre 19 e 78% no caso da similaridade binária, dada pelo coeficiente de Jaccard e entre 37 e 88% no caso de similaridade quantitativa, indicada pela distância Bray-Curtis (figura 36 e tabela 17).

O arranjo entre as árvores indicou os seguintes grupos: (G_1) representado pelas árvores III e IV, apresentando valores baixos de abundância, equitativamente distribuídos entre as espécies constantes: *B. crassifolia*, *C. sylvestris* e auto-regeneração, além de *B. coccolobifolia* e *L. microphylla*, *P. rigida* e *E. puniceifolia* além da espécie exclusiva *H. articulatus* (figura 36 e tabela 17); grupo (G_2) representado pelas árvores I e II, apresentou abundância moderada de *R. formosa*, seguida das espécies constantes: *B. crassifolia*, *C. sylvestris* e auto-regeneração, bem como *B. coccolobifolia* e *L. microphylla*. Nenhuma espécie exclusiva foi assinalada (figura 36 e tabela 17).

Outro grupo (G_3) representado pelas árvores V e VI, apresentou abundância elevada de *R. formosa*, seguida das espécies constantes: *B. crassifolia*, *C. sylvestris* e auto-regeneração, além das espécies de abundância moderada de *C. curassavica*, *P. guineense*, *R. grosourdyana*, e das exclusivas *P. rambibractea*, *A. occidentale*, *E. suberosum*, *C. spinescens* (figura 36 e tabela 17).

Figura 36- Dendrograma de similaridade entre as árvores de *Curatella americana*.

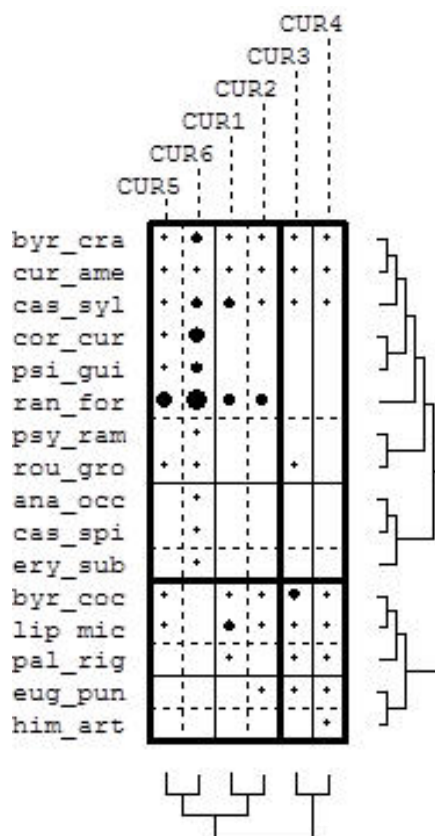


Tabela 17- Valores de similaridade binária e quantitativa entre as árvores de *Curatella americana* avaliadas.

	CUR ₁	CUR ₂	CUR ₃	CUR ₄	CUR ₅	CUR ₆
CUR ₁	~	0,37	0,56	0,69	0,62	0,70
CUR ₂	0,75	~	0,67	0,75	0,54	0,72
CUR ₃	0,67	0,67	~	0,37	0,71	0,83
CUR ₄	0,67	0,67	0,78	~	0,74	0,88
CUR ₅	0,60	0,60	0,55	0,42	~	0,40
CUR ₆	0,29	0,29	0,27	0,19	0,54	~

Onde: Triângulo inferior – coeficiente de Jaccard; triângulo superior – distância Bray-Curtis.

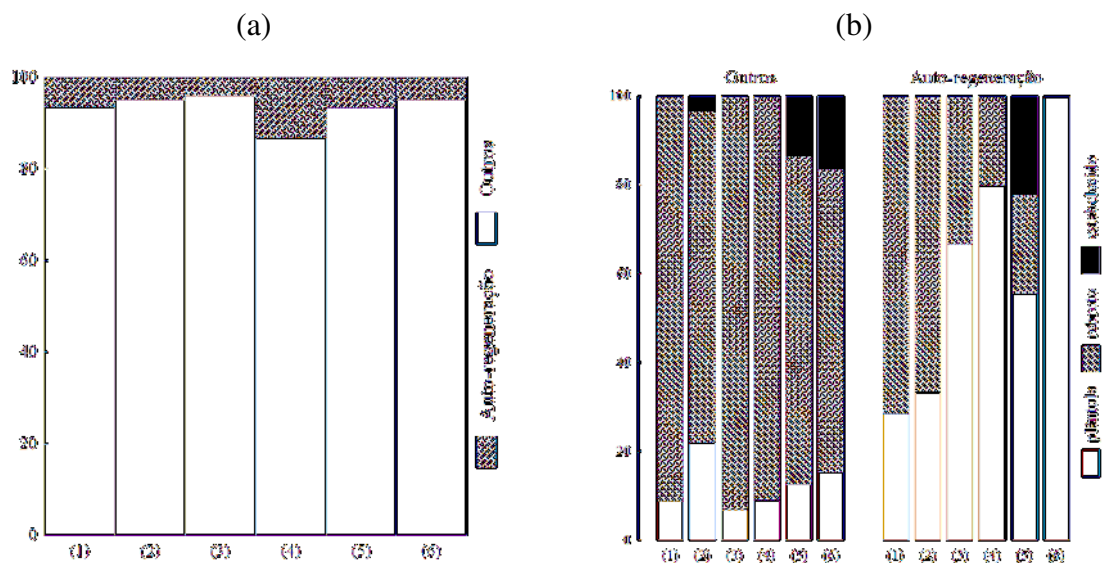
4.1.4.4 Estágios de vida

No caso da auto-regeneração, o estágio predominante foi “plântula”, com uma média de 61% (amplitude: 29-100%), seguido de “reboto” (média: 35%; amplitude: 0-71%). A

presença de “estabelecido” apresentou uma expressão baixa (média: 4%; amplitude: 0-22%) (figura 37.b).

Considerando outras fontes de regeneração, o estágio “reboto” (média: 82%; amplitude: 68-93%) foi o mais expressivo, seguido de “plântula” (média 12%; amplitude: 7-22%). O estágio “estabelecido” apresentou valores semelhantes (média: 6%; amplitude: 0-16%) aos observados na auto-regeneração (figura 37.b).

Figura 37- Frequência relativa de (a) fontes de regeneração e (b) estágios de desenvolvimento nas fontes de regeneração, nas árvores de *Curatella americana* avaliadas.



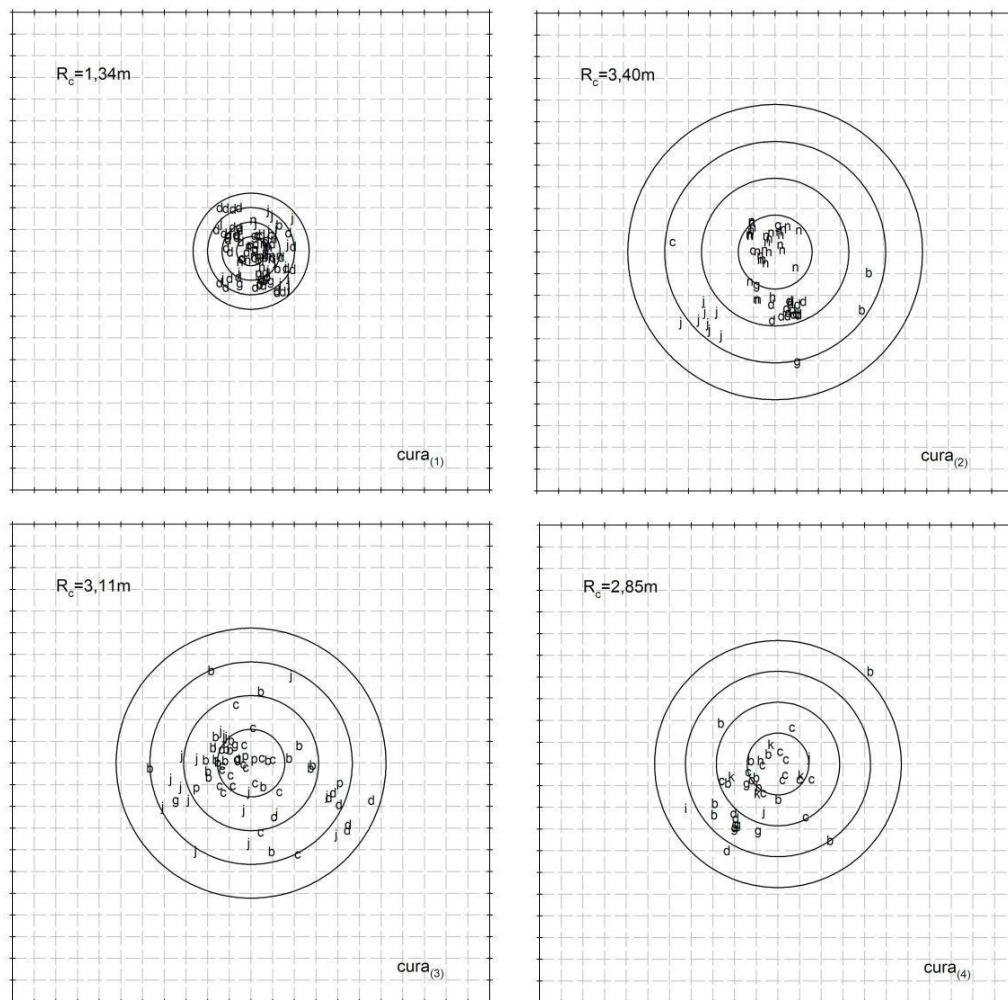
O arranjo entre as árvores, em função das frequências relativas dos estágios em cada uma das fontes de regeneração indica os seguintes agrupamentos: G1 – representado pelas árvores I e II, apresenta elevados valores de “reboto” em ambas as fontes de regeneração e valores intermediários ou baixos de “plântulas” em ambas as fontes de regeneração; G2 – representado pelas árvores III e IV, com elevados valores de “plântulas” na auto-regeneração e elevados valores de “reboto” em outras fontes de regeneração e ausência de estabelecidos em qualquer uma das fontes de regeneração; G3 – representado pela árvore V apresenta elevados valores de plântulas na auto-regeneração, elevados valores de reboto em outras fontes de regeneração e baixos valores de plântulas e estabelecidos, em outras fontes de regeneração; G4 – representado pela árvore VI, com totalidade de plântulas em auto-regeneração e elevados valores de reboto em outras fontes de regeneração e baixos valores de plântulas e estabelecidos em outras fontes de regeneração (figura 37.b).

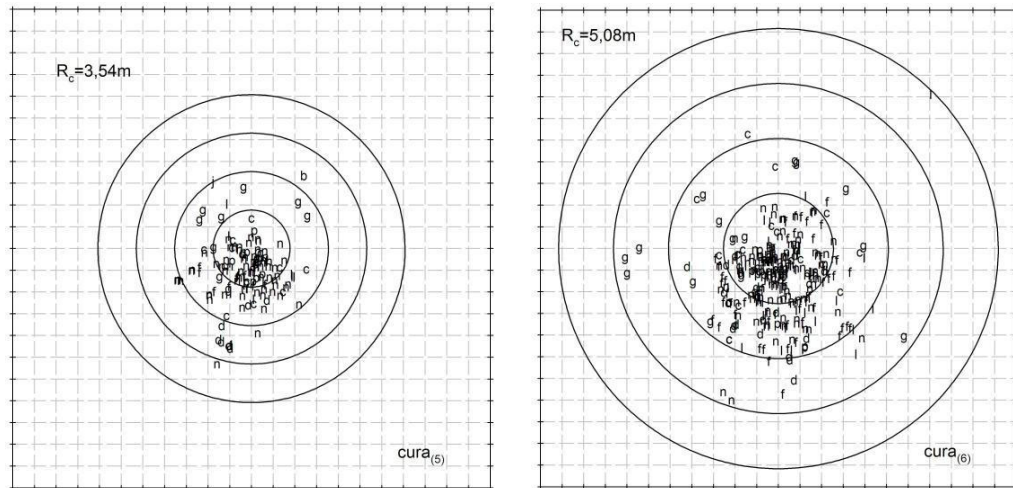
4.1.4.5 Padrão espacial

4.1.4.5.1 Distribuição das espécies

A ocorrência de espécies arbóreas pode ser observada em todas as zonas de influência da copa de *C. americana* diferenciando, entretanto na intensidade, composição e direção desta sucessão (figura 38).

Figura 38- Disposição espacial das espécies arbóreo-arbustivas, sob as zonas de influência da copa de *Curatella americana*.

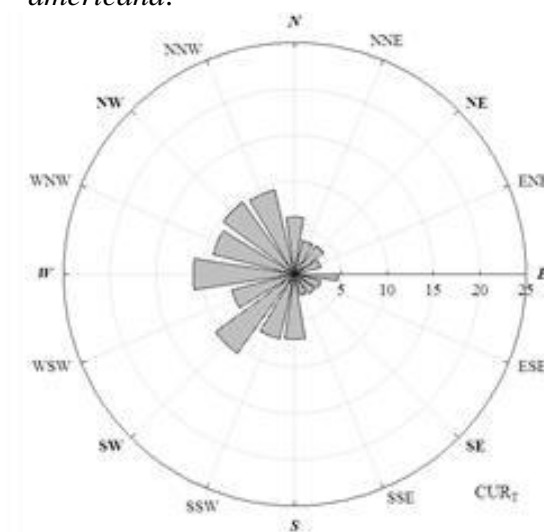




4.1.4.5.2 Análise Direcional

A disposição da sucessão de espécies sob as zonas de influência de *C. americana* indicou um padrão global com orientação sul-sudoeste [SSW] (média e erro padrão: $\bar{x}=199,53\pm8,47^\circ$). Entretanto, esta foi bastante variável apresentando um coeficiente de variação global de cerca de 42% (figura 39).

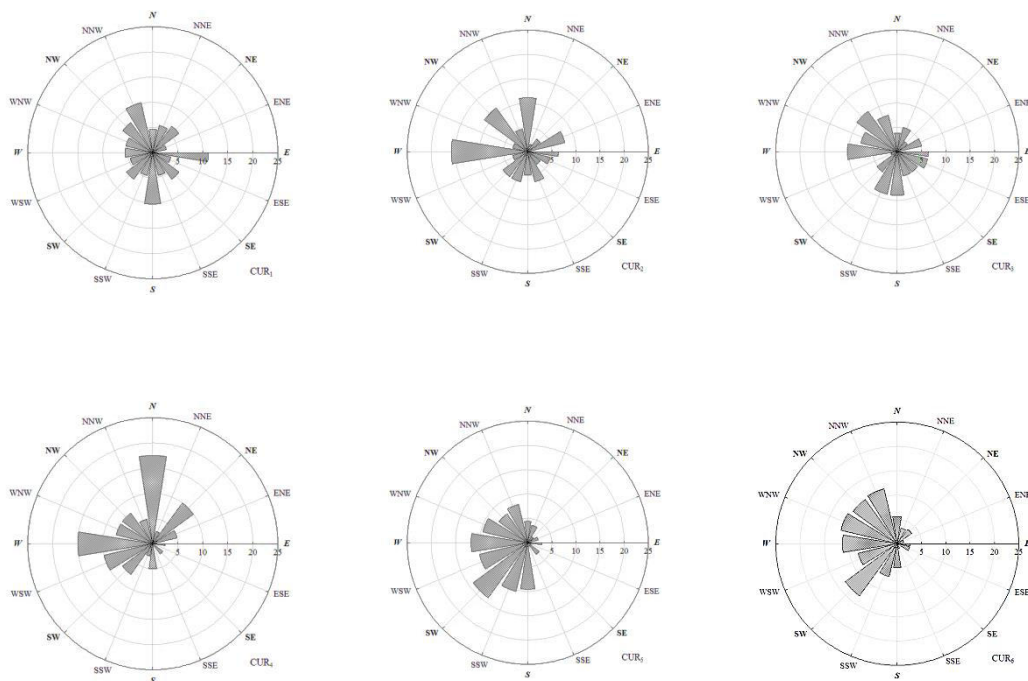
Figura 39- Frequência relativa das direções da sucessão sob as zonas de influência das copas de *Curatella americana*.



De modo geral, o predomínio foi de orientação noroeste [NW], contendo cerca de 28% do total das observações e sudoeste [SW], com cerca de 25% do total das observações. As

orientações cardinais predominantes foram no sentido norte (45%) e oeste (64%). Dentre as árvores, I e II apresentaram orientação sul [S] (média e erro padrão: $\theta=186,07\pm10,26-189,78\pm12,08^\circ$), enquanto que as árvores IV e V apresentaram orientação sudoeste [SW] (média e erro padrão: $\theta=221,30\pm18,56-225,71\pm7,53^\circ$). A árvore III apresentou orientação sul-sudoeste [SSW] (média e erro padrão: $\theta=192,31\pm13,66^\circ$), enquanto que a árvore VI apresentou (figura 40) orientação oeste-sudoeste [SSW] (média e erro padrão: $\theta=239,30\pm5,27^\circ$).

Figura 40- Frequência relativa das direções de disposição das espécies arbóreo-arbustivas, sob as zonas de influência da copa de *Curatella americana*.

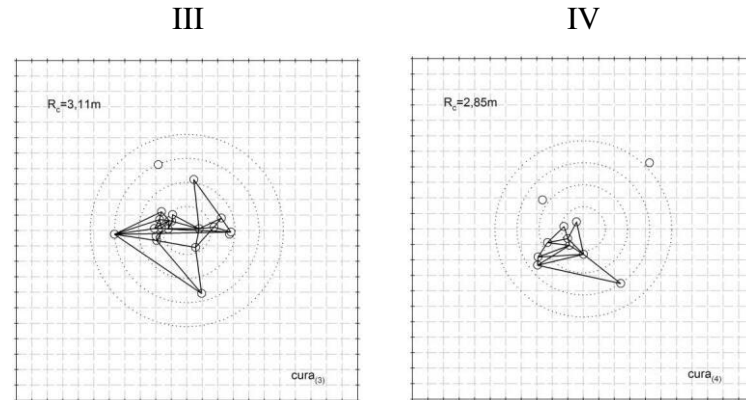


4.1.4.5.3 Agrupamento espacial

4.1.4.5.3.1 *Byrsonima coccolobifolia*

Os agrupamentos espaciais foram observados em todas as zonas de influência da copa, com maior intensidade na zona de influência direta desta (figura 41). As árvores III ($\lambda=1,43m$; $A=19,92m^2$; $\phi=13$) e IV ($\lambda=1,91m$; $A=14,40m^2$; $\phi=06$) apresentaram representatividade entre 28 e 33% (figura 41).

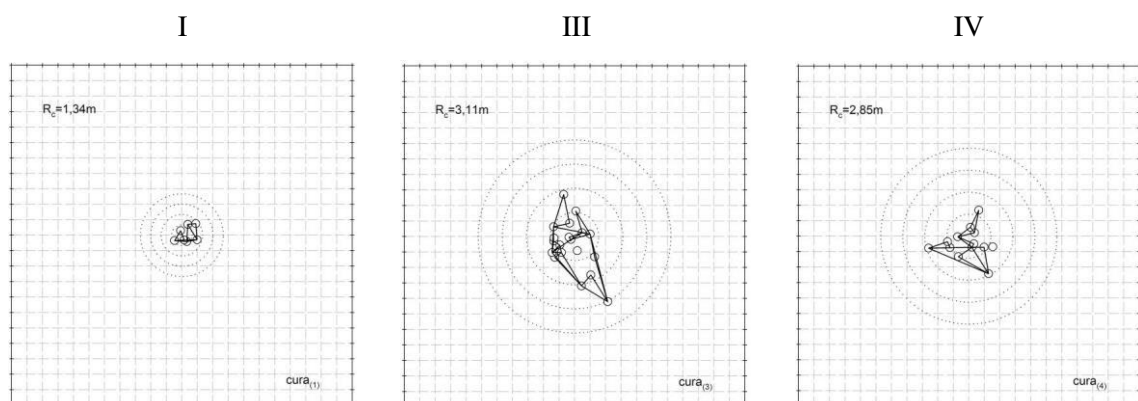
Figura 41- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Byrsonima coccolobifolia* nas zonas de influências da copa das árvores III e IV de *Curatella americana*.

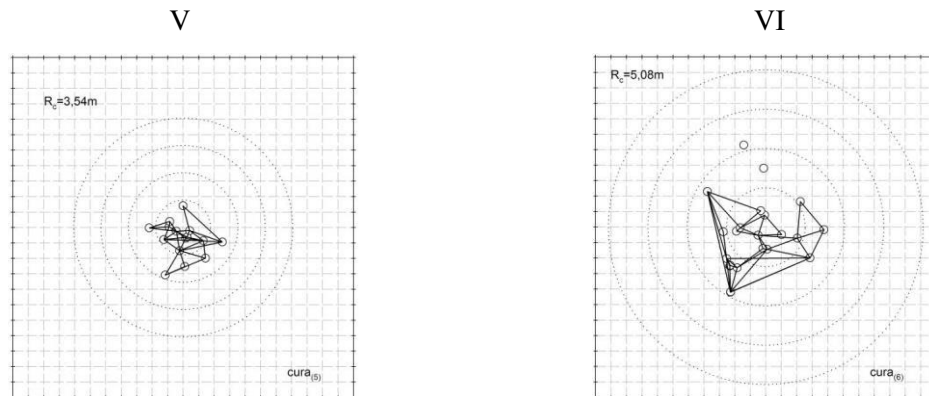


4.1.4.5.3.2 *Byrsonima crassifolia*

Os agrupamentos espaciais situaram-se em todas as zonas de influência da copa, com maior intensidade nas zonas de influência externa ao tronco (figura 42). A representatividade da área ocupada pela espécie (A) variou num espectro de 6-14% (figura 41). A distância média entre os segmentos da triangulação (λ) teve amplitude de 0,84-2,06m, representada por um valor médio e erro padrão de $1,33 \pm 0,20m$. O número de polígonos constituintes do agrupamento espacial (ϕ) oscilou bastante, amplitude de 6 a 14 polígonos constituintes de agrupamentos centrados em 10 ± 2 polígonos (figura 42).

Figura 42- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Byrsonima crassifolia* nas zonas de influências da copa das árvores I, III-VI de *Curatella americana*.



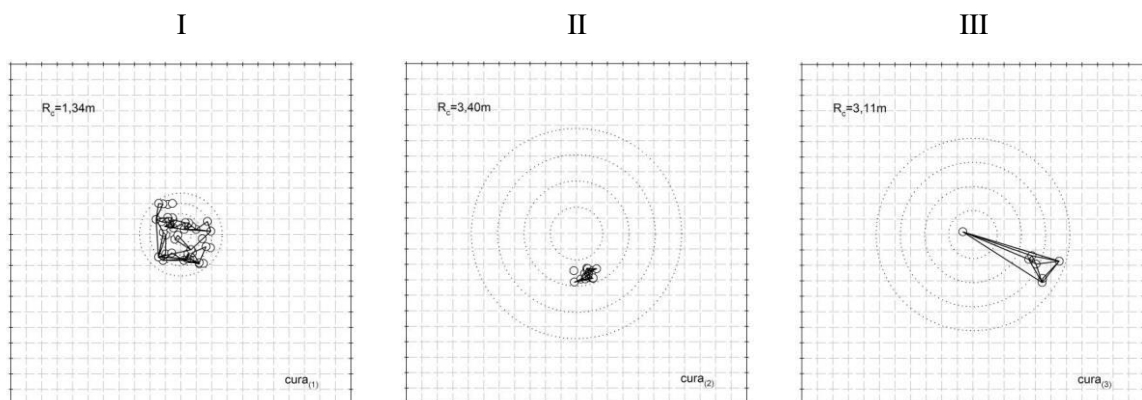


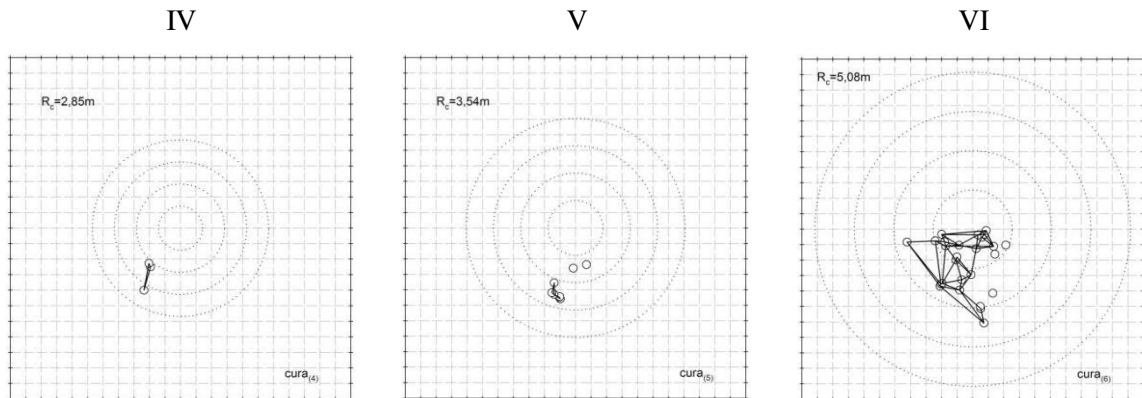
As árvores I ($\lambda=0,85\text{m}$; $A=1,65\text{m}^2$; $\phi=08$), V ($\lambda=1,15\text{m}$; $A=11,86\text{m}^2$; $\phi=13$) e VI ($\lambda=2,06\text{m}$; $A=22,57\text{m}^2$; $\phi=14$) apresentaram representatividade entre 14 e 15% (figura 41). Já as árvores III ($\lambda=1,38\text{m}$; $A=7,11\text{m}^2$; $\phi=09$) e IV ($\lambda=1,18\text{m}$; $A=5,25\text{m}^2$; $\phi=06$) apresentaram representatividade de 10-12% (figura 41).

4.1.4.5.3 *Casearia sylvestris*

Nas árvores I e VI pode-se observar um agrupamento espacial ao longo de todas as zonas de influência da copa, enquanto que nas árvores II, IV e V o agrupamento situou-se na zona de influência indireta da copa, e na árvore III apresentou agrupamento no limiar das zonas de influência indireta e a zona externa da copa (figura 43). A representatividade da área ocupada pela espécie (A) variou de 0,2-61% (figura 43).

Figura 43- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Casearia sylvestris* nas zonas de influências da copa das árvores I-VI de *Curatella americana*.





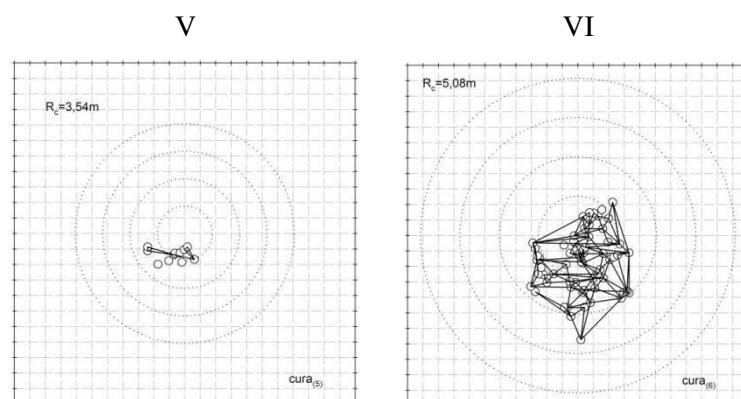
A distância média entre os segmentos da triangulação (λ) teve amplitude de 0,43-2,26m, representada por um valor médio e erro padrão de $1,17 \pm 0,36$ m. O número de polígonos constituintes do agrupamento espacial (ϕ) também oscilou bastante, com amplitude de 1 a 26 polígonos constituintes de agrupamentos centrados em 10 ± 5 polígonos (figura 43).

A árvore I ($\lambda=0,62$ m; $A=6,81\text{m}^2$; $\phi=14$) apresentou representatividade de 61%, enquanto que as árvores III ($\lambda=2,26$ m; $A=6,83\text{m}^2$; $\phi=05$) e VI ($\lambda=1,34$ m; $A=16,52\text{m}^2$; $\phi=17$) situaram na faixa de 10 a 11%. Enquanto que as árvores IV ($\lambda=1,19$ m; $A=0,23\text{m}^2$; $\phi=01$) e V ($\lambda=0,43$ m; $A=0,12\text{m}^2$; $\phi=02$) tiveram representatividade entre 0,2 e 0,5% (figura 43).

4.1.4.5.3.4 *Cordia cf. curassavica*

Observou-se distinção tanto em função da disposição dos agrupamentos espaciais, que situaram-se desde centrados na zona de influência da copa à todas as zonas de influência da copa (figura 44).

Figura 44- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Cordia cf. curassavica* nas zonas de influências da copa das árvores V e VI de *Curatella americana*.

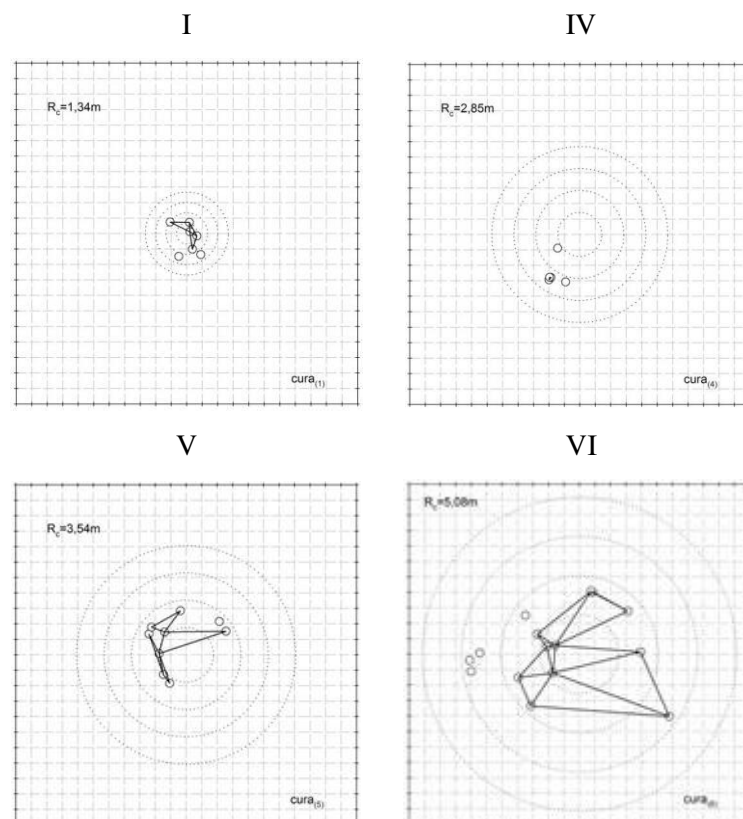


No caso da árvore V ($\lambda=0,97\text{m}$; $A=0,65\text{m}^2$; $\phi=02$) a representatividade foi muito baixa (0,8%), enquanto que no caso da árvore VI ($\lambda=1,05\text{m}$; $A=34,76\text{m}^2$; $\phi=45$) a representatividade foi de 21%.

4.1.4.5.3.5 *Curatella americana* [Auto-regeneração]

Foi observada extrema variação de disposição dos agrupamentos espaciais, marcadamente influenciados pela variação da densidade de auto-regeneração. Entretanto, maior intensidade foi observada entre as zonas de influência diretas e indiretas da copa (figura 45).

Figura 45- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, da auto-regeneração nas zonas de influências da copa das árvores I, IV-VI de *Curatella americana*.



Em função das extremas variações de densidade entre as árvores, a representatividade da área ocupada pela auto-regeneração (A) variou num espectro de 0-83%. A distância média entre os segmentos da triangulação (λ) teve amplitude de 0,00-3,02m, representada por um

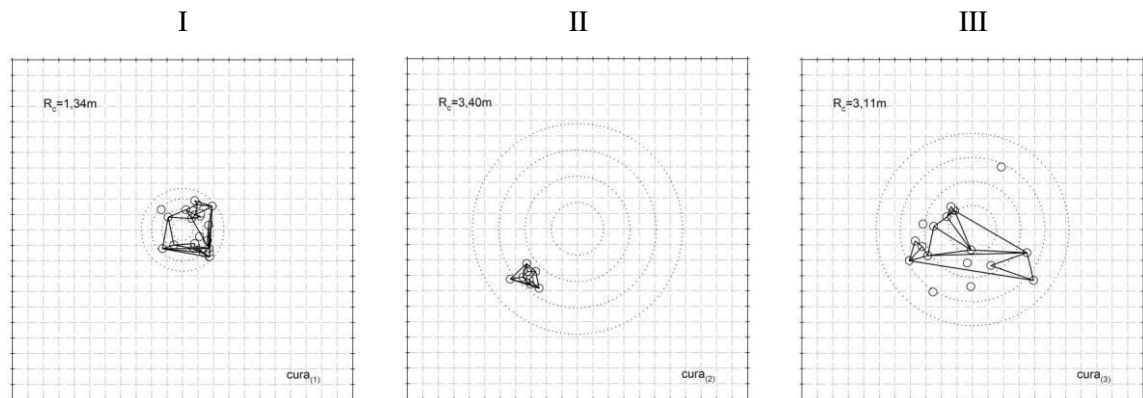
valor médio e erro padrão de $1,25 \pm 0,56\text{m}$. O número de polígonos constituintes do agrupamento espacial (ϕ) oscilou bastante, numa amplitude de 0-7 polígonos constituintes de agrupamentos centrados em 3 ± 1 polígonos (figura 45).

As árvores II e III não apresentaram agrupamento espacial, tendo assim representatividade nula. A árvore IV ($\lambda=0,16\text{m}$; $A=0,02\text{m}^2$; $\phi=01$) apresentou representatividade baixíssima, cerca de 0,1%. Já as árvores I ($\lambda=0,89\text{m}$; $A=1,48\text{m}^2$; $\phi=03$) e V ($\lambda=2,04\text{m}$; $A=7,94\text{m}^2$; $\phi=04$) apresentaram representatividade entre 12 e 24%. A árvore VI ($\lambda=3,02\text{m}$; $A=39,74\text{m}^2$; $\phi=07$) foi a que apresentou a maior representatividade, cerca de 83% (figura 45).

4.1.4.5.3.6 *Lippia microphylla*

A exceção da árvore II, que apresentou agrupamento espacial no limiar entre as zonas de influência indireta e a zona externa da copa, as outras árvores apresentaram agregação ao longo de todas as zonas de influência da copa (figura 46).

Figura 46- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Lippia microphylla* nas zonas de influências da copa das árvores I-III de *Curatella americana*.

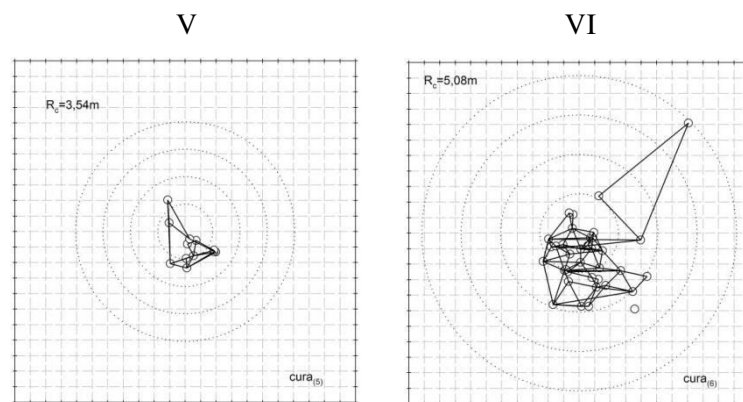


A árvore II ($\lambda=0,83\text{m}$; $A=1,95\text{m}^2$; $\phi=06$) apresentou a menor representatividade, com cerca de 3%. Enquanto que as árvores III ($\lambda=1,77\text{m}$; $A=24,70\text{m}^2$; $\phi=09$) e I ($\lambda=1,07\text{m}$; $A=5,73\text{m}^2$; $\phi=14$) tiveram representatividade entre 40 e 50% (figura 46).

4.1.4.5.3.7 *Psidium guineense*

Os agrupamentos espaciais apresentaram diferenças entre as árvores observadas, mas de modo geral, situaram-se em todas as zonas de influência da copa. Entretanto, a densidade de indivíduos e seu grau de agregação apresentaram distinções entre as árvores. No caso da árvore V ($\lambda=1,24\text{m}$; $A=4,80\text{m}^2$; $\phi=08$) a representatividade foi de 6%, enquanto que a árvore VI ($\lambda=1,28\text{m}$; $A=58,07\text{m}^2$; $\phi=30$) teve representatividade de cerca de 36% (figura 47).

Figura 47- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Psidium guineense* nas zonas de influências da copa das árvores V e VI de *Curatella americana*.

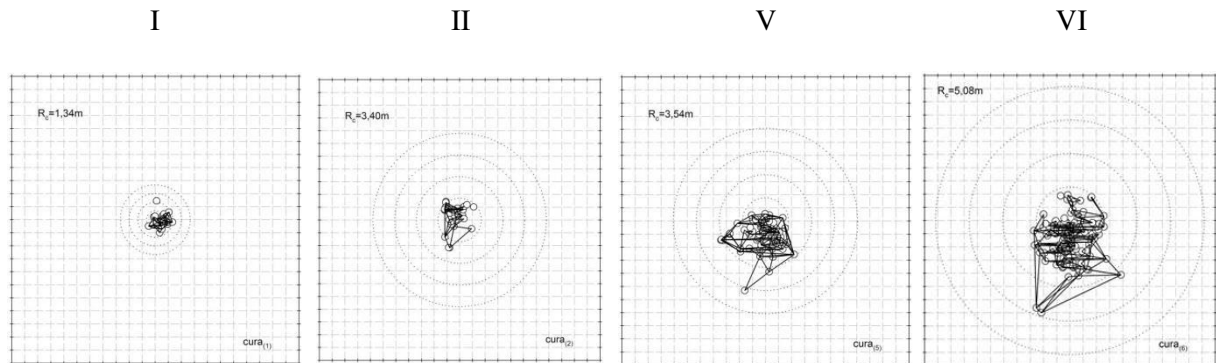


4.1.4.5.3.8 *Randia formosa*

Os agrupamentos espaciais de desta espécie localizaram-se em todas as zonas de influência da copa, mas com maior intensidade na zona de influência do tronco. Entretanto, em função das densidades diferentes, a representatividade da área ocupada por *R. formosa* (A) variou num espectro de 3-19%. A distância média entre os segmentos da triangulação (λ) teve amplitude de 0,36-0,67m, representada por um valor médio e erro padrão de $0,57 \pm 0,08\text{m}$. O número de polígonos constituintes do agrupamento espacial (ϕ), também oscilou bastante, com amplitude de 19 a 77 polígonos constituintes de agrupamentos centrados em 42 ± 16 polígonos (figura 48).

A árvore II ($\lambda=0,60\text{m}$; $A=2,24\text{m}^2$; $\phi=19$) apresentou a menor representatividade, cerca de 3%. Enquanto que as árvores I ($\lambda=0,36\text{m}$; $A=1,83\text{m}^2$; $\phi=19$), V ($\lambda=0,64\text{m}$; $A=14,77\text{m}^2$; $\phi=53$) e VI ($\lambda=0,67\text{m}$; $A=31,12\text{m}^2$; $\phi=77$) apresentaram representatividade entre 16 a 19% (figura 48).

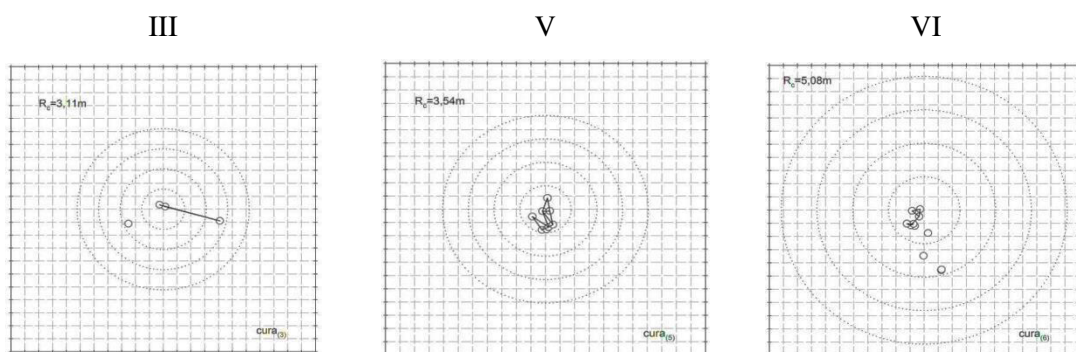
Figura 48- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Randia formosa* nas zonas de influências da copa das árvores I, II, V e VI de *Curatella americana*.



4.1.4.5.3.9 *Rourea grosourdyana*

Todos os agrupamentos espaciais ficaram centrados na região de influência do tronco da espécie nucleadora. As árvores [III ($\lambda=3,02\text{m}$; $A=0,09\text{m}^2$; $\phi=01$); V ($\lambda=0,94\text{m}$; $A=2,03\text{m}^2$; $\phi=04$) e VI ($\lambda=0,46\text{m}$; $A=0,36\text{m}^2$; $\phi=02$)] apresentaram uma baixa representatividade, entre 0,2 a 3% (figura 49).

Figura 49 - Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Rourea grossourdyana* nas zonas de influências da copa das árvores III, V e VI de *Curatella americana*.



4.1.5 Restauração (Regeneração) em *Roupala montana*

4.1.5.1 Composição e Riqueza

Foram assinaladas 13 espécies nos indivíduos amostrados de *R. montana*. As espécies *Antonia ovata*, *B. coccolobifolia*, *B. crassifolia* e *H. articulatus* foram observadas em todas as árvores. Enquanto que *C. favosus* e a auto-regeneração foram observadas em cinco árvores.

As espécies *C. americana*, *E. puniceifolia* e *Trigonia vilosa* foram assinaladas na metade das árvores amostradas. As outras espécies tiveram ocorrência esporádica (tabela 18).

Tabela 18- Frequência absoluta de indivíduos a área de influência da copa de *Roupala montana*.

Família	Nome_Científico	Árvores						Total
		ROP ₁	ROP ₂	ROP ₃	ROP ₄	ROP ₅	ROP ₆	
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	1	1					2
Apocynaceae	<i>Himatanthus articulatus</i>	4	1	1	1	1	1	9
Connaraceae	<i>Connarus favosus</i>	11	3	10	28		1	53
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>		9		7	9		25
Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i>						2	2
Loganiaceae	<i>Antonia ovata</i>	2	1	1	3	4	1	12
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	7	1	3	3	6	2	22
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	24	7	6	5	7	3	52
Myrtaceae	<i>Eugenia puniceifolia</i>	5		1	1			7
Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	7	2		2	14	2	27
Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i>	3		2				5
Trigoniaceae	<i>Trigonia vilosa</i>	1		10		2		13
Verbenaceae	<i>Lippia microphylla</i>	1					1	2
Total		66	25	34	50	43	13	231

Todas as famílias, a exceção de Malpighiaceae, foram representadas por apenas uma espécie. A família Malpighiaceae foi a mais abundante (32%), seguida de Connaraceae (11%), representada exclusivamente por *C. favosus*. As famílias Proteaceae (12%), representando a auto-regeneração, e Dilleniaceae (11%), representada, exclusivamente, por *C. americana* situaram-se em uma contribuição intermediária na abundância global. As outras famílias representativas foram: Trigoniaceae (6%), Loganiaceae (5%), Apocynaceae (4%), Myrtaceae (3%) e Rubiaceae (2%). O restante das famílias apresentou contribuição de aproximadamente 1%. As espécies *C. favosus* e *B. crassifolia*, ambas com 23% da abundância global, foram as que apresentaram maior abundância. A auto-regeneração (12%), juntamente com *C. americana* (11%) e *B. coccolobifolia* (10%) apresentaram contribuição intermediária na abundância global. Enquanto que *T. vilosa* (6%), *A. ovata* (5%), *H. articulatus* (4%), *E. puniceifolia* (3%) e *P. rigida* (2%) apresentaram contribuição pequena na abundância global. O restante das espécies (*A. occidentale*, *C. sylvestris* e *L. microphylla*) apresentou contribuição inferior a 1% (tabela 18).

4.1.5.2 Diversidade

A diversidade foi distinta entre as árvores, os valores oscilaram entre $H'=1,453-1,992$. Foi observada amplitude pequena na dominância ($D=0,148-0,353$), assim como na dominância específica ($I_{BP}=0,231-0,560$). A riqueza entre as árvores variou entre 7 e 11 espécies, indicando baixa oscilação na representatividade, 54-85%, das espécies assinaladas sob a influência da copa de *R. montana* (tabela 19).

Tabela 19 - Parâmetros dendrométricos das árvores de *Roupala montana* e valores de riqueza, diversidade (Shannon-Weaver), variância do estimador e ordenação pelo teste t específico ao estimador de diversidade.

Árvores	ROP ₁	ROP ₂	ROP ₃	ROP ₄	ROP ₅	ROP ₆
Altura	9,0	5,3	4,8	4,2	4,4	4,0
Comprimento	0,65	0,5	0,51	0,52	0,5	0,49
Diâmetro	0,59	0,45	0,47	0,46	0,44	0,46
Diâmetro	5,57	3,125	4,23	3,675	3,125	3,495
Zona de	8,36	4,69	6,35	5,51	4,69	5,24
S	11	8	8	8	7	8
N	66	25	34	50	43	13
D	0,196	0,235	0,218	0,353	0,207	0,148
H	1,945	1,696	1,718	1,453	1,714	1,992
Var (H')	0,0112	0,0237	0,0147	0,0218	0,0074	0,0028
Teste t						
1-D	0,804	0,765	0,782	0,647	0,793	0,852
EVEN	0,636	0,681	0,697	0,535	0,793	0,916
EQUI	0,811	0,816	0,826	0,699	0,881	0,958
BERG	0,364	0,36	0,294	0,56	0,326	0,231

Onde: S – número de espécies; N – número total de indivíduos; D – índice de dominância; H' – índice de diversidade de Shannon-Weaver; EVEN – *eveness*; EQUI – índice de equitabilidade; BERG – índice de Berger-Parker.

Tanto a diversidade quanto a dominância não se apresentaram influenciadas por qualquer um dos parâmetros dendrométricos. A circunferência da base influenciou o número de indivíduos, a dominância específica (Berg) com orientação positiva, a equitabilidade e *eveness*, com orientação negativa. Já a riqueza foi influenciada, tanto pela circunferência da base, quanto pela circunferência a 30 cm, sob orientação positiva (tabela 20).

A circunferência da base influenciou o número de indivíduos, a dominância específica (Berg) com orientação positiva, a equitabilidade e *eveness*, com orientação negativa. Já a riqueza foi influenciada, tanto pela circunferência da base, quanto pela circunferência a 30 cm, sob orientação positiva (tabela 20).

Tabela 20- Matriz de correlação de Spearman e significância, entre os parâmetros dendrométricos e de estimação de diversidade.

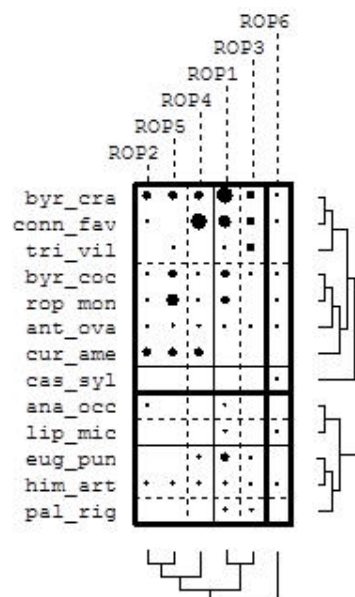
	C30		CB		DC		Ht	
D	-0,23	n.s.	0,32	n.s.	-0,14	n.s.	0,09	n.s.
BERG	0,12	n.s.	0,75	**	0,23	n.s.	0,37	n.s.
EQUI	-0,35	n.s.	-0,84	**	-0,43	n.s.	-0,43	n.s.
EVEN	-0,35	n.s.	-0,84	**	-0,43	n.s.	-0,43	n.s.
H'	0,46	n.s.	-0,23	n.s.	0,35	n.s.	-0,03	n.s.
N	0,38	n.s.	0,90	**	0,55	n.s.	0,43	n.s.
S	0,86	**	0,60	n.s.	0,77	**	0,51	n.s.

Onde: S – número de espécies; N – número total de indivíduos; D – índice de dominância; H' - índice de diversidade de Shannon-Weaver; EVEN – *eveness*; EQUI – índice de equitabilidade; BERG – índice de Berger-Parker; ht – altura total; CB – circunferência da base; C30 – circunferência a 30 cm; DC – diâmetro da copa; n.s. – não significativo; * - significativo ($p < 0,05$); ** - altamente significativo ($p < 0,01$).

4.1.5.3 Similaridade

Por meio de análise de agrupamento, determinou-se uma taxa de similaridade (figura 50 e tabela 21) elevada entre as árvores (46-78%), pela similaridade binária, indicada pelo coeficiente de Jaccard. Já pela similaridade quantitativa, indicada pela distância Bray-Curtis, a amplitude entre as árvores foi maior (38-72%).

Figura 50- Dendrograma de similaridade entre as árvores de *Roupala montana*.



O arranjo entre as árvores indica os seguintes agrupamentos: G₁, grupo isolado e representado pela árvore VI, com baixa abundância, centrada nas espécies comuns a todas as árvores *B. coccolobifolia*, *B. crassifolia*, *A. ovata*, *H. articulatus*, enquanto que a auto-regeneração e *C. favosus*, estavam presente em cinco árvores. O grupo G₂, representado pelas árvores I e III, apresentaram elevada abundância: *B. crassifolia*, *C. favosus* e abundâncias menores de *B. coccolobifolia*, *A. ovata*, *E. puniceifolia*, *H. articulatus* e *P. rígida*. Já o grupo G₃, representado pelas II, IV e V apresentou as espécies comuns as seis árvores: *B. coccolobifolia*, *B. crassifolia*, *A. ovata*, *H. articulatus* e a auto-regeneração, além de *C. favosus* com abundância elevada na árvore IV (figura 50 e tabela 21).

Tabela 21- Valores de similaridade binária e quantitativa entre as árvores de *Roupala montana* avaliadas.

	ROP ₁	ROP ₂	ROP ₃	ROP ₄	ROP ₅	ROP ₆
ROP ₁	~	0,65	0,50	0,57	0,56	0,72
ROP ₂	0,58	~	0,59	0,47	0,38	0,53
ROP ₃	0,73	0,46	~	0,50	0,66	0,66
ROP ₄	0,58	0,78	0,60	~	0,55	0,68
ROP ₅	0,50	0,67	0,50	0,67	~	0,68
ROP ₆	0,58	0,60	0,46	0,60	0,50	~

Onde: Triângulo inferior – coeficiente de Jaccard; triângulo superior – distância Bray-Curtis.

4.1.5.4 Estágios de vida

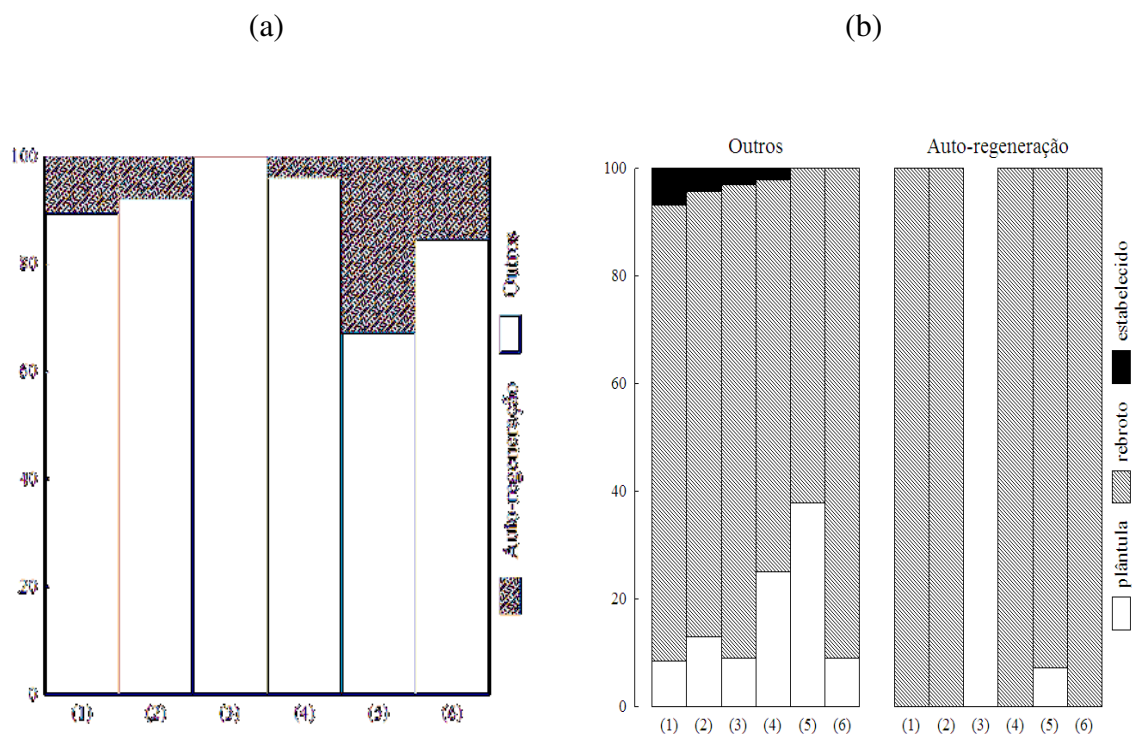
Avaliando-se as frações das fontes de regeneração (figura 51. b), tem-se que em todas as árvores houve predomínio de outras fontes de regeneração (67-100%).

No caso da auto-regeneração o estágio predominante foi “rebrote”, com média de 82% (amplitude: 0-100%), seguido de “plântula” (média: 1%; amplitude: 0-7%). Não foi assinalada a presença de “estabelecidos” nesta fonte regeneração (figura 51. b).

Analizando-se outras fontes de regeneração, o estágio “rebrote” (média: 80%; amplitude: 62-91%) continuou a ser o mais frequente, seguido de “plântulas” (média: 17%; amplitude: 8-38%). O estágio “estabelecido” apresentou (figura 51.b) valores baixos (média: 3%; amplitude: 0-7%).

Uma classificação possível das árvores, em função das frequências relativas dos estágios dentro de cada uma das fontes de regeneração, indica os seguintes agrupamentos: G₁ – representado pelas árvores I, II VI com predomínio de “rebrote” em ambas as fontes de regeneração, e de plântulas com frequência intermediária em outras fontes de regeneração; G₂ – IV e V indica predomínio de “rebrote” em ambas as fontes de regeneração, plântulas com frequência baixa em ambas fontes de regeneração; G₃ – predomínio de “rebrote” e ausência de auto-regeneração (figura 51.b).

Figura 51- Frequência relativa de (a) fontes de regeneração e (b) estágios de desenvolvimento nas fontes de regeneração, nas árvores de *Roupala montana* avaliadas.

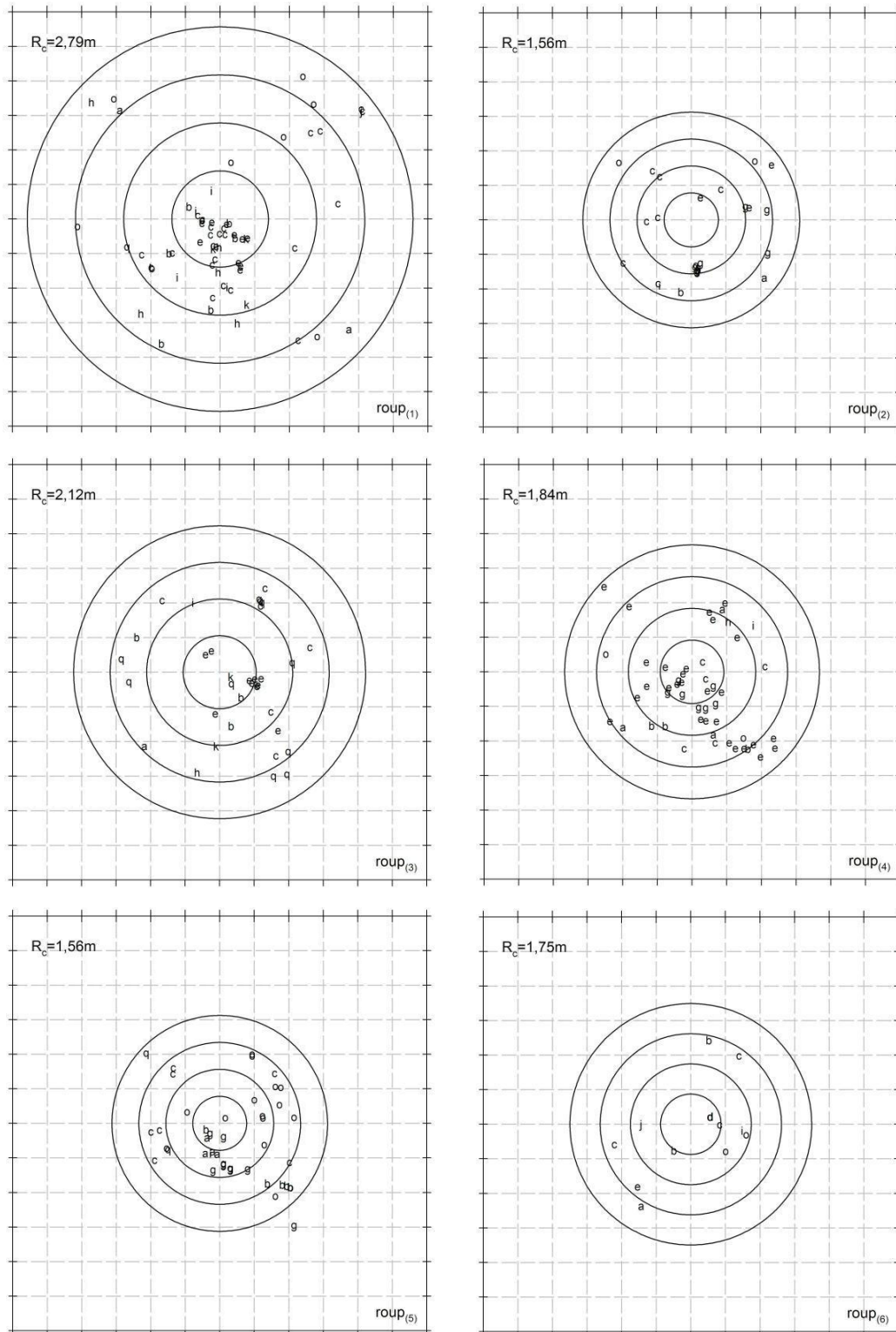


4.1.5.5 Padrão espacial

4.1.5.5.1 Distribuição das espécies

Foi possível observar a ocorrência de espécies arbóreas em todas as zonas de influência de *R. montana*, com algumas distinções em função da composição, intensidade e direcionamento sucessional (figura 52).

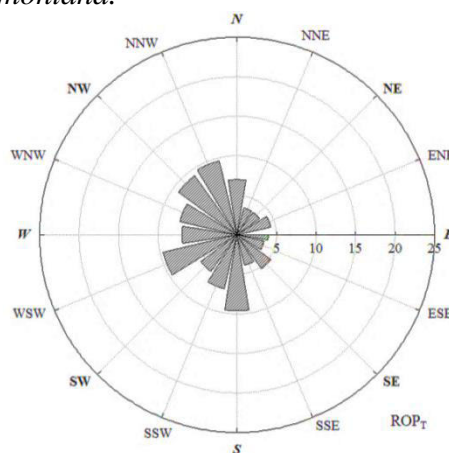
Figura 52- Disposição espacial das espécies arbóreo-arbustivas, sob as zonas de influência da copa de *Roupala montana*. Onde: a – *Antonia ovata*; b – *Byrsonima coccolobifolia*; c – *Byrsonima crassifolia*; d – *Casearia sylvestris*; e – *Connarus favosus*; g – *Curatella americana*; h – *Eugenia punicifolia*; i – *Himatanthus articulatus*; j – *Lippia microphylla*; k – *Palicourea. rigida*; o – *Roupala montana*; q – *Trigonía vilosa*.



4.1.5.5.2 Análise direcional

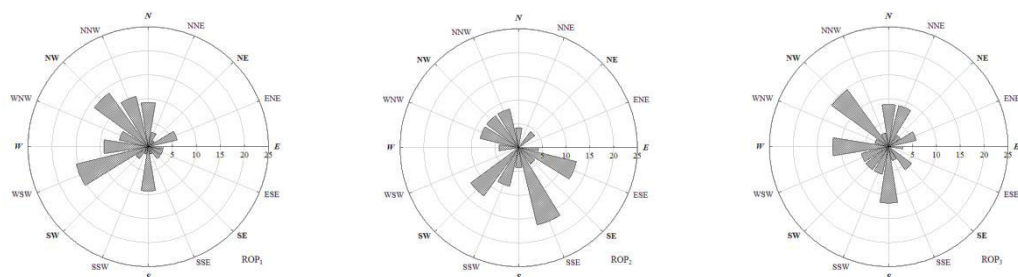
O padrão global de disposição da sucessão de espécies sob as zonas de influência de *R. montana* indicou uma orientação sul-sudoeste [SSW] (média e erro padrão: $\bar{\theta}=208,41\pm6,66^\circ$). Entretanto, esta foi bastante variável com coeficiente de variação global de cerca de 48% (Figura 53).

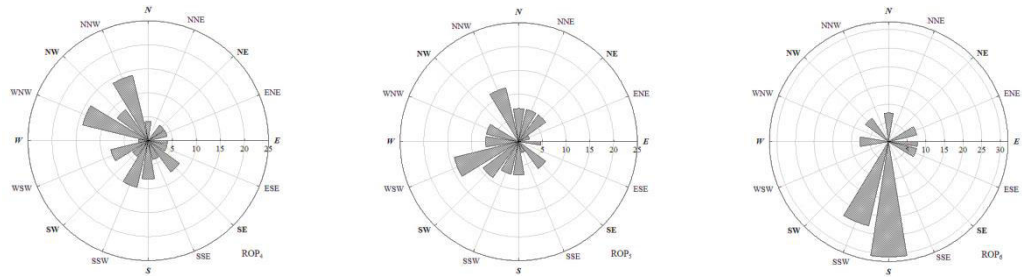
Figura 53- Frequência relativa das direções da sucessão sob as zonas de influência das copas de *Roupala montana*.



De um modo geral, o predomínio (figura 54) foi de orientação noroeste [NW], contendo cerca de 26% do total das observações e sudoeste [SW], cerca de 22%. As orientações cardinais predominantes foram no sentido sul (44%), norte (44%) e oeste (55%). As árvores, II, V e VI apresentaram orientação sul-sudoeste [SSW] (média e erro padrão: $\theta=196,17\pm23,63-201,39\pm15,76^\circ$), enquanto que as árvores I e IV apresentaram orientação sudoeste [SW] (média e erro padrão: $\theta=218,94\pm13,72-222,74\pm13,08^\circ$). A árvore III apresentou direção sul [S] (média e erro padrão: $\theta=186,15\pm19,22^\circ$).

Figura 54- Frequência relativa das direções de disposição das espécies arbóreo-arbustivas, sob as zonas de influência da copa de *Roupala montana*.



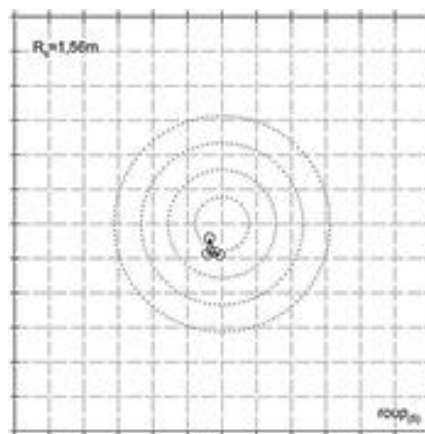


4.1.5.5.3 Agrupamento espacial

4.1.5.5.3.1 *Antonia ovata*

Somente um agrupamento espacial foi observado ($\lambda=3,01\text{m}$; $A=0,11\text{m}^2$; $\phi=01$) e este se localizou no limiar entre a zona de influência do tronco e da zona de influência direta da copa, com representatividade muito baixa, inferior a 1% (figura 55).

Figura 55 - Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Antonia ovata* nas zonas de influências da copa das árvores V de *Roupala montana*.

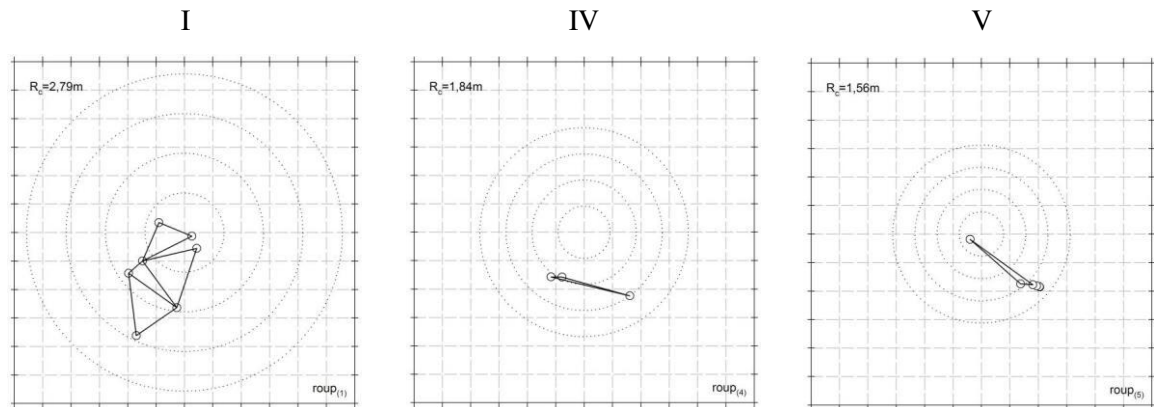


4.1.5.5.3.2 *Byrsonima coccolobifolia*

Os agrupamentos espaciais (figura 56) situaram-se nas zonas de influência direta e indireta da copa. A representatividade entre as árvores variou de muito baixa 1 a 4%, nas

árvores IV ($\lambda=1,91\text{m}$; $A=0,23\text{m}^2$; $\phi=01$) e V ($\lambda=1,84\text{m}$; $A=0,62\text{m}^2$; $\phi=01$), até 20%, no caso da árvore I ($\lambda=1,81\text{m}$; $A=10,23\text{m}^2$; $\phi=04$).

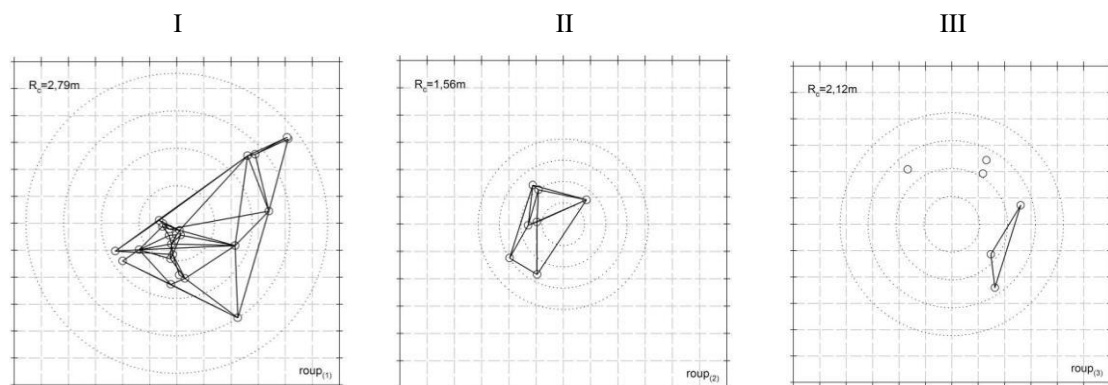
Figura 56- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Byrsonima coccolobifolia* nas zonas de influências da copa das árvores I, IV e V de *Roupala montana*.

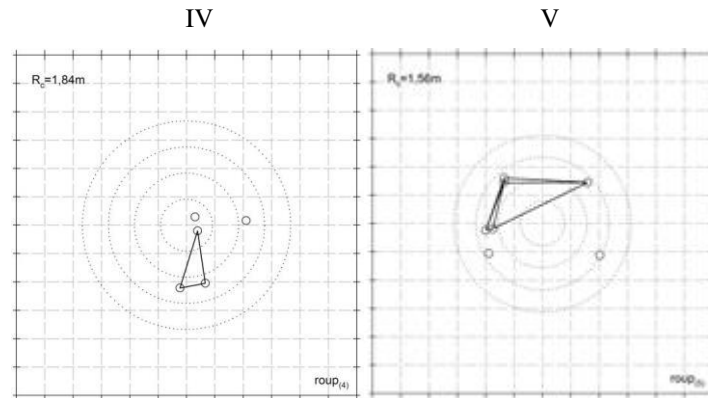


4.1.5.5.3.3 *Byrsonima crassifolia*

Os agrupamentos espaciais oscilaram entre as zonas de influência direta e indireta da copa. Em função das densidades diferentes, a representatividade da área ocupada por *B. crassifolia* (A) apresentou elevada oscilação entre 6-53% (figura 57). A distância média entre os segmentos da triangulação (λ) teve amplitude de 1,53-2,25m, representada por um valor médio e erro padrão de $1,82 \pm 0,14\text{m}$. O número de polígonos constituintes do agrupamento espacial (ϕ) oscilou bastante, com amplitude de 1 a 20 polígonos constituintes de agrupamentos centrados em 6 ± 4 polígonos (figura 57).

Figura 57- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Byrsonima crassifolia* nas zonas de influências da copa das árvores I-V de *Roupala montana*.



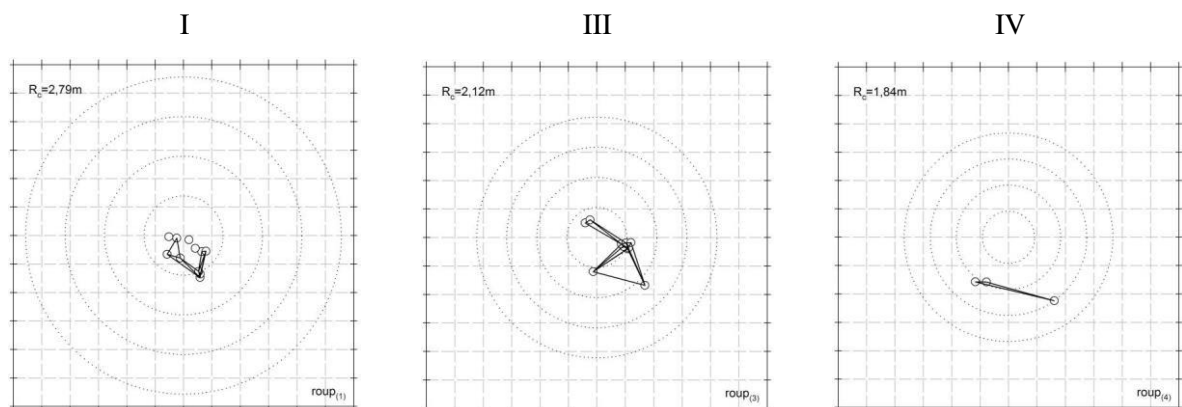


As árvores III ($\lambda=2,25\text{m}$; $A=1,71\text{m}^2$; $\phi=01$) e IV ($\lambda=1,63\text{m}$; $A=1,69\text{m}^2$; $\phi=01$) apresentaram representatividade entre 6 e 8%. Enquanto que as árvores II ($\lambda=1,65\text{m}$; $A=4,89\text{m}^2$; $\phi=04$) e V ($\lambda=2,04\text{m}$; $A=5,38\text{m}^2$; $\phi=03$), apresentaram representatividade entre 32 e 35%. Já a árvore I ($\lambda=1,53\text{m}$; $A=25,59\text{m}^2$; $\phi=20$) foi a que apresentou a maior representatividade, cerca de 53% (figura 57).

4.1.5.5.3.4 *Connarus favosus*

Os agrupamentos espaciais situaram-se entre a zona de influência direta e indireta da copa, com representatividade muito baixa, 2 a 4% (figura 58).

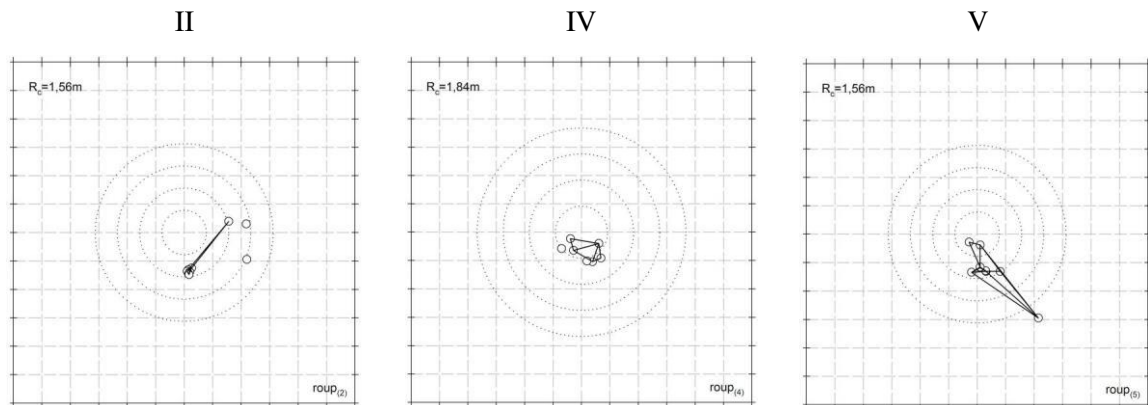
Figura 58- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Connarus favosus* nas zonas de influência da copa das árvores I, III e IV de *Roupala montana*.



4.1.5.5.3.5 *Curatella americana*

Os agrupamentos espaciais situaram-se entre a zona de influência direta e indireta da copa, com representatividade muito baixa, nas árvores II ($\lambda=0,44\text{m}$; $A=0,13\text{m}^2$; $\phi=04$) e IV ($\lambda=0,64\text{m}$; $A=0,55\text{m}^2$; $\phi=02$) e representatividade baixa na árvore V ($\lambda=0,93\text{m}$; $A=2,19\text{m}^2$; $\phi=08$), com 14% (figura 59).

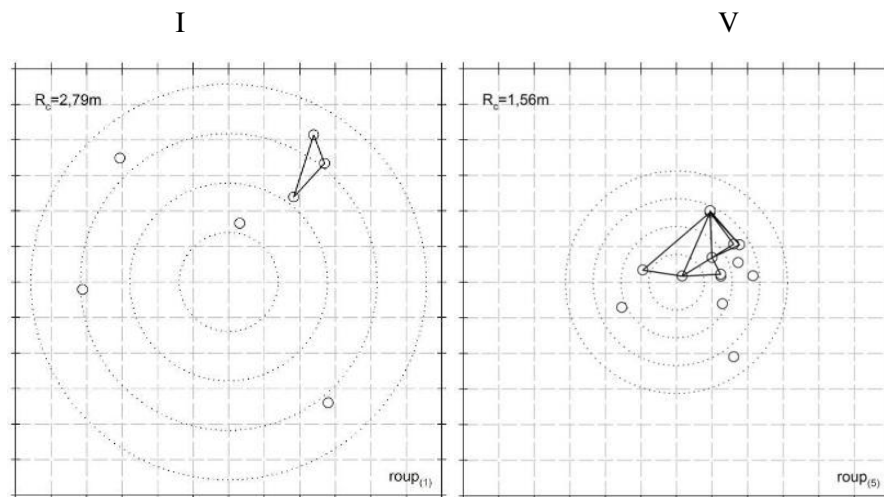
Figura 59- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Curatella americana* nas zonas de influência da copa das árvores II, IV e V de *Roupala montana*.



4.1.5.5.3.6 *Roupala montana* [Auto-regeneração]

Somente duas árvores apresentaram agrupamentos espaciais de auto-regeneração, as árvores I e V (figura 60).

Figura 60- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, da auto-regeneração nas zonas de influência da copa das árvores I e V de *Roupala montana*.



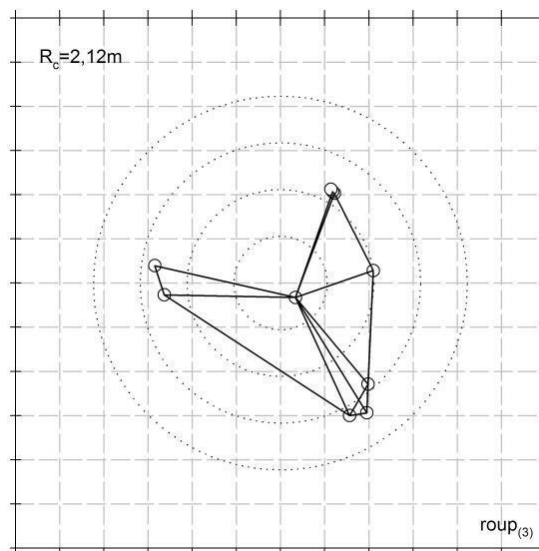
A representatividade da área ocupada pela auto-regeneração (A) oscilou de 4-31%, enquanto que a distância média entre os segmentos da triangulação (λ) teve amplitude de 1,22-1,33m e o número de polígonos constituintes do agrupamento espacial (ϕ), situou-se entre 1 e 5 polígonos.

Avaliando-se a disposição dos dois agrupamentos espaciais e a disposição dos poucos pontos de auto-regeneração observados nas árvores, tem-se uma delimitação de auto-regeneração nas zonas de influência direta e indireta da copa.

4.1.5.5.3.7 *Trigonía vilosa*

Foi observado agrupamento somente na árvore III ($\lambda=2,34\text{m}$; $A=15,54\text{m}^2$; $\phi=06$), e este ocupou todas as zonas de influência da copa, com representatividade elevada em torno de 56% (figura 61).

Figura 61- Agrupamentos espaciais, evidenciados pelo envoltório alfa, de *Trigonía vilosa* nas zonas de influência da copa da árvore III de *Roupala montana*..



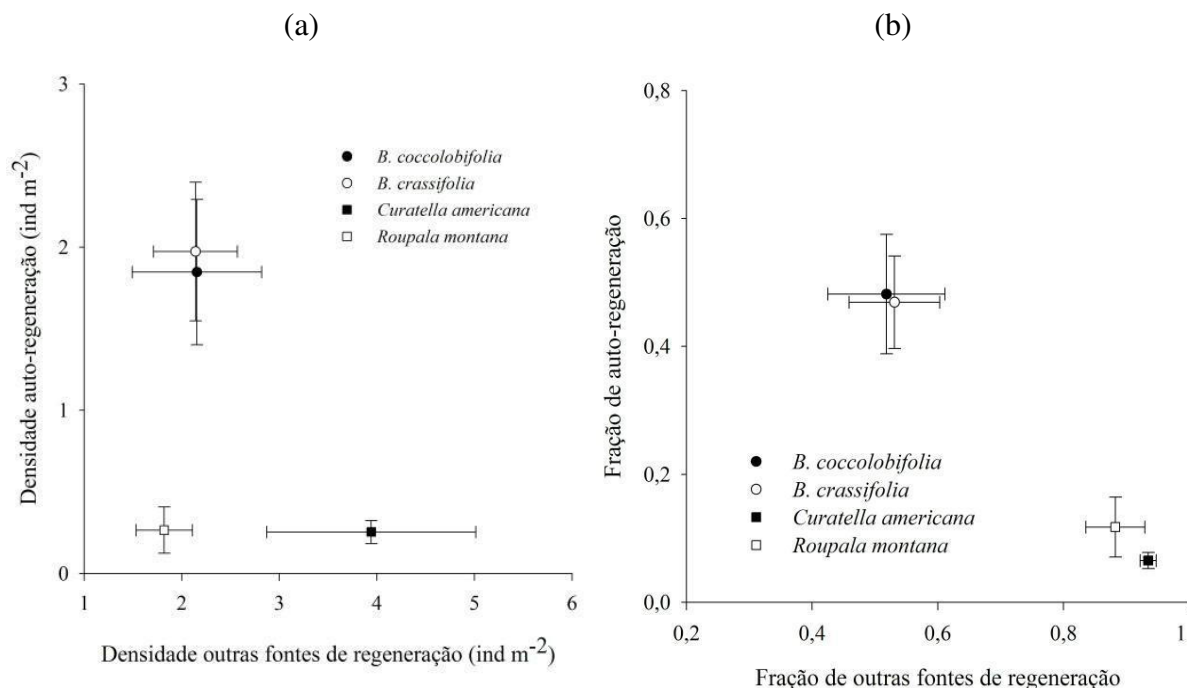
4.1.6 Comparação entre espécies

A exceção da densidade total de indivíduos ($\text{IC}_{95\%}$: $2,79\text{-}4,40 \text{ ind.m}^{-2}$) sob a zona de influência da copa, todos os indicadores de estrutura sucessional apresentaram distinção

($p < 0,01$) entre as espécies de árvores-berçário (nucleadoras) estudadas. As espécies simpátricas *B. coccolobifolia* e *B. crassifolia* apresentaram valores equivalentes de densidade de auto-regeneração ($IC_{95\%}$: 0,70-2,99 ind.m⁻²; 0,88-3,06 ind.m⁻²) e de outras fontes de regeneração ($IC_{95\%}$: 0,44-3,86 ind.m⁻²; 1,03-3,24 ind.m⁻²). Estas espécies apresentaram os valores mais elevados de densidade de auto-regeneração dentre as espécies-berçário (nucleadoras) avaliadas, e valores intermediários de densidade de outras fontes de regeneração (figura 62.a).

C. americana e *R. montana* apresentaram baixos valores de densidade de auto-regeneração ($IC_{95\%}$: 0,07-0,43 ind.m⁻²) e ($IC_{95\%}$: 0,00-0,62 ind m⁻²) respectivamente. Entretanto, *C. americana* apresentou valores mais elevados (figura 61a) de densidade em outras fontes de regeneração ($IC_{95\%}$: 1,19-6,69 ind.m⁻²) do que *R. montana* ($IC_{95\%}$: 1,07-2,52 ind m⁻²).

Figura 62- Disposição das espécies arbóreas avaliadas em função dos valores médio e erro padrão de (a) densidade de auto-regeneração e de outras fontes de regeneração e das (b) frações de auto-regeneração e outras fontes de regeneração.



Quanto à contribuição das fontes de regeneração, as espécies simpátricas *B. coccolobifolia* e *B. crassifolia* apresentaram valores equilibrados entre auto-regeneração ($IC_{95\%}$: 24-72%; 28-65%) e outras fontes de regeneração ($IC_{95\%}$: 27-75%; 34-71%). Enquanto que as espécies *C. americana* ($IC_{95\%}$: 90-96%) e *R. montana* ($IC_{95\%}$: 76-100%) apresentaram elevado predomínio de outras fontes de regeneração.

A exceção da densidade total de indivíduos sob as zonas de influência da copa, todos os indicadores sucessionais apresentaram associação, com pelo menos um dos parâmetros dendrométricos. Tanto a densidade de auto-regeneração quanto a fração da auto-regeneração, apresentaram correlação significativa, com orientação negativa com todos os parâmetros dendrométricos. Enquanto que, tanto densidade de outras fontes de regeneração quanto à fração destas outras fontes de regeneração, apresentaram correlação significativa, com orientação positiva com todos os parâmetros dendrométricos (tabela 22).

Tabela 22- Matriz de correlação de Spearman e significância entre os parâmetros dendrométricos e os indicadores sucessionais.

Parâmetros Dendrométricos	Densidade de indivíduos						Fração das fontes			
	[O]		[A]		[T]		[O]		[A]	
Altura total	0,30	n.s.	-0,51	*	-0,02	n.s.	0,60	**	-0,60	**
Diâmetro da base	0,46	*	-0,41	*	0,19	n.s.	0,53	**	-0,53	**
Diâmetro a 30 cm	0,44	*	-0,38	*	0,19	n.s.	0,50	**	-0,50	**
Diâmetro da copa	0,30	n.s.	-0,49	*	-0,002	n.s.	0,58	**	-0,58	**

Onde: [O] – outras fontes de regeneração; [A] – auto-regeneração; [T] – total de indivíduos.

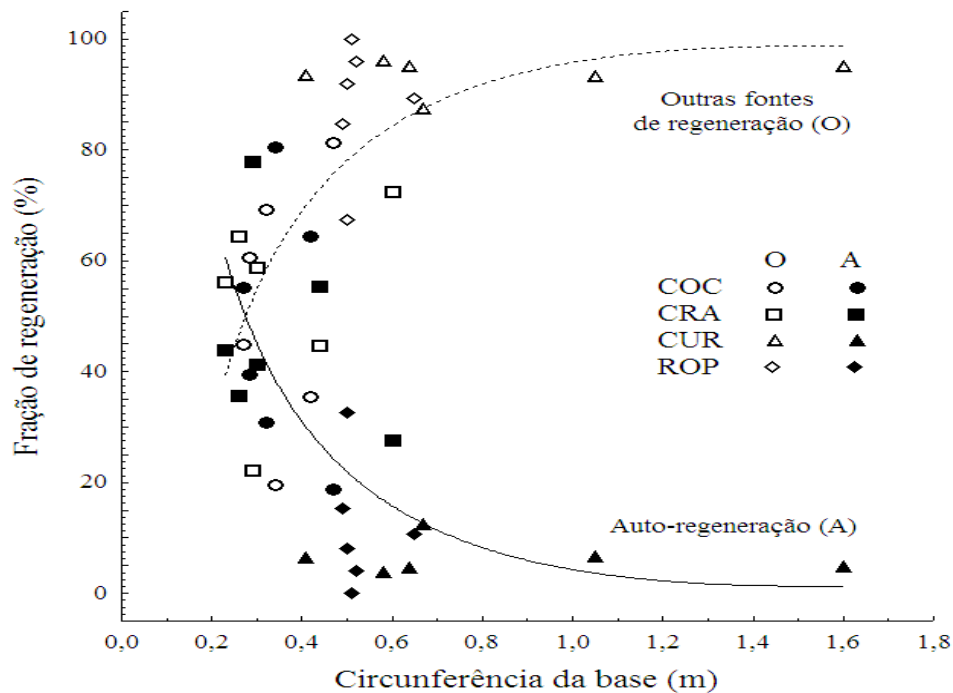
Considerando-se a circunferência da base, parâmetro dendrométrico usual em estudos de ecologia de espécies arbóreo-arbustivas de savanas, um ajuste entre as frações das fontes de regeneração foi realizado denotando adequação ($R^2=0,75$) e a partir de então (figura 63), algumas propriedades emergentes foram obtidas, definindo equilíbrio entre estas frações em cerca de 30 cm de circunferência da base e um limiar de contribuição de auto-regeneração inferior a 5%, dada a condição de circunferência da base superior a 1m.

Reavaliando a estrutura do modelo ajustado, tem-se a inversão das frações das fontes de auto-regeneração em detrimento das outras fontes, caracterizando um indicador eficiente da natureza nucleadora que estas espécies arbóreas cumprem no sistema de savanas abertas. *C. americana* e *R. montana* possuem menor auto-regeneração associada, e isto torna-se mais evidente se relacionarmos à circunferência do caule, pois quanto maior a circunferência menor índice de auto-regeneração.

Estas espécies, principalmente em *C. americana*, são consideradas espécies de maior desenvolvimento de porte arbóreo nas savanas de Roraima.

Por outro lado, as espécies simpátricas de *Byrsonima* ocupam um papel intermediário, cerca de metade percentual de auto-regeneração e a outra metade com outras fontes de regeneração, dentro de circunferências de base agrupadas entre 0,2-0,45 m, o que pode ser considerado como valores normais para esta espécie nas savanas locais.

Figura 63- Relação entre a circunferência da base e as frações de fontes de regeneração, ajustados segundo o modelo logístico.



4.1.7 Solo versus associação entre espécies

Foi obtida uma matriz de correlação entre a abundância das espécies constituintes da regeneração e restauração sob as áreas de influência das copas e os parâmetros físico-químicos do solo, para tanto foi utilizada a correlação de Pearson, que foi segmentada em função da presença de correlação significativa e sua orientação (tabela 23), se positiva (+) ou negativa (-).

Esta matriz de segmentação de orientação das espécies é assinalada na tabela 23 acima, compreendendo os componentes (i) acidez ~ pH[+], pH[-]; (ii) macronutrientes I ~ Ca-Mg-K[+], Ca-Mg-K[-], (iii) alumínio ~ Al[+], Al[-]; (iv) fósforo ~ P[+], P[-]; (v) basicidade – SB-CTC[+], SB-CTC[-]; (vi) saturação – V[+], V[-]; (vii) textura do solo – ARE[+], ARG[+], SIL[+] e (viii) matéria orgânica – MO[+].

Tabela 23- Correlações entre a abundância das espécies constituintes de regeneração e restauração sob as zonas de influência da copa.

			Ca Mg	Ca Mg					SB	SB	V	V				
	pH	pH	K	K	AL	AL	P	P	CTC	CTC	m	m	ARE	ARG	SIL	MO
Espécies	[+]	[-]	[+]	[-]	[+]	[-]	[+]	[-]	[+]	[-]	[+]	[-]	[+]	[+]	[+]	[+]
Ana_occ			X													X
Ant_ova				x	x							x		X	x	
Byr_coc					x								x			
Byr_cra																
Cäs_spi	x		X			X			x			x				
Cäs_syl	x		X			X	X		x			x				X
conn_fav					x								x		X	x
Cor_cur	x		X						x			x				
Cur_ame			X						x							
ery_sub																
eug_pun																
him_art					x									X		
lip_mic							X									
pal_rig													x			
psi_gui	x		X						x			x				
psy_ram	x		X			X			x			x				
ran_for	x		X			X	X		x			x				X
rop_mon					x								x		X	
rou_gro			X			X			x							X
tri_vil												x		X		
xyl_aro																
Total	6	0	9	1	5	5	3	0	8	0	6	4	2	5	2	4

Onde: ana_occ - *Anacardium occidentale*; ant_ova - *Antonia ovata*; byr_coc - *Byrsonima coccolobifolia*; byr_cra - *Byrsonima crassifolia*; cas_spi - *Casearia spinescens*; cas_syl - *Casearia sylvestris*; conn_fav - *Connarus favosus*; cor_cur - *Cordia curassavica*; cur_ame - *Curatella americana*; ery_sub - *Erythroxylum suberosum*; eug_pun - *Eugenia puniceifolia*; him_art - *Himatanthus articulatus*; lip_mic - *Lippia microphylla*; pal_rig - *Palicourea rigida*; psi_gui - *Psidium guineense*; psy_ram - *Psychotria rambibractea*; ran_for - *Randia formosa*; rop_mon - *Roupala montana*; rou_gro - *Rourea grosourdyana*; tri_vil - *Trigonía vilosa*; xyl_aro - *Xylopia aromática*.

O dendrograma estabelecido na (figura 64) indica a existência de grupos de espécies arbóreo-arbustivas formados sob a copa das árvores-berçários. Espécies como *B. crassifolia* e *X. aromática* estão entre aquelas sem exigências nutricionais ou outro tipo de especificidade aqui relatada, enquanto que *C. americana* é uma das espécies influenciadas pelo teor básico

do solo. Um mapa conceitual foi elaborado (figura 65) para resumir as interações entre os fatores ambientais e sua associação com as espécies arbóreo-arbustivas constituintes da restauração e regeneração das árvores-berçário aqui avaliadas.

Figura 64- Dendrograma de similaridade entre as espécies constituintes da regeneração e restauração sob as zonas de influência da copa das espécies avaliadas, em função das características edáfica.

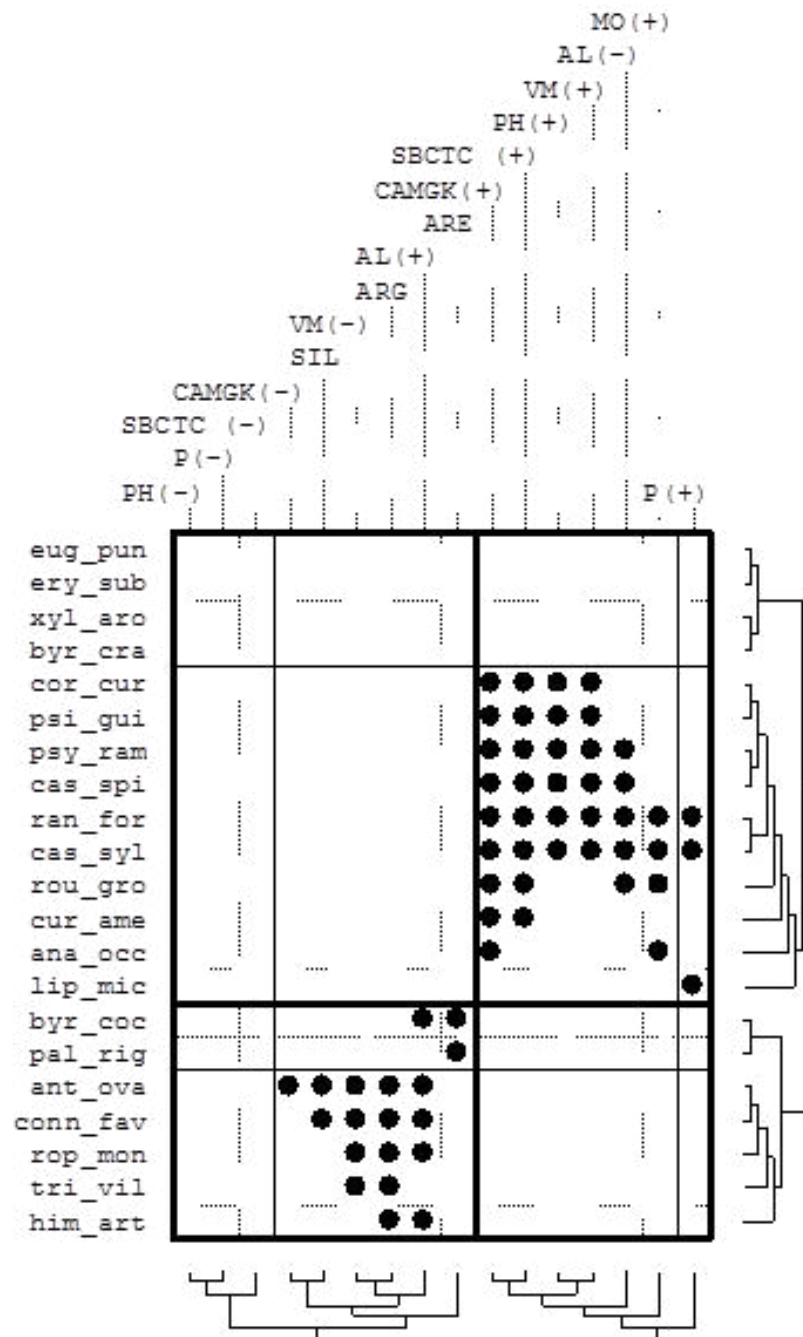
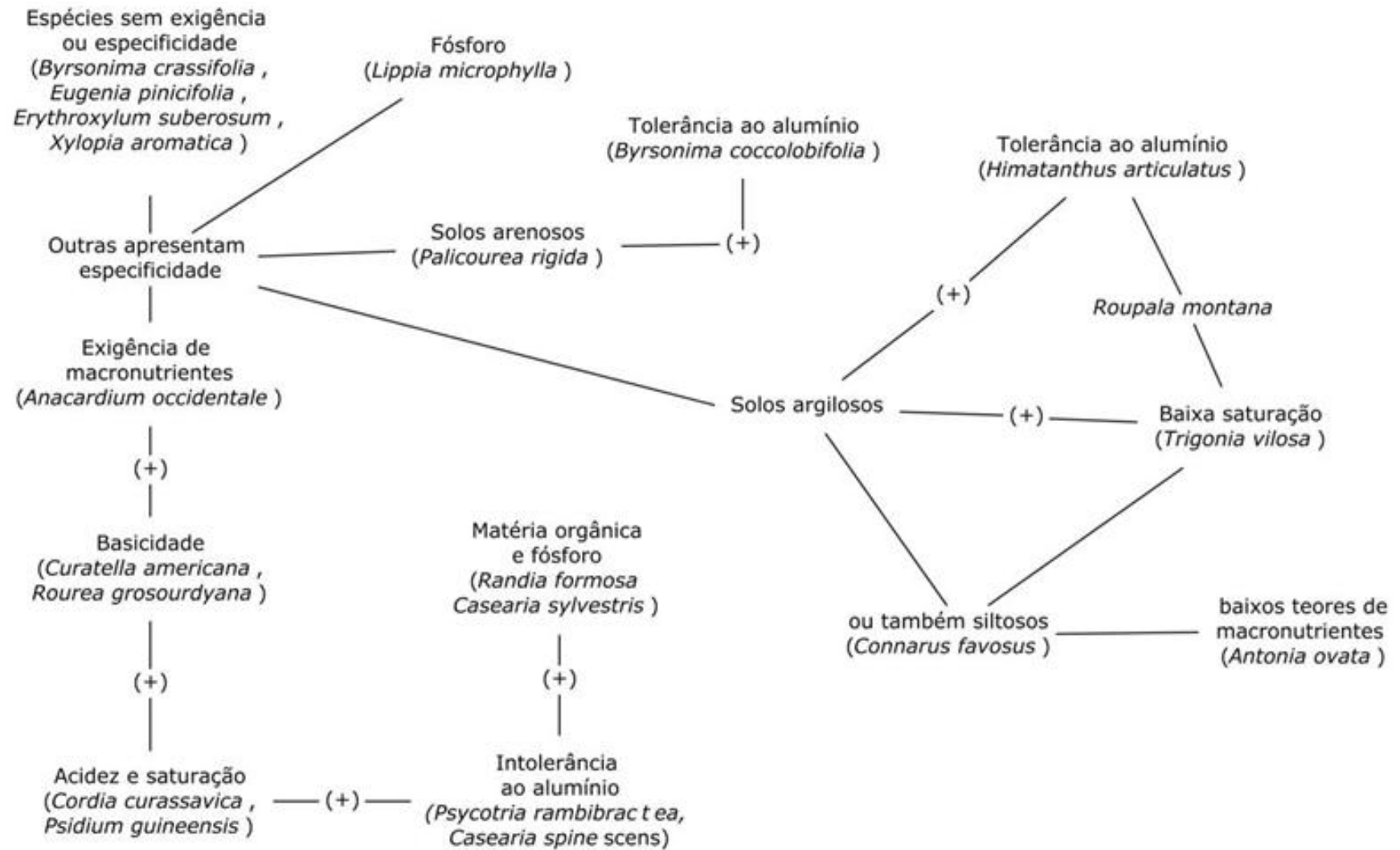


Figura 65- Mapa conceitual da associação entre espécies arbóreo-arbustivas constituintes da restauração e regeneração das espécies avaliadas.



As árvores-berçário estudadas nas savanas de Roraima demonstram comportamento semelhante aos apresentados por outras espécies em ambientes de estresse, tais como: desertos, os Andes, dunas, areais e outras regiões savânicas. Franco e Nobel (1989) estudaram o efeito do micro-habitat de plantas berçário no crescimento do cactus *Carnegie gigantea* (Englem.) no Deserto de Sonora (Arizona/EUA) e concluíram que as plantas berçário facilitam o estabelecimento de plântulas devido à redução da temperatura sob a área de influência da copa da planta. Na área de savana estudada (Monte Cristo) foi observado que as espécies arbóreo-arbustivas nas três categorias avaliadas (plântulas, rebrotos e estabelecidos) situaram-se próximo ao eixo central da árvore, que é onde a projeção da copa permite uma maior contribuição de sua sombra.

Gomes-Aparicio et al. (2004), realizaram estudo nas Montanhas de Serra Nevada, Espanha, utilizando arbustos como planta-berçário para entender como a interação entre arbustos e árvores varia no espaço e no tempo, e como esta interação é crucial no estabelecimento das árvores. Scott et al. (1999) comentam que os arbustos são geradores de micro-ambientes e que podem ser utilizados como técnica de reflorestamento, e como forma de evitar o empobrecimento do solo.

Estudos realizados por Jones; Lawton; Shachak (1994) sugerem que os arbustos pioneiros do ecossistema do Mediterrâneo podem ser considerados como “espécies fundadoras” (*foundation species*) ou ecossistemas engenheiros (*ecosystem engineers*), pois são capazes de influenciar na composição de espécies, na abundância e na estrutura espacial de comunidades de plantas. Maestre et al. (2001) e Gómez-Aparicio et al. (2005) corroboram que dentre as características abióticas proporcionadas pelas plantas-berçário, pode-se destacar a redução da disponibilidade de luminosidade, que tem sido enfatizado como o principal mecanismo de facilitação no ecossistema do Mediterrâneo.

Os estudos acima, assim como os resultados obtidos com esta pesquisa na savana de Roraima, assinalam que em ambientes limites a existência de condições ambientais mínimas favoráveis, aliadas aos fatores bióticos internos das espécies propiciam o estabelecimento e desenvolvimento das espécies. Inicialmente, este recrutamento ocorre sob a área de influência da copa de uma árvore nucleadora e vai ampliando-se, formando ilhas de biodiversidade que geram microambientes cada vez mais favoráveis ao recrutamento e estabelecimento de novos indivíduos, formando as conhecidas ‘ilhas de mata das savanas’.

5 CONCLUSÕES

1. As informações obtidas com o presente trabalho podem ser utilizadas para estudos ecológicos de restauração, regeneração de espécies e formação de comunidades através de parâmetros como (i) preferências edáficas, (ii) espécies presentes (abundância e densidade), composição, riqueza e direcionamento sucessional;
2. As espécies arbóreas das savanas abertas de Roraima possuem importante papel nucleador, funcionando como árvores-berçário ao proporcionar o estabelecimento de suas próprias plântulas (auto-regeneração) como a de outras espécies (outras fontes), formando ilhas de diversidade vegetal;
3. As espécies arbóreo-arbustivas das savanas concentraram-se sob a área de influência direta da copa das árvores nucleadoras.
4. Os fatores bióticos e abióticos influenciaram diretamente no comportamento ecológico das espécies arbóreo-arbustivas das savanas abertas de Roraima;
5. *Curatella americana* foi a espécie arbóreo-arbustiva que apresentou maior diversidade na área de influência de sua copa, no entanto, foi a que apresentou menor índice de auto-regeneração
6. *Curatella americana* foi a espécie arbóreo-arbustiva que demonstrou maior preferência por solos com maior saturação por bases;
7. As espécies simpátricas *B. crassifolia* e *B. coccolobifolia*, apresentaram maior índice de auto-regeneração e demonstraram preferência para solos arenosos;
8. *Roupala montana* foi a espécie que apresentou menor riqueza e diversidade sob a área de influência de sua copa. Apresentou alta preferência por solos com pH ácidos e elevada saturação por Alumínio;
9. As savanas de Roraima estão submetidas a forte ação antropogênica. Trata-se de um ecossistema de manutenção e de equilíbrio ambiental que precisam ser melhor estudado;
10. O estudo das savanas pode orientar as políticas públicas para o melhor uso e posse deste ecossistema, possibilitando a integração do homem neste ambiente considerado “pobre” pelo senso comum, mas de extrema importância e riqueza ecológica.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, M. M. F.; FILHO, A. C.; COSTA, J. A. L. Mapeamento e Dinâmica Pré-Atual das Savanas Amazônicas. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO PIBIC/CNPQ/FAPEA/INPA, 15, 2006, Manaus. **Anais...**Manaus: INPA, 2006. 462 p.
- ALMEIDA, S. P. et al. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa, 1998. 464 p.
- BARBER, C. B.; DOBKIN, D. P.; HUHDANPAA, H. T. The Quickhull algorithm for convex hulls. **Journal ACM Transactions on Mathematical Software (TOMS)**, v. 22, n. 4, p. 469-483, dez.1996.
- BARBOSA, R. I.; MIRANDA, I. S. Fitofisionomias e Diversidade vegetal das savanas de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; XAUD, H. A. M.; SOUSA, J. M. C. (Eds.) **Savanas de Roraima: Etnoecologia, Biodiversidade e Potencialidades Agrossilvipastoris**. Boa Vista: Boa Vista, Ltda., 2005. p. 61-78.
- BARBOSA, R. I, NASCIMENTO, S. P; AMORIM, P. A. F. de; SILVA, R. F. Notas sobre a composição arbóreo-arbustiva de uma fisionomia das savanas de Roraima, Amazônia Brasileira. **Revista Acta Botanica Brasilica**, v.19, n. 2, p 323-329. 2005.
- BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. **Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**. Manaus: INPA, 1997. p. 325-334.
- BARBOSA, R. I.; ARAÚJO, A. C. O.; MELO, M. C. **Protocolo para amostragem da vegetação lenhosa nas parcelas permanentes de Savanas do PPBio em Roraima**. Boa Vista, 9 p. Trabalho não publicado.
- BARBOSA, R. I.; FEARNSIDE, P. M. Fire frequency and area burned in the Roraima savannas of Brazilian Amazonia. **Journal Forest Ecology and Manegement**, v. 204, p.371-384, 2005.
- BARBOSA, R. I; CAMPOS, C.; PINTO, F.; FEARNSIDE, P. M. The “Lavrados” of Roraima: Biodiversity and Conservation of Brazil’s Amazonian Savannas. **Journal Functional Ecosystem and Communitis**. Global Science Books, p. 29-40. 2007.
- BARBOSA, R. I. **Savanas da Amazônia: Emissão de gases do efeito estufa e material particulado pela queima e decomposição da biomassa acima do solo, sem troca do uso da terra, em Roraima, Brasil**. 2001. 212f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) – Universidade do Amazonas (UA).
- BARBOSA, R. I.; FEARNSIDE, P. M. **Área e biomassa dos ecossistemas terrestres da Amazônia Legal Brasileira: estimativas para avaliações da emissão de gases do efeito estufa**. Manaus: INPA, 2002. 27 p .
- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWSEND, C. R. **Ecology: Individuals, Populations and Communities**. 2. ed. Boston: Blackwell, 1990. 945 p.

BENEZAR, R. M. C.; PESSONI, L. A. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth.) em uma savana amazônica. **Revista Acta Amazonica**, v. 36, n.2, p. 159-168, 2006.

BULLOCK, S. H; SOLIS-MAGALLANES, J. A. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in México. **Journal Biotropica**, v. 22, p. 22-35, 1990.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5. ed. Belém: Edições CEJUP, 1991. 455 p.

CORLETA, A. G.; MOURÃO Jr., M.; BARBOSA, R. I. Padrão espacial de regeneração sob copa de caimbé (*Curatella americana* L., Dilleniaceae), uso de envoltório alfa. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA (RBRAS), 52, 2007, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, SEAGRO, 2007. CD-ROM.

FEARNSIDE, P. M. Global warming and tropical land use change: greenhouse gas emission from by biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. **Journal Nature Climate Change**, v. 46, n. 12, p. 115-158, 2000.

FEARNSIDE, P. M. Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. **Journal Ecological Economics**, v. 20, n.1, p. 53-70. 1997.

FERREIRA, M. E; CRUZ, M. C. P DA. **Amostragem de solo para avaliação da sua fertilidade**. Jaboticabal: FCAV, 1988. 21 p.

FRANCO, A. C.; NOBEL, P. S. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. **The Journal of Ecology**, v. 77, n 3, p. 870-886, set. 1989.

FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G.; OPLER, P.A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, v. 62, p. 881-913, 1974.

GIULIETTI, A. M. *Byrsonima* do Distrito Federal. In: FERRI, M. G. (coord) **III Simpósio sobre o Cerrado**. 1971. p. 133-146.

GOMES-APARICIO, L. et al. Applyng plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use shrubs as nurse plants. **Journal Ecological Applications**, v. 14, n.4, p. 1128-1138, 2004.

GÓMEZ-APARICIO, L. et al. Canopy vs. soil effects of shrubs facilitating tree seedlings in Mediterranean montane ecosystems. **Journal of Vegetation Science**, v. 16, p. 191-198, 2005.

GÓMEZ-POMPA, A. Posible Papel de la Vegetación Secundaria en la Evolución de la Flora Tropical. **Journal Biotropica**, v. 3, [S, n.], p. 125-35. 1971.

HACKER, S.; GAINES, S. D. Some implications of direct positive interactions for community species diversity. **Journal of Ecology**, v. 78, p. 1990-2003, 1997.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST – Paleontological Statistics, ver. 1.42. User Guide. 2006. Disponível em < <http://folk.uio.no/ohammer/past> >. Acesso em 23/jun. 2007.

HOLL, K. D.; LOIK, M. E.; LIN, E. H. V.; SAMUELS, I. A. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: Overcoming barriers to dispersal and establishment. **Journal Restoration Ecology**, v. 8, n. 4, p. 339-349, dez. 2000.

HOOPER, E.; LEGENDRE, P.; CONDIT, R. Barriers to forest regeneration of deforested and abandoned land in Panama. **Journal of Applied Ecology**, v. 42, [S. n.], p.1 165-1174. 2005.

HUBER, O. Vegetation. In: BERRY, P. E; HOLST, B. K; YATSKIEVYCH, K (Edts). **Flora of the Venezuelan Guayana**. St. Louis, Missouri: USA. 1995. p. 97-160.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Manual Técnico da vegetação Brasileira n. 1**. Rio de Janeiro, 1992. 89 p.

JOFFRE, R.; RAMBAL, S. How tree cover influences the water balance of Mediterranean Rangelands. **Journal of Ecology**. v. 74, [S. n], p. 570-882, 1993.

JONES, C. G; LAWTON, J. H.; SHACHAK, M. Organisms as ecosystem engineers. **Revista Oikos**, Rio de Janeiro, v. 69, [S. n], p. 373-386, 1994.

JUSTINIANO, M. J; FREDERICKSEN, T. S. Phenology of tree species in Bolivian dry forests. **Journal Biotropica**, v. 32, [S. n.], p. 276-281, 2000.

KREBS, C. J. **Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing**. New York, John Wiley; Sons, 1989. 654 p.

LAMEIRA, O. A.; COIMBRA, J. M. **Levantamento e distribuição da precipitação em Roraima**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, v. 12, 1988. 5p.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing**. New York: Sons, 1988. 337p.

LUZ, F. J. F. Plantas medicinais de uso popular em Boa Vista, Roraima, Brasil. **Revista de Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 88-96. 2001.

MAESTRE, F. T. et al. Potential for using facilitation by grasses to establish shrubs on a semiarid degraded steppe. **Journal Ecological applications**, v.11, [S. n], p.1641-1655, 2001.

MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and its Measurement**. London: Princeton University Press, 1988.179p.

MELO, M. C.; BARBOSA, R. I. **Árvores e arbustos das savanas de Roraima** – Guia de Campo Ilustrado. Boa Vista, Prefeitura Municipal de Boa Vista / Conselho Municipal de Conservação e Defesa do Meio Ambiente (PMBV/CONSEMMA), 2007. 36p.

- MIRANDA, I. S.; ABSY, M. L. Fisionomia das savanas de Roraima. **Revista Acta Amazonica**, v. 30, n. 3, p. 423-440, set. 2000.
- MIRANDA, I. S.; ABSY, M. L.; REBÊLO, G. H. Community structure of woody plants Roraima savannas, Brazil. **Journal Plant Ecology**. v. 164, n.1, p. 109-123. 2003.
- MIRITI, M. N. Regeneração florestal em pastagens abandonadas na Amazônia central: competição, predação e dispersão de sementes. In: Gascon, C.; Moutinho, P. (Ed.) **Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo**. Manaus: INPA, 1998, p.179-190.
- MOURÃO JUNIOR, M. et al. **Precipitação pluviométrica em áreas de savana de Roraima: campos experimentais Monte Cristo e Água Boa**. Comunicado Técnico. Embrapa Roraima. Boa Vista. 2003. 7 p.
- NEPSTAD, D. C. et al. Estudo comparativo do estabelecimento de árvores em pastos abandonados e florestas adultas da Amazônia Oriental. In: Gascon, C.; Moutinho, P. (Eds.) **Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo**. Manaus: INPA, 1998, p.191-218.
- PINTO, A. A. C.; MADURO, C. B. Produtos e Subprodutos da medicina popular comercializados na cidade de Boa Vista, Roraima. **Revista Acta Amazonica**, v. 33, n. 2, p. 281-290, 2002.
- REY-BENAYAS, J. M. Drought and survival in *Quercus ilex* L. seedling after irrigation and artificial shading on Mediterranean set-aside agricultural land. **Journal Annales des Sciences Forêstieres**, v. 55, [S. n], p. 801-80, 1998.
- REY-BENAYAS, J. M.; LÓPEZ-PINTOR, A.; GARCIA, C.; CÂMARA, N. de la C.; STRASSER, R.; GÓMES-SAL, A. Early establishment of planted *Retama sphaerocarpa* seedlings under different levels of light, water and weed competition. **Journal Plant Ecology**, v. 159, [S. n.], p. 201-209. 2002.
- ROSENBERG, M. S. **PASSAGE: Pattern Analysis, Spatial Statistics, and Geographic Exegesis**. Arizona: Department of Biology, Arizona State University, 2003. 568p.
- SANAIOTTI, T. M. et al. Past vegetation changes in Amazon savannas determinate using carbon isotopes of soil organic metal. **Journal Biotropica**, v. 34, n. 1, p. 2-16. 2002.
- SARMIENTO, G. **The ecology of neotropical savannas**. Harvard University Press. Cambridge, 1984. 235p.
- SCOTT, N. A. et al. Soil carbon storage in plantation forests and pastures: land-use change implications. **Journal Tellus Chemical and Physical Meteorology**, v. 51, [S. n.], p.326-335, 1999.
- SILVA, F. C. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Brasília: Embrapa comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.
- STACHOWICZ, J. J. Mutualism, facilitation and the structure of ecological communities. **Journal Bioscience**, v. 51, [S. n.], p. 235-246, 2001.

TEDESCO, M. J. ; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 188p.

TEWKSBUURY, J. J.; LLOYD, J. D. Positive interections under nurse-plants: spatial scale, stress gradients and benefactor size. **Journal Oecologia**, v.127, n. 3, p. 425-434. 2001.

UHL, C.; BUSCHBACHER, R.; SERRÃO, E. A. S. Abandoned pastures in eastern Amazonia. I. Patterns of plant succession. **Journal of Ecology**, v. 76, n. 3, p. 663–681, set, 1988.

VALE JÚNIOR, J. F.; SOUSA, M. I. L. Caracterização e distribuição dos solos das savanas de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; XAUD, H. A. M.; COSTA E SOUZA, J. M (eds.), **Savanas de Roraima: Etnoecologia, Biodiversidade e potencialidades Agrissilvipastoris**. Boa Vista: Boa Vista Ltda., 2005, p. 79-91.

VERDÚ, M.; GARCÍA-FAYOS, P. Nucleation processes in a Mediterranean bird-dispersed plant. **Journal Functional Ecology**, v.10, [S. n], p.275-280, 1996.

VETAAS, O. R. Micro-site effects of trees and shrubs in dry savannas. **Journal of Vegetation Science**, v. 3, n. 3, p.337-344, 1992.

VIEIRA, I. C. G., UHL, C.; NEPSTAD, D. The role of the shrub *Cordia multispicata* Cham. As a ‘succession facilitator’ in an abandoned pasture, Paragominas, Amazonia. **Journal Vegetation**, v. 115, n. 2, p. 91–99, dez.1994.

YARRANTON, G. A.; MORRISON, R. G. Spatial dynamics of a primary sucession: nucleation. **Journal of Ecology**, v. 62, n. 2, p. 417-428, 1974.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 3. ed. New Jersey: USA , 1996. 662p.

OBRAS CONSULTADAS

- ABRATES. **Sementes florestais tropicais**. AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.(coord.). Brasília: ABRATES, 1993. 350p.
- BARBOSA, R.I.; FEARNSIDE, P. M. Wood density of trees in open savannas of Brazilian Amazon. **Journal Forest Ecology and Management**, v. 199, [S. n.], p.115-123, 2004.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral, Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de Recursos Naturais, v.8, folha NA. 20 Boa Vista e parte das folhas NA. 21 Tumucumaque, NB. 20 Roraima e NB. 21, IV- Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos , estudo fitogeográfico.Rio de Janeiro, 1975, p. 307-415.
- DRAPER, N. R.; SMITH, H. **Applied Regression Analysis**. 2. ed. New Cork: Wiley, 1998. 453p.
- EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2006. 306p.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. da S. (org.). **Biogeografia do Bioma Cerrado – Estudo Fitofisionômico na Chapada Espigão Mestre do São Francisco**. Brasília: UNB, 2001. 152p.
- FERRI, M. G.; MENEZES, N. L. de; MONTEIRO, W. R. **Glossário ilustrado de botânica**. São Paulo. Nobel. 1988. 197p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Danesi, A. de P.; Buckup. H. T. (trad.). Lamberti, A. (revisão Técnica e notas). São Paulo: EPU, 1986. 319p.
- LOPES, A. S; GUIDOLIN, J. A. **Interpretação de Análise do Solo: conceitos e aplicações**. 3. ed. Comitê de Pesquisa. Boletim técnico n. 2. ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. São Paulo. 1989. 64p.
- MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres. 1992. 124p.
- MILLER, R. P. **Dinâmica da regeneração natural de jutaí-mirim (*Hymenaea parvifolia* Huber, Leguminosae Caesalpinioideae) na Ilha de Maracá-RR**. 1991. 83 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – INPA/ Fundação Universidade do Amazonas.
- MIRANDA, I. S. **Flora, Fisionomia e Estrutura das Sanavas de Roraima**. Manaus, 1998. 186f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – INPA/UA.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Guanabara Koogan S.A. 1988. 434p
- PIRES-O'BRIEN, M. J.; O'BRIEN, C. M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, Ministério da Educação e do Desporto. 1995. 400p.

PROENÇA, C.; OLIVEIRA, R. S.; SILVA, A. P. **Flores e frutos do cerrado**. Brasília: Universidade de Brasília. 2000. 226p.

REGO, M. ; ALBUQUERQUE. **Polinização do murici**. Ministério do Meio Ambiente, Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Brasileira. São Luís, MA. EDUFMA. 2006. 104p.

RODRIGUES, R. M. **A flora da Amazônia**. Belém. CEJUP. 1989. 298p

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.(eds). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA, 1998, 556p.

APÊNDICE A

Modelo de Planilha usada em campo para coleta de dados: **erçário: Formadoras de diversidade vegetal nas Savanas de Roraima**

Mestrado em Rec. Naturais

Resp.: Alessandra Corleta

Espécie: **Árvore**
nº: **Obs:**

Linha:

Coordenadas:

Data:

Direção Vento:

Circunferência da Base (m):

Circunferência à 30 cm do solo (m):

Altura Total (m):

Dc1 Dc2 D_{médio}

Diâmetro da Copa (m):

Lado do Retângulo Amostral (m)=

(D_{médio}*1.5)/2 =

Nº ordem	N. cient.	Família	Dia. médio (mm)	H (m)	DCopa 1 (m)	DCopa 2 (m)	DCopa médio (m)	N (m)	S(m)	L(m)	O(m)	P/R/N	Perfilhos	Obs

Descrição das variáveis coletadas para cada espécie de árvore-berçário estudada.

- Nome científico da espécie;
- Numeração sequencial por espécie, em relação à linha de caminamento;
- Identificação da linha de caminamento, baseada na planilha topográfica geral do PPBIO, além da distância do eixo central da trilha de caminamento;
- Coordenadas geográficas tomadas através do aparelho GPS Etrex – Venture/Garmin;
- Dia, mês e ano em que se realizou o estudo do indivíduo;
- Direção predominante do vento no período de estudo;
- Circunferência da base do caule (m), tomada a 2 cm de altura do solo, tomada através do uso de fita métrica comum (graduada em cm);
- Circunferência do caule a 30 cm do solo (m), tomada através do uso de fita métrica comum¹;
- Altura total (H) do indivíduo (m), tomada por meio de uma vara graduada (cm) de 2 m;
- Diâmetro médio (Dmédio) da copa (m), que é a média do maior (Dcopa 1) com o menor (Dcopa 2) diâmetro da copa para o cálculo da média da área (m²) de cobertura do indivíduo, tomada através de uma trena de 20 m;
- Lado do retângulo amostral (LRA - m). Esta etapa do trabalho se refere ao estabelecimento de uma área retangular tendo como centro o mesmo centro geométrico da amostra (árvore-berçário). O estabelecimento deste retângulo foi feito através do diâmetro médio da copa multiplicado por 1,5 vezes (considerado, para este trabalho como área de influência da copa) dividido por dois, conforme a fórmula abaixo:

$$LRA = \frac{(D_{\text{médio}} \times 1,5)}{2}$$

¹ Caso o indivíduo tivesse caules múltiplos (bifurcados, trifurcados, etc), as medidas da circunferência da base e a 30 cm do solo foram tomadas de cada um dos caules formadores do indivíduo.

APÊNDICE B

Metodologia de campo detalhada para a coleta de dados sob a área de influência das árvores-berçário estudadas.

a) o primeiro quadrante a ser medido foi o formado pelos eixos Norte-Leste, o segundo Sul-Leste, o terceiro Sul-Oeste e o quarto quadrante Norte-Oeste, sempre no sentido horário;

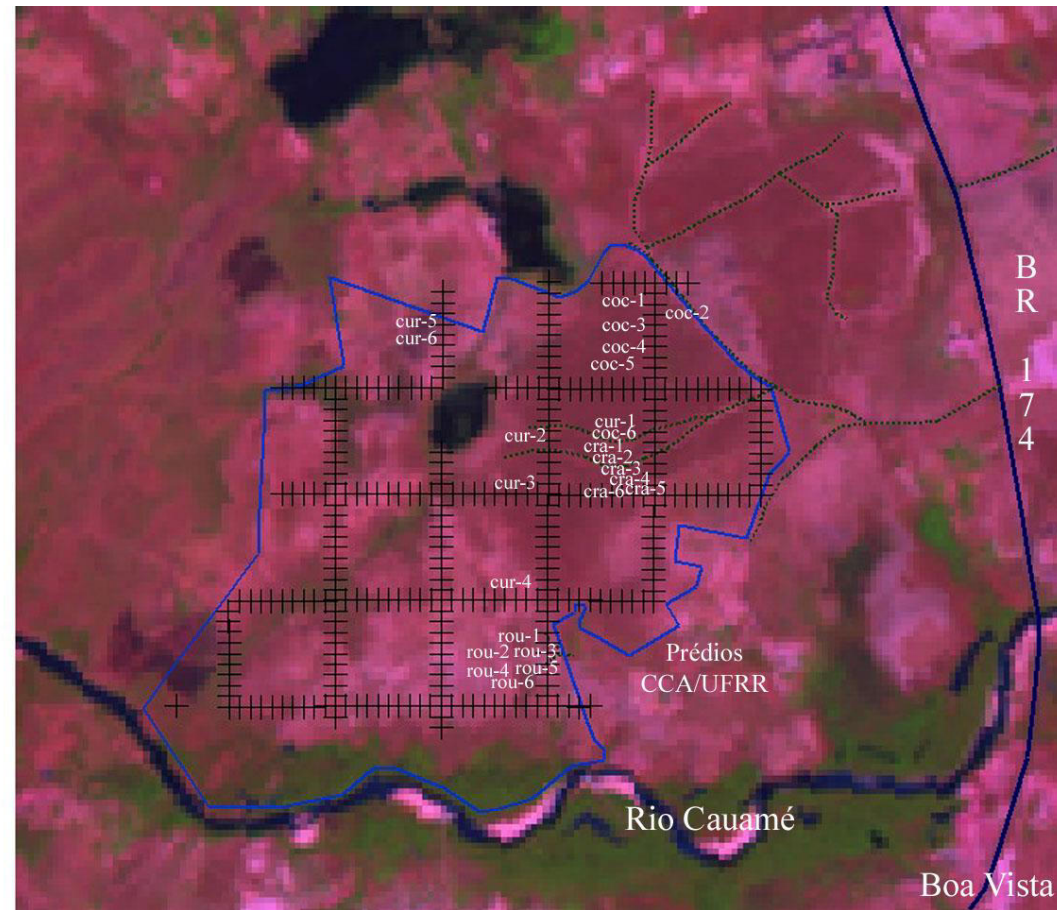
b) todos os indivíduos arbóreo-arbustivos presentes na área de influência da copa foram identificados e os seguintes dados registrados em planilha de campo:

- Pelo número de ordem: no primeiro quadrante, o primeiro indivíduo analisado foi o número um dos subseqüentes em ordem crescente de numeração;
- Nome científico (espécie) e família botânica;
- Diâmetro do caule (mm) medido entre o colo e o hipocótilo do caule ou ramo principal do indivíduo, com o auxílio de paquímetro digital Caliper com capacidade de medição de 0 a 150 mm;
- Altura total (m) da planta foi tomada rente ao solo até o ápice da copa ou da ramagem principal de cada indivíduo, com o auxílio de régua milimetrada;
- Diâmetro médio da copa (m), tomada com uma fita métrica comum ou com régua, dependendo do porte do indivíduo;
- Distâncias em relação aos eixos formados do respectivo quadrante: N-L; S-L; S-O e N-O (m). Tomada com uso de trena (20 m), formando um sistema gráfico de par ordenado (x, y);
- Estágio ontogenético do indivíduo, classificado em uma das três categorias previamente determinadas: Plântula (P), indivíduo de germinação recente, Rebrote (R) indivíduo que apresentar resquício (cicatrices) ou marcas de perdas mecânicas recentes da parte aérea devido às queimadas ou herbivoria (no caso de indivíduos com rebrota simpodial - muitos caules - *multi-stemmed*, apenas o caule principal será medido, e os demais contados) e Jovem (J), indivíduo que apresenta todas as características de planta adulta, mas ainda não entrou em fase reprodutiva;

Observações, outras informações de campo.

APÊNDICE C

Representação gráfica da área de estudo e localização das árvores nucleadoras (berçário) estudadas.



Coordenadas geográficas das árvores nucleadoras (berçário) estudadas.

Árvore	Norte	Oeste	Altitude
B. coccolobifolia 1	02° 52' 58.2"	60° 42' 49.3"	90m
B. coccolobifolia 2	02° 52' 56.2"	60° 42' 48.6"	84m
B. coccolobifolia 3	02° 52' 56.5"	60° 42' 49.0"	85m
B. coccolobifolia 4	02° 52' 52.4"	60° 42' 49.2"	88m
B. coccolobifolia 5	02° 52' 51.3"	60° 42' 49.3"	87m
B. coccolobifolia 6	02° 52' 33.8"	60° 42' 48.9"	88m
B. crassifolia 1	02° 52' 33.7"	60° 42' 48.9"	89m
B. crassifolia 2	02° 52' 32.9"	60° 42' 48.7"	86m
B. crassifolia 3	02° 52' 32.1"	60° 42' 48.5"	89m
B. crassifolia 4	02° 52' 31.9"	60° 42' 48.1"	90m
B. crassifolia 5	02° 52' 31.1"	60° 42' 48.6"	88m
B. crassifolia 6	02° 52' 31.1"	60° 42' 48.7"	89m
C. americana 1	02° 52' 34.6"	60° 42' 49.1"	84m
C. americana 2	02° 52' 37.8"	60° 43' 04.7"	87m
C. americana 3	02° 52' 28.4"	60° 43' 05.3"	89m
C. americana 4	02° 52' 13.2"	60° 43' 04.8"	87m
C. americana 5	02° 52' 57.2"	60° 43' 21.2"	88m
C. americana 6	02° 52' 56.5"	60° 43' 21.3"	89m
R. montana 1	02° 52' 03.1"	60° 43' 05.0"	84m
R. montana 2	02° 52' 02.7"	60° 43' 04.9"	83m
R. montana 3	02° 52' 01.6"	60° 43' 05.0"	81m
R. montana 4	02° 52' 01.3"	60° 43' 05.0"	80m
R. montana 5	02° 52' 00.9"	60° 43' 05.6"	80m
R. montana 6	02° 52' 00.7"	60° 43' 05.2"	81m