



**Universidade Federal de Uberlândia**  
**Instituto de Biologia**



**COLONIZAÇÃO DE AMBIENTES ABERTOS DO  
CERRADO POR ESPÉCIES ARBÓREAS FLORESTAIS: A  
AÇÃO FACILITADORA DE *Bowdichia virgilioides* Kunth.**

**Carolina de Silvério Arantes**

**2012**

Carolina de Silvério Arantes

**COLONIZAÇÃO DE AMBIENTES ABERTOS DO  
CERRADO POR ESPÉCIES ARBÓREAS FLORESTAIS: A  
AÇÃO FACILITADORA DE *Bowdichia virgilioides* Kunth.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Uberlândia, como parte das exigências para  
obtenção do título de Mestre em “Ecologia e  
Conservação de Recursos Naturais”.

Orientador  
Prof. Dr. Ivan Schiavini

UBERLÂNDIA  
Fevereiro – 2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

- A662c Arantes, Carolina de Silvério, 1987-  
2012 Colonização de ambientes abertos do cerrado por espécies arbóreas florestais : a ação facilitadora de *Bowdichia virgilioides* Kunth / Carolina de Silvério Arantes. -- 2012.  
63 p. : il.
- Orientador: Ivan Schiavini.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.  
Inclui bibliografia.
1. Ecologia - Teses. 2. Cerrados - Colonização - Teses. 3. Flora dos cerrados - Teses. I. Schiavini, Ivan. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. III. Título.

---

CDU: 574

À minha família,  
pai (Joaquim), mãe (Silésia), Mariana e Felipe,  
e aos colegas de trabalho e amigos do LEVe...  
... Dedico.

# AGRADECIMENTOS

## Agradeço...

À Deus por mais uma etapa em minha vida

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ivan Schiavini, que me acompanha desde a graduação, pelo apoio em todos os momentos do mestrado, com correções e sugestões para a dissertação e conselhos para os caminhos que escolhi seguir. Agradeço a confiança na minha capacidade, a solicitude em sanar minhas dúvidas e por me receber sempre prontamente.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro à esta pesquisa.

À FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais e à todos os professores, que se empenharam em conseguir auxílio financeiro e de transporte para tantos eventos e cursos, dos quais participei nesses dois anos.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais e aos membros do colegiado, pelo empenho em buscar melhorias para o programa. À Maria Angélica, pela ajuda nas questões burocráticas, sempre paciente e tentando descomplicar os processos.

Aos colegas de trabalho e amigos do LEVe: Maca Pedro Paulo, Olavo, Renatas, Jeffim, Kim, especialmente, Serginho, Ana, Shimitim e Jamir, que se fizeram sempre presentes nesses dois anos, me ajudando, ensinando desde os métodos de coleta até à como enfrentar as dificuldades da profissão. A convivência diária com vocês aqui no LEVe foi, sem dúvida, um dos maiores aprendizados que pude ter durante o mestrado. Agradeço a acolhida de vocês, a atenção que sempre me deram e o apoio nos momentos complicados. Claro que não podia deixar de agradecer aos muitos momentos de descontração, de churrasco na casa de um ou outro, ou mesmo na churrascaria, das saídas no meio da manhã em busca do melhor pão de queijo e um café sem muito açúcar, das boas risadas das piadas sem sentido, das atitudes estranhas e dos pequenos “surtos” inesperados. Esses momentos foram importantíssimos para aliviar as tensões diárias de nossos trabalhos no LEVe!

Aos ajudantes de campo e laboratório: Shimitim, Jamir, Renatas, Alface, Jefferson, Kim e Andressa. Agradeço a disponibilidade em me acompanhar nos campos e nas longas tardes de triagem de folhas.

À Regina e Vanessa, colegas de mestrado, que em muito pouco tempo se tornaram amigas. Por dividir comigo as dificuldades das disciplinas, das coletas, das análises e da escrita. Ter vocês por perto durante esses dois anos me trouxe conforto e coragem em muitos momentos.

Aos meus amados pais, Joaquim e Silésia, que estiveram ao meu lado durante todo o período de construção deste trabalho, sempre deixando de lado o tempo de suas próprias coisas para se preocuparem com o que estava acontecendo, sempre atentos em perguntar se podiam fazer algo para me ajudar. Por terem insistido nessa ajuda com longas e intermináveis leituras dos textos que escrevi, mesmo sem entender sobre nucleação, ecologia vegetal ou outros termos técnicos. Agradeço cada vírgula, cada acento corrigido, cada frase reformulada. Agradeço o apoio incondicional de vocês, nos momentos bons e ruins, nas pequenas e grandes decisões.

Aos meus irmãos, Mari e Felps, pelo carinho e amizade de sempre. À Mari, companheira de quarto e de caminhada, pelos valiosos conselhos acadêmicos, pela disponibilidade em ouvir minhas dúvidas, pelos puxões de orelha e paciência nesse, e em tantos outros momentos.

Ao Felps, pelos socorros nos momentos de problemas tecnológicos, pela TV e os filmes emprestados para me distrair nas horas vagas, pelas caronas nas idas e vindas da UFU e por estar sempre preocupado em como as coisas estavam caminhando.

Às minhas queridas amigas, Fernanda, Júlia e Renata, que me acompanham e me dão força, desde sempre. Companheiras nos momentos de choro e de sorrisos, de dúvidas e de conquistas, de desespero e de alegria. Por me emprestarem seus ombros e ouvidos nos momentos em que mais precisei, sempre dizendo um: “Calma! Vai dar certo!”.

À todos os meus amigos, da graduação, do mestrado, da vida e aos meus primos, tios e avós... que, mesmo sem perceber, me ajudaram durante o mestrado.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que participaram, de forma direta ou indireta, da minha formação nesses dois anos de mestrado.

**Obrigada!**

# ÍNDICE

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO GERAL.....</b>	<b>xi</b>
<b>GENERAL ABTRACT.....</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	
Área de estudo.....	1
Referências Bibliográficas.....	3
<b>CAPÍTULO 1 - Estrutura da comunidade arbórea florestal colonizadora sob a copa de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth.</b>	
Resumo.....	5
Abstract.....	6
1.1. Introdução.....	7
1.2. Material e Métodos.....	9
1.3. Resultados.....	12
1.3.1. Composição florística e estrutura dos núcleos.....	12
1.3.2. Estrutura de tamanho dos indivíduos colonizadores dos núcleos.....	20
1.3.3. Estrutura de colonização dos núcleos.....	22
1.4. Discussão.....	24
1.5. Considerações Finais.....	29
1.6. Referências Bibliográficas.....	30
<b>CAPÍTULO 2 - Características morfológicas foliares de espécies florestais colonizadoras de núcleos de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth.</b>	
Resumo.....	36
Abstract.....	37
2.1. Introdução.....	38
2.2. Material e Métodos.....	40
2.2.1. Seleção das espécies.....	40
2.2.2. Coleta de dados – área foliar específica e entrenó.....	40
2.2.3. Análise dos dados.....	40
2.3. Resultados.....	41
2.4. Discussão.....	44
2.5. Considerações finais.....	46
2.6. Referências Bibliográficas.....	47
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>51</b>

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

**TABELA 1.1.** Lista das espécies lenhosas florestais encontradas em seis núcleos de *Bowdichia virgilioides* em uma área de cerrado sentido restrito na Estação Ecológica do Panga, organizadas por família. N°: número; Tol: espécies tolerantes à sombra; Dem: espécies demandantes de luz direta; EST: estrato vertical em ambientes florestais; Sub: sub-bosque; Dos: dossel; DM: densidade de madeira ( $\text{g/cm}^3$ ). \* valores referentes ao gênero..... 13

**TABELA 1.1.** Dados gerais de tamanho e composição dos seis núcleos de *Bowdichia virgilioides* no cerrado sentido restrito na Estação Ecológica do Panga. CAP: Circunferência à altura do peito; NI: Número de Indivíduos; NSP: Número de espécies..... 14

**TABELA 1.2.** Dados gerais da comunidade de espécies arbóreas florestais colonizadoras abaixo da copa de cada núcleo de *Bowdichia virgilioides* em área de cerrado sentido restrito na Estação Ecológica do Panga. IVC=índice de valor de cobertura..... 16

### CAPÍTULO 2

**TABELA 2.1.** Médias de área foliar específica e entrenó para cada espécie no núcleo e no ambiente florestal da Estação Ecológica do Panga. AFE=média de área foliar específica ( $\text{mm}^2/\text{mg}$ ) por espécie; N=núcleo; F=floresta; t=valor do teste t de Student; EN=média do valor de entrenó. \* indica diferença significativa nas médias dos valores para núcleo e floresta ( $p<0,05$ )..... 41



## LISTA DE FIGURAS

### GERAL

- FIGURA 1.** Área de estudo localizada na Estação Ecológica do Panga. Os dados serão coletados na área correspondente no mapa ao ambiente de campo cerrado e campo sujo posicionado entre o cerrado e o cerradão (*Adaptado de Schiavini 1992*)..... 2

### CAPÍTULO 1

- FIGURA 2.1.** Esquema metodológico estabelecido em cada núcleo de *Bowdichia virgilioides* no cerrado sentido restrito da Estação Ecológica do Panga. D1 = Maior distância entre duas extremidades da copa. D2 = distância perpendicular à D1..... 9
- FIGURA 1.3.** Similaridade florística entre os núcleos de *Bowdichia virgilioides* no cerrado sentido restrito da E.E.P., de acordo com o índice Morisita-Horn. N1=núcleo1; N2=núcleo 2; N3=núcleo 3; N4=núcleo 4; N5=núcleo 5; N6=núcleo 6..... 15
- FIGURA 1.3.** Correlação entre área da copa (m<sup>2</sup>) por quadrante e os números de indivíduos (A) e espécies (B). As correlações foram significativas tanto para o número de indivíduos ( $r=0,68$ ;  $n=24$ ;  $p<0,05$ ) quanto para o número de espécie ( $r=0,65$ ;  $n=24$ ;  $p<0,05$ )..... 19
- FIGURA 1.4.** Relação negativa entre densidade (número de indivíduos/m<sup>2</sup>) e distância do núcleo à borda do fragmento florestal (m). A regressão foi significativa ( $R^2=0,65$ ;  $n=6$ ;  $p=0,05$ ), seguindo a equação  $Densidade = -0,0222Distância + 5,7136$ ..... 20
- FIGURA 1.5.** Grupos ecológicos de espécies nos núcleos de *B. virgilioides* no cerrado sentido restrito da E.E.P., de acordo com o tamanho dos indivíduos (altura e diâmetro).  $\Delta$  G1=espécies com indivíduos com altura  $\geq 1m$  e diâmetro na base do tronco  $\geq 5cm$  (*Cardiopetalum calophyllum*, *Ficus guaranitica*, *Myrcia splendens*, *Ocotea corymbosa*, *Ocotea minarum*, *Styrax camporum*, *Symplocos nitens*, *Symplocos pubescens*, *Tapirira guianensis*, *Virola sebifera* e *Xylopia aromatica*);  $\diamond$  G2= espécies com indivíduos com altura  $\geq 1m$  e diâmetro na base do tronco  $< 5cm$  (*Guettarda viburnoides*, *Matayba guianensis*, *Myrcia tomentosa*, *Myrsine coriacea*, *Myrsine umbellata* e *Rudgea viburnoides*);  $\bigcirc$  G3= espécies com indivíduos com altura  $< 1m$  (*Allophylus racemosus*, *Casearia sylvestris*, *Copaifera langsdorffii*, *Cordia sessilis*, *Coussarea hydrangeaefolia*, *Eugenia florida* e *Pouteria gardneri*)..... 22

**FIGURA 1.6.** Proporção de indivíduos de cada grupo ecológico presentes em cada núcleo de *B. virgilioides* no cerrado sentido restrito da E.E.P. G1 ■ (*Cardiopetalum calophyllum*, *Ficus guaranitica*, *Myrcia splendens*, *Ocotea corymbosa*, *Ocotea minarum*, *Styrax camporum*, *Symplocos nitens*, *Symplocos pubescens*, *Tapirira guianensis*, *Virola sebifera* e *Xylopia aromatica*), G2 ■ (*Guettarda viburnoides*, *Matayba guianensis*, *Myrcia tomentosa*, *Myrsine coriacea*, *Myrsine umbellata* e *Rudgea viburnoides*) e G3 ■ (*Allophylus racemosus*, *Casearia sylvestris*, *Copaifera langsdorffii*, *Cordia sessilis*, *Coussarea hydrangaeifolia*, *Eugenia florida* e *Pouteria gardneri*). N1=núcleo 1; N2=núcleo 2; N3=núcleo 3; N4=núcleo 4; N5=núcleo 5; N6=núcleo 6..... 23

## CAPÍTULO 2

**FIGURA 2.4.** Médias dos valores de área foliar específica das espécies no núcleo e na floresta na Estação Ecológica do Panga. A=*Tapirira guianensis*; B=*Styrax camporum*; C=*Ocotea corymbosa*; D=*Ocotea minarum*; E=*Rudgea viburnoides*; F=*Myrcia splendens*; G=*Symplocos pubescens*; e H=*Cardiopetalum calophyllum*..... 42

**FIGURA 2.5.** Médias dos valores de entrenó das espécies no núcleo e na floresta na Estação Ecológica do Panga. A=*Tapirira guianensis* (4°-5° nó); B=*Styrax camporum* (2°-3° nó); C=*Ocotea corymbosa* (2°-3° nó); D=*Ocotea minarum* (4°-5° nó); E=*Rudgea viburnoides* (1°-2° nó); F=*Myrcia splendens* (2°-3° nó); G=*Symplocos pubescens* (2°-3° nó); e H=*Cardiopetalum calophyllum* (2°-3° nó)..... 43

**FIGURA 2.3.** Tendência da relação negativa entre média do índice de valor de cobertura (%) das espécies colonizadoras no núcleo e a média de área foliar específica ( $\text{mm}^2/\text{mg}$ ) destas espécies no ambiente florestal. IVC: média do índice de valor de cobertura das espécies colonizadoras do núcleo em porcentagem..... 44

## RESUMO GERAL

Arantes, Carolina S. 2012. Colonização de ambientes abertos do cerrado por espécies arbóreas florestais: a ação facilitadora de *Bowdichia virgilioides* Kunth. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 51 p.

Esta dissertação trata do estudo de uma comunidade de espécies arbóreas florestais colonizadoras de núcleos de *Bowdichia virgilioides* em uma área de cerrado sentido restrito da Estação Ecológica do Panga. O estudo foi contextualizado, na introdução geral, destacando os principais conceitos teóricos abordados e a situação da Estação Ecológica do Panga, que tornou este local propício para tal estudo. Em seguida foram apresentadas as descrições gerais de localização e características ambientais e vegetacionais do local de estudo, na seção de material e métodos geral. Após esta descrição, a dissertação foi dividida em dois capítulos. O primeiro capítulo buscou caracterizar a comunidade arbórea florestal colonizadora abaixo da copa de *B. virgilioides* em área de cerrado sentido restrito, por meio da composição florística, da estrutura dos núcleos (número de espécies e indivíduos e as características de tamanho de cada núcleo), do agrupamento das espécies colonizadoras em grupos de diferentes estágios de colonização e a classificação dos núcleos quanto ao estágio de colonização pela proporção de indivíduos dos grupos. No segundo capítulo o objetivo foi descrever as características morfológicas foliares das principais espécies colonizadoras do núcleo, testando diferenças entre as médias de área foliar específica e entrenó entre indivíduos de mesma espécie nos núcleos e no ambiente florestal. Além disso, buscou-se uma relação entre o índice de valor de cobertura nos núcleos e a área foliar específica na floresta, das principais espécies colonizadoras. Os resultados mostraram que as espécies que mais importantes para a colonização nos núcleos foram: *Tapirira guianensis*, *Symplocos pubescens*, *Styrax camporum*, *Ocotea corymbosa*, *Cardiopetalum calophyllum*, *Ocotea minarum*, *Rudgea viburnoides* e *Myrcia splendens*. A colonização é influenciada pela presença de indivíduos adultos e seus agentes dispersores na formação florestal adjacente, pela distância dos núcleos à borda desta formação, pela área de influência do indivíduo nucleador e pelas características ecológicas de colonização de cada espécie. As espécies colonizadoras apresentaram, ainda, capacidade de aclimação ao ambiente mais iluminado do núcleo, detectada pelas diferenças entre as médias de área foliar específica de indivíduos nos núcleos e na formação florestal.

Palavras-chave: nucleação, filtros ambientais, plasticidade fenotípica.

## ABSTRACT

Arantes, Carolina S. 2012. Colonization of cerrado open habitats by forest tree species: the *Bowdichia virgilioides* Kunth facilitator action. MSc. thesis. UFU. Uberlândia-MG. 51 p.

This thesis deals about the study of a colonizing forest tree species community in *Bowdichia virgilioides* nuclei in a *cerrado sentido restrito* area (savannic formation) at *Estação Ecológica do Panga* (Panga Ecological Station). The study was contextualized, in general introduction, outlining the main theoretical concepts discussed and *Estação Ecológica do Panga* situation, which made this place suitable for such study. Then we presented general descriptions, location, and environmental and vegetation characteristics of study site, in material and general methods section. After this description, thesis was divided into two chapters. First chapter aimed to characterize colonizing tree forest community below *B. virgilioides* crown in *cerrado sentido restrito*. For this aim we used floristic composition, nuclei structure (number of species and individuals and size characteristics of each nucleus), colonizing species grouping of different colonization stages, and nuclei classification in colonization stage by proportion of individuals of each group in the nucleus. In the second chapter the aim was to describe morphological leaves characteristics of the main species colonizing the nuclei, testing differences between mean specific leaf area and internodes between individuals of the same species in nuclei and in forest environment. In addition, we sought a relationship between main colonizing species nuclei coverage value index and specific leaf area in forest. The results showed that species that highlighted in nuclei colonization were: *Tapirira guianensis*, *Symplocos pubescens*, *Styrax camporum*, *Ocotea corymbosa*, *Cardiopetalum calophyllum*, *Ocotea minarum*, *Rudgea viburnoides*, and *Myrcia splendens*. Colonization is influenced by the presence of adults and their dispersal agents in adjacent forest formation, nuclei distance from this formation edge, nucleator individual area of influence, and ecological colonization characteristics of each species. Species highlighted in colonization also showed to have acclimation capacity to survive in an enlightened environment. This capacity was detected by differences between mean specific leaf area and internode distance of individuals in nuclei and in forest formation.

Key words: nucleation; environmental filters, phenotypic plasticity.

## INTRODUÇÃO GERAL

A nucleação é um importante processo influenciador da colonização por espécies em áreas degradadas. O termo nucleação refere-se ao mecanismo no qual uma espécie é capaz de promover mudanças no ambiente sob a copa, que aumentam a probabilidade de colonização por novas espécies na área do núcleo (Yarranton & Morrison 1974). Para que o processo de colonização ocorra, algumas barreiras devem ser transpostas, principalmente aquelas relacionadas às limitações ambientais e à dispersão de sementes (Belyea & Lancaster 1999). Este processo de colonização pode ser acelerado por meio da redução de filtros ambientais, como o efeito da presença de árvores isoladas na paisagem (Guevara et al. 1986, Reis et al. 2003, Manning et al. 2006).

A presença de indivíduos arbóreos de *Bowdichia virgilioides* Kunth., com ampla copa, isolados na área de cerrado sentido restrito da Estação Ecológica do Panga e a constante proteção desta área contra os eventos de fogo, tornam este ambiente propício para a colonização por espécies características de ambientes florestais, especialmente de cerradão (Ribeiro & Walter 2008, Manning et al. 2006). Entretanto, mesmo com as alterações promovidas pelos indivíduos nucleadores, o ambiente abaixo da copa ainda possui diferenças, especialmente quanto à luminosidade, quando comparado ao ambiente florestal (Schlichting 1989, Gianoli 2004). Assim, as espécies colonizadoras dos núcleos de *Bowdichia virgilioides* devem ainda apresentar características plásticas que permitam a sobrevivência e estabelecimento dos indivíduos em um ambiente mais iluminado.

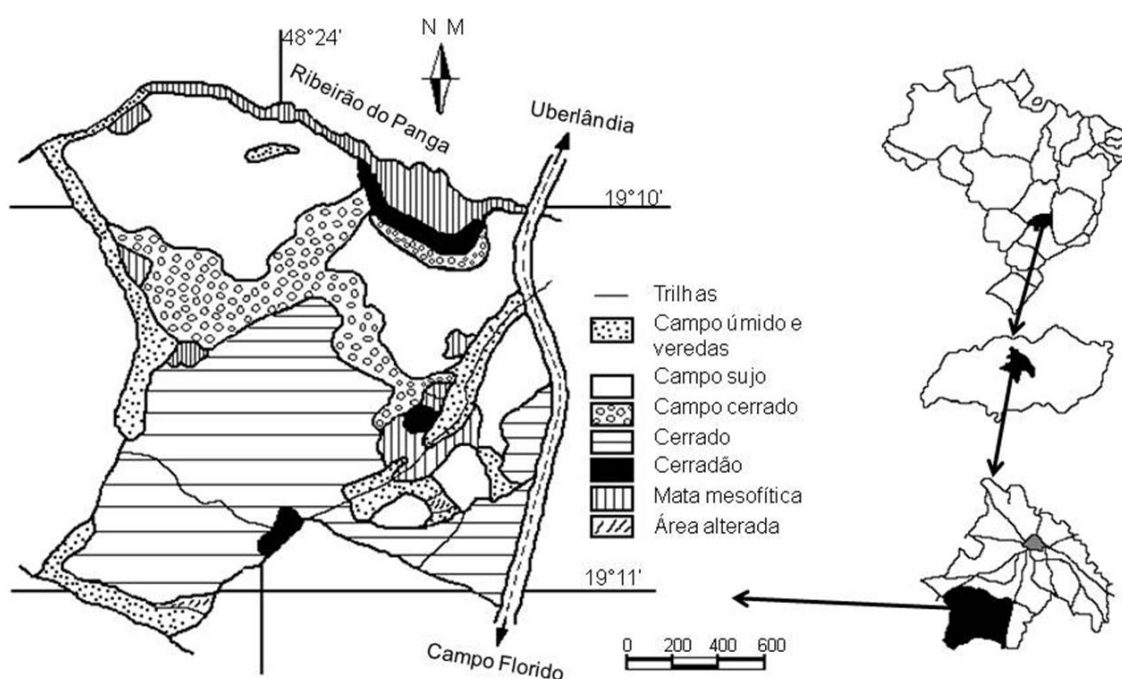
Considerando o processo de colonização por espécies florestais em núcleos de *Bowdichia virgilioides* e as características dessas espécies colonizadoras, este estudo foi dividido em dois capítulos. O primeiro visa a caracterização estrutural da comunidade abaixo da copa de indivíduos de *Bowdichia virgilioides* e as diferenças e semelhanças entre os seis núcleos estudados. O segundo capítulo trata da caracterização das principais espécies florestais colonizadoras nos núcleos quanto à plasticidade fenotípica foliar que exibem para sobrevivência nos núcleos.

## MATERIAL E MÉTODOS GERAL

### Área de estudo

O estudo foi realizado na Estação Ecológica do Panga (E.E.P.), localizada ao sul da sede do município de Uberlândia, a 30 km do centro da cidade (Figura 1). A área da E.E.P., de propriedade da Universidade Federal de Uberlândia desde 1985, até 1984 fez parte da

Fazenda Santa Luzia, com atividades agrícolas e pecuaristas de uso extensivo, embora a unidade de conservação não apresente muitos trechos com evidências de uso intensivo (Araújo et al. 2002, Cardoso & Schiavini 2002, Lopes & Schiavini 2007). A E.E.P. compreende um total de 409 ha, com representantes de diferentes fitofisionomias comuns do bioma Cerrado, como ambientes campestres, representados por campo sujo e campo limpo úmido, savânicos, representados por cerrado sentido restrito e veredas, e florestais, representados por cerradões, matas secas e matas de galeria, de acordo com a classificação de Ribeiro e Walter (1998).



**FIGURA 6.** Área de estudo localizada na Estação Ecológica do Panga. Os dados serão coletados na área correspondente no mapa ao ambiente de campo cerrado e campo sujo posicionado entre o cerrado e o cerradão (Adaptado de Schiavini 1992).

A E.E.P. localiza-se entre as coordenadas 19°09'20''-19°11'10'' S e 48°23'20'' – 48°24'35'' W, a 740-840 m de altitude (Araújo et al. 2002). O clima da região é caracterizado como Aw megatérmico (Köppen 1948), com duas estações bem marcadas: inverno frio e seco e verão quente e chuvoso (Rosa et al. 1991). Os solos da região são classificados como predominantemente Latossolo vermelho-amarelo, textura arenosa e média, distróficos, com baixo teor de matéria orgânica, baixo teor de bases trocáveis e mediantemente ácidos. Estes solos são associados às áreas geológicas do Grupo Bauru, da formação Adamantina, que

predominam no Triângulo Mineiro e no município de Uberlândia, MG (Lima & Bernardino 1992).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, G. M.; Barbosa, A. A. A.; Arantes, A. A. & Amaral, A. F. 2002. Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG. **Revista Brasileira de Botânica** **25** (4): 475-493.
- Belyea, L. R. & Lancaster, J. 1999. Assembly rules within a contingent ecology. **Oikos** **86** (3): 402-416.
- Cardoso, E. & Schiavini, I. 2002. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). **Revista Brasileira de Botânica** **25** (3): 277-289.
- Gianoli, E. 2004 Plasticity of traits and correlations in two populations of *Convolvulus arvensis* (Convolvulaceae) differing in environmental heterogeneity. **International Journal of Plant Science** **165**: 825-832.
- Guevara, S.; Purata, S. E. & Van der Maarel, E. 1986. The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. **Vegetatio** **66**: 77-84.
- Köppen, W. 1948. **Climatologia: com um estudo de los climas de la terra**. México, Fondo de Cultura Econômica.
- Lima, S. C. & Bernadino, A. F. 1992. Mapeamento dos solos da Bacia do Ribeirão Panga. **Sociedade & Natureza** **4** (7/8): 85-98.
- Lopes, S. F & Schiavini, I. 2007. Dinâmica da comunidade arbórea de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **21** (2): 249-261.
- Manning, A.; Fischer, J. & Lindenmayer, D. B. 2006. Scattered trees are keystone structures – Implications for conservation. **Biological Conservation** **132**: 311-321.
- Reis, A.; Bechara, F. C.; Espíndola, M. B.; Vieira, N. K. & Souza, L. L. 2003. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação** **1**: 28-36.
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. Pp. 151-212. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. & Ribeiro, J. F. (Eds.). **Cerrado Ecologia e Flora**. Brasília, Embrapa.
- Rosa, R.; Lima, S. C. & Assunção, W. L. 1991. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG). **Sociedade e Natureza** **3** (5/6): 91-108, 1991.
- Schiavini, I. 1992. **Estrutura das comunidades arbóreas de mata de galeria da estação ecológica do Panga, Uberlândia, MG**. 139 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.
- Schlichting, C.D. 1989. Phenotypic integration and environmental change. **BioScience** **39**: 460-464.
- Yarranton, G. A. & Morrison, R. G. 1974. Spatial Dynamics of a Primary Succession: Nucleation. **Journal of Ecology** **62**: 417-428.

## **CAPÍTULO 1**

**Estrutura da comunidade arbórea florestal colonizadora sob a copa de *Bowdichia virgilioides* Kunth.**



## RESUMO

Arantes, Carolina S. 2012. Estrutura da comunidade arbórea florestal colonizadora sob a copa de *Bowdichia virgilioides* Kunth. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 5 – 34 p.

A nucleação é um importante processo influenciador da colonização de espécies em áreas degradadas. O recrutamento de novos indivíduos pode ser acelerado pela redução de filtros ambientais, como efeito da presença de árvores isoladas na paisagem. No cerrado sentido restrito, *Bowdichia virgilioides* Kunth. Pode ocorrer isolada na paisagem, como potencial espécie nucleadora. O estudo visou caracterizar a comunidade arbórea florestal colonizadora abaixo da copa de seis indivíduos de *B. virgilioides* em área de cerrado sentido restrito. Na área da copa de cada núcleo, todos os indivíduos de espécies arbóreas florestais foram identificados, quantificados e tiveram altura e diâmetro na base do tronco medidos. A diversidade florística dos núcleos foi comparada (teste de Hutcheson) e a similaridade analisada por UPGMA (Morisita-Horn). O número de indivíduos e espécie em relação à área da copa foram testados por correlação de Spearman. A distância do núcleo à borda da formação florestal e a densidade foram relacionadas por regressão linear. Três grupos ecológicos de espécies foram formados considerando a estrutura de tamanho e características ecológicas de colonização. Foram encontrados 517 indivíduos de 24 espécies, distribuídas em 14 famílias. Onze espécies ocorreram em pelo menos quatro dos seis núcleos, sendo aquelas que possuem mais sucesso na colonização dos núcleos. Treze espécies ocorreram em três núcleos ou menos e devem encontrar mais barreiras para colonizar os núcleos. A diversidade e similaridade foram relacionadas às características estruturais dos núcleos. *Tapirira guianensis*, *Symplocos pubescens*, *Styrax camporum*, *Ocotea corymbosa*, *Cardiopetalum calophyllum*, *Ocotea minarum*, *Rudgea viburnoides* e *Myrcia splendens* foram mais representativas na colonização dos núcleos. Houve correlações entre área da copa e número de indivíduos e espécie, e relação negativa entre distância do núcleo à borda da formação florestal e densidade. Os núcleos apresentaram diferentes estágios de colonização, de acordo com a proporção de indivíduos de G1, G2 e G3, grupos ecológicos estabelecidos pelo tamanho dos indivíduos e pelas características ecológicas das espécies. A colonização nos núcleos deve estar associada à capacidade de aclimação das espécies para sobreviver em um ambiente mais iluminado que o ambiente florestal.

Palavras-chave: nucleação, colonização, árvores isoladas, grupos ecológicos

## ABSTRACT

Arantes, Carolina S. 2012. Structure of a colonizing forest tree community under *Bowdichia virgilioides* Kunth. crown. MSc. thesis. UFU. Uberlândia-MG. 5 – 34 p.

Nucleation is an important process influencing species colonization in degraded areas. New individuals recruitment can be accelerated by reducing environmental filters as an effect of the presence of scattered trees in the landscape. In *cerrado sentido restrito* (a savannic formation of Cerrado), *Bowdichia virgilioides* Kunth. usually occurs scattered in landscape as a potential nucleating species. The study aimed to characterize the colonizing forest tree community under *B. virgilioides* crown in a *cerrado sentido restrito* area. In the crown area of each nucleus, we identified, quantified and measured height and diameter at trunk base for all individual of forest trees species. We compared nuclei floristic diversity (Hutcheson's test) and analyzed it by UPGMA similarity (Morisita-Horn). We tested the relation between number of individuals and species and crown area by Spearman correlation and nuclei distance from forest formation edge and density by linear regression. Three ecological groups of species were formed considering size structure (individuals) and ecological colonization characteristics. We found 517 individuals of 24 species, distributed in 14 families. Eleven species occurred in at least four of the six nuclei, and those are the species with more success in nuclei colonization. Thirteen species occurred in three or less nuclei and must find more barriers to nuclei colonization. Diversity and similarity were related to the nuclei structural characteristics. *Tapirira guianensis*, *Symplocos pubescens*, *Styrax camporum*, *Ocotea corymbosa*, *Cardiopetalum calophyllum*, *Ocotea minarum*, *Rudgea viburnoides*, and *Myrcia splendens* stood out in nuclei colonization. There were correlations between crown area and number of individuals and species, and negative relationship between nuclei distance from forest edge and density. Nuclei showed different stages of colonization, according to proportion of individuals of G1, G2, and G3. Nuclei colonization must be associated with species acclimation ability to survive in a more enlightened environment, comparing to forest.

**Key words:** nucleation, colonization, scattered trees, ecological groups.

## 1.1. INTRODUÇÃO

A nucleação é um importante processo influenciador da colonização por espécies vegetais. A colonização envolve o recrutamento de novos indivíduos em um determinado local e pode ocorrer por meio da dispersão de propágulos de áreas adjacentes, germinação de indivíduos presentes no banco de sementes e regeneração (rebrotamento de brotos e raízes provenientes de indivíduos danificados) (McClanahan 1986, Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1993, Holl 1999). O processo de colonização pode ser acelerado por meio da redução de filtros ambientais, como efeito da presença de árvores isoladas na paisagem (Guevara et al. 1986, Reis et al. 2003, Manning et al. 2006). O termo nucleação refere-se ao mecanismo no qual uma espécie é capaz de promover mudanças no ambiente ao entorno, que aumentam a probabilidade de colonização de novas espécies na área do núcleo (Yarranton & Morrison 1974).

Em escala local, uma árvore isolada modifica seu entorno pela redução da temperatura e aumentando a umidade abaixo da copa, ambos como consequência da redução da incidência direta de luz no solo e pela interceptação da água da chuva (Callaway 1995, Reis et al. 2003, Manning et al. 2006). O solo abaixo da copa de uma árvore é enriquecido nutricionalmente pelo acúmulo de serrapilheira, fezes animais e por agentes presentes nas raízes, como os fungos micorrízicos (Dean et al. 1999, Reis et al. 2003, Eldridge & Freudenberger 2005).

Em uma escala maior, as árvores isoladas aumentam a cobertura vegetal e promovem conectividade entre fragmentos, servindo como ponto de pouso e busca por alimento para aves e morcegos (Medellin & Gaona 1999, Galindo-González et al. 2000, Reis et al. 2003, Manning et al. 2006). Durante essas atividades os animais dispersam sementes abaixo da copa da árvore por meio das fezes ou por queda de sementes armazenadas em partes do corpo, como pêlos, penas e bicos (Galindo-González et al. 2000). Assim, árvores isoladas são consideradas nucleadoras, pois facilitam o recrutamento de novas espécies, acelerando o processo sucessional (Yarranton & Morrison 1974, Franks 2003, Schlawn & Zahawi 2008).

O cerrado sentido restrito, formação savânica presente no Cerrado, é caracterizado por apresentar árvores de menor porte (5-8 m), comparadas às formações florestais deste bioma, e não formam um dossel fechado, devido ao espaçamento dos indivíduos na paisagem (Ribeiro & Walter 2008). Dentre as espécies características desta formação está *Bowdichia virgilioides* Kunth., uma espécie arbórea pertencente à família Fabaceae, subfamília Faboideae, típica de savana tropical, distribuída no Brasil nas áreas do planalto central e nos estados da Bahia,

Pará, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo (Rojas & Ribon 1997, Kanegae et al. 2000, Smiderle & Sousa 2003). Nas áreas de cerrado sentido restrito, *B. virgilioides* é uma das espécies dominante, que pode ocorrer normalmente isolada na paisagem com possibilidade de atuar como espécie nucleadora (Ribeiro & Walter 2008). Além disso, Sánchez e colaboradores (1997) mostraram em um estudo analisando o solo em ambientes savânicos, que a presença de árvores isoladas, dentre elas *B. virgilioides*, promove um enriquecimento do solo em nitrogênio. O enriquecimento do solo em nitrogênio pode favorecer o estabelecimento de espécies de ambientes florestais não adaptadas aos solos savânicos (Sánchez et al. 1997), sobretudo em áreas onde há controle de eventos periódicos de fogo. Desta forma, o isolamento de *B. virgilioides* na paisagem e as alterações na composição do solo e no microclima, comumente promovidas por árvores isoladas na paisagem, caracterizam esta espécie como potencial nucleadora.

Considerando a influência da nucleação no processo de colonização e as características nucleadoras de *Bowdichia virgilioides*, o objetivo deste estudo foi caracterizar a comunidade arbórea florestal colonizadora abaixo da copa de indivíduos de *B. virgilioides* em área de cerrado sentido restrito. Os objetivos específicos foram:

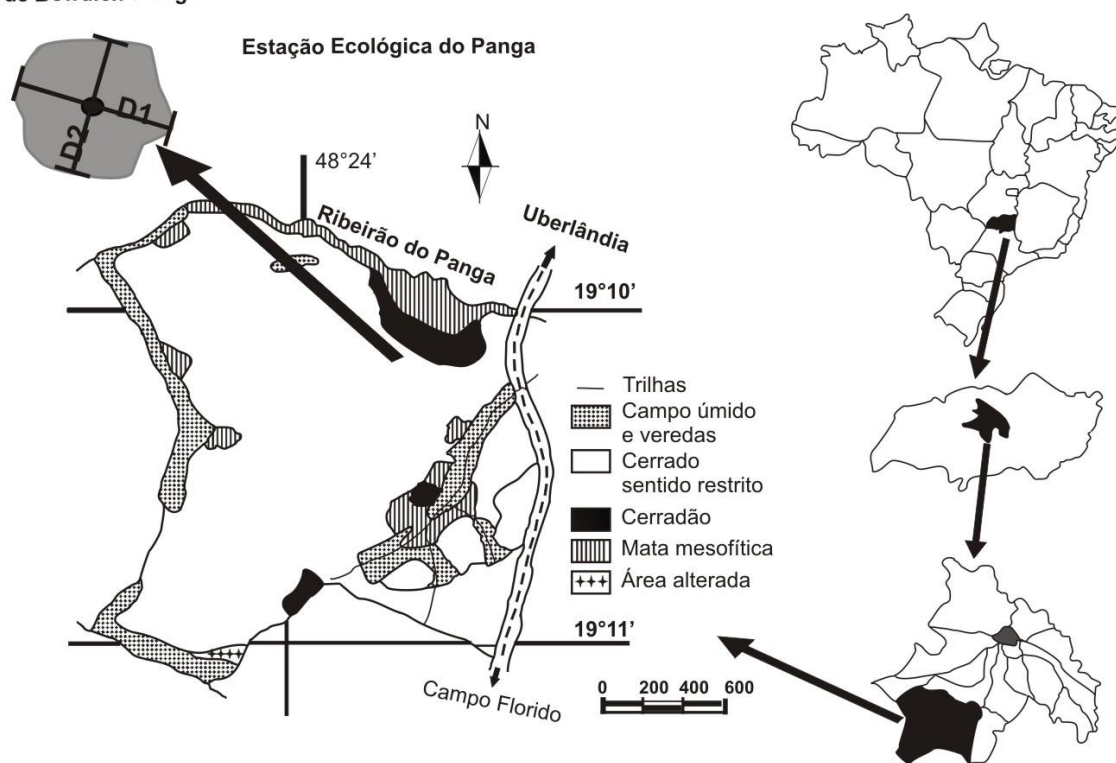
- 1) Descrever a composição de espécies arbóreas florestais colonizadoras e a estrutura dos núcleos de *B. virgilioides*.
- 2) Formar grupos ecológicos de colonização a partir da estrutura de tamanho dos indivíduos colonizadores e das características ecológicas de cada espécie.
- 3) Descrever a estrutura de colonização dos núcleos.

## 1.2. MATERIAL E MÉTODOS

A predefinição dos núcleos foi realizada através da análise de imagem fotográfica da área de estudo obtida em 1979, na qual foram localizadas árvores isoladas na paisagem. Em campo estas árvores foram localizadas e seis indivíduos de *Bowdichia virgilioides* Kunth. foram selecionados e estabelecidos como núcleos.

Os dados foram coletados nos meses de agosto de 2010 a fevereiro de 2011 nos seis núcleos estabelecidos. Em cada núcleo foram traçados dois transectos, que correspondem à maior extensão da copa (D1) e a distância perpendicular a esta primeira (D2) (Figura 1.1). Na área abaixo da copa, todos os indivíduos de espécies arbóreas florestais foram identificados, quantificados e tiveram altura e diâmetro na base do tronco medidos. Nos indivíduos nucleadores foram medidas altura e circunferência a altura do peito (CAP). A menor distância do núcleo à borda da formação florestal mais próxima foi medida a partir das coordenadas de cada núcleo, utilizando-se o programa Google earth 6.1 (Google 2010).

Núcleo de *Bowdichia virgilioides*



**FIGURA 1.1.** Esquema metodológico estabelecido em cada núcleo de *Bowdichia virgilioides* no cerrado sentido restrito da Estação Ecológica do Panga. D1 = Maior distância entre duas extremidades da copa. D2 = distância perpendicular à D1.

A área da copa foi calculada pela fórmula  $A_c = 0.25 \times \pi \times D1 \times D2$ , onde D1 é a maior distância entre duas extremidades da copa e D2 a distância perpendicular à D1 (Poorter et al. 2006). As distâncias de cada extremidade ao fuste também foram medidas para o cálculo da área da copa por quadrante dado por:  $AQ = \frac{0,25 \times \pi \times (R_1 + R_1) \times (R_2 + R_2)}{4}$ , onde AQ é a área do quadrante,  $R_1$  é distância da extremidade de copa ao fuste e  $R_2$  a distância da extremidade da copa ao fuste perpendicular à  $R_1$ .

Os dados de densidade relativa, dominância relativa, índice de valor de cobertura (IVC) e índice de Shannon (Shannon 1948) foram calculados para cada núcleo pelo software Fitopac 1.6 (Shepherd 2006). A diversidade florística foi comparada entre os núcleos pelo teste de Hutcheson (Hutcheson 1970). Para a análise de similaridade florística entre os núcleos foi calculado o índice de Morisita-Horn (Magurran 1988), com posterior análise de agrupamento das espécies pelo método de médias não ponderadas (UPGMA) utilizando-se o software Fitopac 1.6 (Shepherd 2006).

A relação entre número de indivíduos e espécie e a área da copa foi calculada por meio de correlação de Pearson. Para esta relação foi utilizada a área da copa por quadrante. A relação entre distância do núcleo à borda da formação florestal mais próxima e a densidade foi testada por regressão linear entre estes parâmetros. Estas análises foram feitas com a utilização do software Systat 10.3 (Wilkinson 2002).

Os indivíduos foram classificados em três categorias de acordo com altura e diâmetro na base do tronco: **plântulas**, aqueles com altura < 1,0m; **jovens**, aqueles com altura  $\geq 1,0$ m e diâmetro à base do tronco < 5cm; e **árvores**, aqueles com altura  $\geq 1,0$ m e diâmetro à base do tronco  $\geq 5$ cm (Drake & Muller-Dombois 1993). As espécies com indivíduos de maior porte (altura  $\geq 1,0$ m e diâmetro à base do tronco  $\geq 5$  cm) foram agrupadas no primeiro grupo (G1). No terceiro grupo (G3) foram agrupadas as espécies com os indivíduos de menor porte (altura < 1,0m). No segundo grupo (G2) os indivíduos com tamanhos intermediários (altura  $\geq 1,0$ m e diâmetro à base do tronco < 5cm).

Para cada espécie colonizadora dos núcleos, as características de tolerância a diferentes níveis de luminosidade, posição no estrato de ambientes florestais e densidade de madeira foram pesquisadas em literatura. Para a característica de tolerância a diferentes níveis de luminosidade foram criadas duas categorias, **tolerantes à sombra** e **demandantes de luz direta** (Swaine & Whitmore 1988). Na primeira categoria foram incluídas espécies classificadas como secundárias e não pioneiras e na segunda foram incluídas espécies classificadas como pioneiras. Quanto à posição no estrato vertical de ambientes florestais, as

espécies foram classificadas em dois níveis, **dossel** e **sub-bosque**, onde foram incluídas as espécies classificadas como intermediárias e de subdossel. As proporções de indivíduos e espécies com estas características em cada grupo foram calculadas para estabelecer diferenças nas características ecológicas dos grupos, além da diferença estrutural. A estrutura de colonização nos núcleos foi estabelecida mediante a distribuição das proporções de indivíduos de cada grupo (G1, G2 e G3) em cada núcleo estudado.

As espécies com maior sucesso na colonização dos núcleos foram comparadas com as espécies encontradas nos estudos nas formações florestais da Estação Ecológica do Panga (E.E.P.): cerradão mesotrófico e distrófico (Moreno 2005), floresta estacional semidecidual (Lopes et al. 2008) e mata de galeria (Vale et al. 2008), a fim de verificar se a colonização de espécies de formações florestais nos núcleos está associada à maior disponibilidade de indivíduos arbóreos dessas espécies nas formações florestais da E.E.P.

As características de dispersão das espécies registradas nos núcleos e das espécies com altos valores de cobertura nas formações florestais da E.E.P., assim como a presença de agentes dispersores na área, foram pesquisadas na literatura.

### 1.3. RESULTADOS

#### 1.3.1. Composição florística e estrutura dos núcleos

Nos seis núcleos analisados foi encontrado um total de 517 indivíduos de 24 espécies, distribuídas em 14 famílias (Tabela 1.1). Destas espécies, 11 ocorreram em pelo menos quatro dos seis núcleos, sendo que *Tapirira guianensis*, *Cardiopetalum calophyllum*, *Copaifera langsdorffii*, *Ocotea minarum* e *Myrcia splendens* apresentaram mais de cinco indivíduos em pelo menos quatro núcleos (Tabela 1.1). Este resultado indica que estas espécies apresentam maior sucesso em colonizar os núcleos de *Bowdichia virgilioides* na E.E.P. As demais espécies (13) ocorreram em três núcleos ou menos, com *Ficus guaranitica*, *Eugenia florida*, *Cordia sessilis*, *Guettarda viburnoides*, *Pouteria gardneri* e *Symplocos nitens* que ocorreram em apenas um núcleo, com menos de cinco indivíduos, exceto *Cordia sessilis* que apresentou oito indivíduos no núcleo 3 (Tabela 1.1). Estas espécies de menor frequência devem encontrar mais barreiras para dispersão e/ou para o estabelecimento no núcleo.

As informações gerais de tamanho e composição de cada núcleo de *B. virgilioides* estão compiladas na Tabela 1.2. A comparação da diversidade florística entre os núcleos pelo teste de Hutcheson mostrou que o núcleo 6 apresenta a mesma diversidade que todos os outros núcleos, com 13 espécies, o que representa a média de espécies presentes nos seis núcleos e 50% do total de espécies encontradas. Além disso, os núcleos 1 e 2, 2 e 4, e 3 e 5 não apresentaram diferenças significativas quanto à diversidade de espécies que comportam.

Os núcleos 1, 2 e 4 são os mais distantes da borda da formação florestal na área de estudo (149,08 m; 183,74 m; e 155,30 m). Entretanto, o núcleo 4 apresentou uma maior área, comparado ao núcleo 1, o que separou esses núcleos em dois grupos com mesma diversidade (Núcleos 1 e 2; e Núcleos 2 e 4) (Tabela 1.2). Os núcleos 3 e 5 estão à uma distância intermediária da floresta (145,00 e 119,30 m, respectivamente) e são os mais altos (nove e 10 m, respectivamente) (Tabela 1.2). Estas características influenciam na quantidade de indivíduos que pode colonizar o local. O núcleo 6 é o mais próximo da borda da floresta e o segundo menor em área, porém, é o que apresenta maior densidade de indivíduos por metro quadrado (Tabela 1.2).



**TABELA 1.1.** Lista das espécies lenhosas florestais encontradas em seis núcleos de *Bowdichia virgilioides* em uma área de cerrado sentido restrito na Estação Ecológica do Panga, organizadas por família. Nº: número; Tol: espécies tolerantes à sombra; Dem: espécies demandantes de luz direta; EST: estrato vertical em ambientes florestais; Sub: sub-bosque; Dos: dossel; DM: densidade de madeira (g/cm<sup>3</sup>). \* valores referentes ao gênero.

Família/ Espécies	Nº indivíduos por núcleo						LUZ	EST	DM
	1	2	3	4	5	6			
ANACARDIACEAE									
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	10	11	12	14	7	6	Tol	Dos	0,45
ANNONACEAE									
<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schltld.	1	6	14	15	8	7	Tol	Sub	0,65
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	0	2	0	0	1	0	Dem	Dos	0,55
FABACEAE CAESALPINOIDEAE									
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	7	2	11	36	8	30	Tol	Dos	0,65
LAURACEAE									
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez.	0	1	13	21	15	3	Tol	Dos	0,55*
<i>Ocotea minarum</i> (Nees) Mez.	0	0	18	8	11	5	Tol	Sub	0,55*
MORACEAE									
<i>Ficus guaranitica</i> Chodat.	0	0	0	0	1	0	Tol	Dos	0,42*
MYRISTICACEAE									
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	0	0	0	2	1	1	Dem	Dos	0,46
MYRSINACEAE									
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	0	0	2	1	0	1	Dem	Dos	0,65
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	7	1	1	0	0	0	Dem	Dos	0,86
MYRTACEAE									
<i>Eugenia florida</i> DC.	0	1	0	0	0	0	Tol	Sub	0,75
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	7	0	7	7	17	1	Tol	Sub	0,80
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	0	0	0	1	1	0	Dem	Sub	0,82
RUBIACEAE									
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze.	0	0	8	0	0	0	Tol	Sub	0,88
<i>Coussarea hydrangaefolia</i> (Benth.) Müll. Arg.	0	0	1	0	1	0	Tol	Sub	0,65
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltld.	0	0	0	0	1	0	Tol	Sub	0,74*
<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	1	2	23	3	10	6	Tol	Sub	0,57
SALICACEAE									
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	0	0	6	4	1	7	Tol	Sub	0,71
SAPINDACEAE									
<i>Allophylus racemosus</i> Sw.	0	0	1	0	1	0	Tol	Sub	0,50*
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	6	4	3	0	4	1	Tol	Sub	0,82
SAPOTACEAE									
<i>Pouteria gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baehni.	0	0	0	0	2	0	Tol	Dos	0,93
STYRACACEAE									
<i>Styrax camporum</i> Pohl.	0	1	5	5	4	5	Tol	Sub	0,38*
SYMPLOCACEAE									
<i>Symplocos nitens</i> Benth.	0	0	0	0	1	0	Tol	Sub	0,59*
<i>Symplocos pubescens</i> Klotzsch. ex. Benth.	7	4	6	4	3	13	Tol	Sub	0,59*

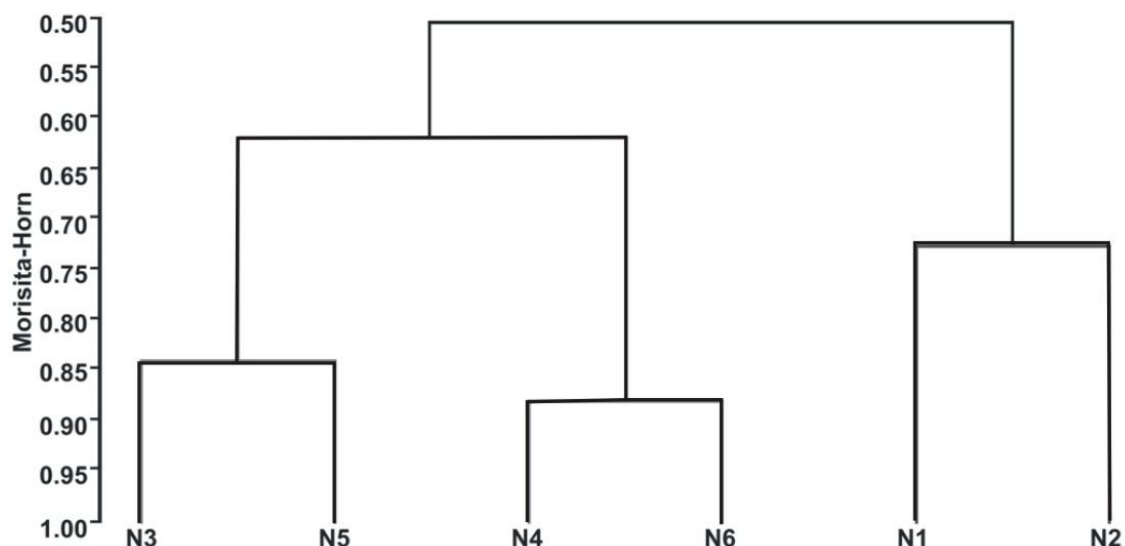
**TABELA 1.2.** Dados gerais de tamanho e composição dos seis núcleos de *Bowdichia virgilioides* no cerrado sentido restrito na Estação Ecológica do Panga. CAP: Circunferência à altura do peito; NI: Número de indivíduos; NSP: Número de espécies.

Núcleo	1	2	3	4	5	6
<b>Tamanho</b>						
Altura (m)	8	8	9	7	10	7
CAP (cm)	63	75	75	71	81	56
Área da copa (m <sup>2</sup> )	17,48	26,09	74,85	39,10	31,04	22,24
Distância do Fragmento Florestal (m)	149,08	183,74	145,00	155,30	119,30	89,79
<b>Composição</b>						
NI	46	35	131	121	98	86
NSP	8	11	16	13	20	13
Densidade (ind./m <sup>2</sup> )	2,63	1,34	1,75	3,09	3,16	3,64

Considerando a similaridade pela análise do índice de Morisita-Horn, os núcleos apresentaram alta similaridade florística entre si (50% à 88%), e foi possível detectar a formação de três grupos de alta similaridade (com mais de 70% de similaridade), representados na figura 1.2. Os núcleos 4 e 6 possuem a maior similaridade florística (0,88), são os menores em altura (7 m) e possuem a maior quantidade de indivíduos de *Copaifera langsdorffii* (36 e 30, respectivamente) (Tabelas 1.1 e 1.2).

Os núcleos 3 e 5, da mesma forma, possuíram alta similaridade florística (0,84), foram os núcleos mais altos (9 m e 10 m, respectivamente). São os núcleos que possuem o maior número de indivíduos de *Ocotea minarum* (18 e 11, respectivamente) e *Rudgea viburnoides* (23 e 10, respectivamente) (Tabelas 1.1 e 1.2).

Os núcleos 1 e 2 apresentaram índice de similaridade de 0,73 e possuíram a menor (17,48 m<sup>2</sup> – núcleo 1) e a terceira menor área de copa (26,09 m<sup>2</sup> – núcleo 2), e os menores números de indivíduos e de espécies (Tabelas 1.1 e 1.2).



**FIGURA 1.2.** Similaridade florística entre os núcleos de *Bowdichia virgilioides* no cerrado sentido restrito da E.E.P., de acordo com o índice Morisita-Horn. N1=núcleo 1; N2=núcleo 2; N3=núcleo 3; N4=núcleo 4; N5=núcleo 5; N6=núcleo 6.

No núcleo 1 *Tapirira guianensis* teve maior representatividade, com quase 50% do índice de valor de cobertura (IVC) total (Tabela 1.3). Além dela, *Symplocos pubescens* e *Myrcia splendens* também apresentaram altos IVC, sendo as três, juntas, representativas de mais de 70% do IVC total do núcleo. *Tapirira guianensis*, *Cardiopetalum calophyllum*, *Xylopia aromatica* e *Matayba guianensis* representam de mais de 70% do IVC da comunidade no núcleo 2. No núcleo 3 *Styrax camporum* (28,88%) e *Ocotea corymbosa* (21,08%) representam, juntas, 50% do IVC da comunidade. Outras espécies importantes neste núcleo são *Rudgea viburnoides* (9,02%), *Ocotea minarum* (8,20%) e *Casearia sylvestris* (6,03%), que, junto às duas primeiras citadas, representam mais de 70% do IVC total da comunidade.

No núcleo 4 mais de 70% do IVC total da comunidade é representada por *Ocotea corymbosa* (20,65%), *Styrax camporum* (19,87%), *Copaifera langsdorffii* (15,11%), *Tapirira guianensis* (14,07%) e *Symplocos pubescens* (10,81%) (Tabela 1.3). *Myrcia splendens* possui o maior IVC (35,08%) no núcleo 5, seguida por *O. corymbosa* (10,16%), *T. guianensis* (8,84%), *Ficus guaranitica* (6,22%), *Ocotea minarum* (6,19%) e *Rudgea viburnoides* (5,81%), que representam 70% do IVC total da comunidade. No núcleo 6 *Styrax camporum* (46,78%) representa quase 50% do IVC total da comunidade. Esta espécie, *C. langsdorffii* (18,66%) e *S. pubescens* (8,32%) representam mais de 70% do IVC total da comunidade.

**TABELA 1.3.** Dados gerais da comunidade de espécies arbóreas florestais colonizadoras abaixo da copa de cada núcleo de *Bowdichia virgilioides* em área de cerrado sentido restrito na Estação Ecológica do Panga. IVC=índice de valor de cobertura.

Núcleo/Espécie	Nº de indivíduos	Densidade relativa	Dominância relativa	IVC
<b>NÚCLEO 1</b>				
<i>Tapirira guianensis</i>	10	0,22	0,753	48,54%
<i>Symplocos pubescens</i>	7	0,15	0,095	12,37%
<i>Myrcia splendens</i>	7	0,15	0,057	10,48%
<i>Myrsine umbellata</i>	7	0,15	0,049	10,08%
<i>Matayba guianensis</i>	6	0,13	0,032	8,15%
<i>Copaifera langsdorffii</i>	7	0,15	0,009	8,04%
<i>Cardiopetalum calophyllum</i>	1	0,02	0,001	1,17%
<i>Rudgea viburnoides</i>	1	0,02	0,001	1,17%
<b>NÚCLEO 2</b>				
<i>Tapirira guianensis</i>	11	0,31	0,352	33,33%
<i>Cardiopetalum calophyllum</i>	6	0,17	0,198	18,46%
<i>Xylopia aromatica</i>	2	0,06	0,267	16,20%
<i>Matayba guianensis</i>	4	0,11	0,085	9,98%
<i>Symplocos pubescens</i>	4	0,11	0,004	5,93%
<i>Styrax camporum</i>	1	0,03	0,046	3,71%
<i>Ocotea corymbosa</i>	1	0,03	0,038	3,35%
<i>Rudgea viburnoides</i>	2	0,06	0,006	3,14%
<i>Copaifera langsdorffii</i>	2	0,06	0,001	2,91%
<i>Myrsine umbellata</i>	1	0,03	0,002	1,53%
<i>Eugenia florida</i>	1	0,03	0,001	1,46%
<b>NÚCLEO 3</b>				
<i>Styrax camporum</i>	5	0,04	0,540	28,88%
<i>Ocotea corymbosa</i>	13	0,10	0,322	21,08%
<i>Rudgea viburnoides</i>	23	0,18	0,005	9,02%
<i>Ocotea minarum</i>	18	0,14	0,027	8,20%
<i>Casearia sylvestris</i>	6	0,05	0,013	6,03%
<i>Myrsine coriacea</i>	2	0,02	0,083	4,92%
<i>Tapirira guianensis</i>	12	0,09	0,003	4,75%
<i>Cordia sessilis</i>	8	0,06	0,001	4,25%
<i>Cardiopetalum calophyllum</i>	14	0,11	< 0,001	3,07%
<i>Myrcia splendens</i>	7	0,05	0,001	2,70%
<i>Symplocos pubescens</i>	6	0,05	0,003	2,43%
<i>Copaifera langsdorffii</i>	11	0,08	0,001	2,31%
<i>Matayba guianensis</i>	3	0,02	< 0,001	1,16%
<i>Coussarea hydrangaeifolia</i>	1	0,01	0,001	0,42%
<i>Myrsine umbellata</i>	1	0,01	< 0,001	0,39%
<i>Allophylus racemosus</i>	1	0,01	< 0,001	0,39%

Continua...

TABELA 1.3, Cont.

Núcleo/Espécie	Nº de indivíduos	Densidade relativa	Dominância relativa	IVC
NÚCLEO 4				
<i>Ocotea corymbosa</i>	21	0,17	0,240	20,65%
<i>Styrax camporum</i>	5	0,04	0,356	19,87%
<i>Copaifera langsdorffii</i>	36	0,30	0,005	15,11%
<i>Tapirira guianensis</i>	14	0,12	0,166	14,07%
<i>Symplocos pubescens</i>	4	0,03	0,183	10,81%
<i>Cardiopetalum calophyllum</i>	15	0,12	0,021	7,24%
<i>Ocotea minarum</i>	8	0,07	0,003	3,45%
<i>Myrcia splendens</i>	7	0,06	0,001	2,93%
<i>Casearia sylvestris</i>	4	0,03	0,006	1,95%
<i>Virola sebifera</i>	2	0,02	0,009	1,29%
<i>Rudgea viburnoides</i>	3	0,02	0,001	1,28%
<i>Myrcia tomentosa</i>	1	0,01	0,009	0,88%
<i>Myrsine coriacea</i>	1	0,01	0,001	0,50%
NÚCLEO 5				
<i>Myrcia splendens</i>	17	0,17	0,528	35,08%
<i>Ocotea corymbosa</i>	15	0,15	0,050	10,16%
<i>Tapirira guianensis</i>	7	0,07	0,105	8,84%
<i>Ficus guaranitica</i>	1	0,01	0,114	6,22%
<i>Ocotea minarum</i>	11	0,11	0,011	6,19%
<i>Rudgea viburnoides</i>	10	0,10	0,014	5,81%
<i>Copaifera langsdorffii</i>	8	0,08	0,001	4,13%
<i>Cardiopetalum calophyllum</i>	8	0,08	0,001	4,13%
<i>Symplocos nitens</i>	1	0,01	0,068	3,90%
<i>Matayba guianensis</i>	4	0,04	0,026	3,34%
<i>Xylopia aromatica</i>	1	0,01	0,037	2,35%
<i>Styrax camporum</i>	4	0,04	0,003	2,21%
<i>Symplocos pubescens</i>	3	0,03	0,007	1,88%
<i>Guettarda viburnoides</i>	1	0,01	0,024	1,69%
<i>Pouteria gardneri</i>	2	0,02	0,004	1,21%
<i>Virola sebifera</i>	1	0,01	0,003	0,67%
<i>Myrcia tomentosa</i>	1	0,01	0,002	0,61%
<i>Allophylus racemosus</i>	1	0,01	< 0,001	0,53%
<i>Casearia sylvestris</i>	1	0,01	< 0,001	0,52%
<i>Coussarea hydrangaefolia</i>	1	0,01	< 0,001	0,51%
NÚCLEO 6				
<i>Styrax camporum</i>	5	0,06	0,874	46,78%
<i>Copaifera langsdorffii</i>	30	0,09	0,003	18,66%
<i>Symplocos pubescens</i>	13	0,16	0,006	8,32%
<i>Tapirira guianensis</i>	6	0,07	0,072	7,31%
<i>Casearia sylvestris</i>	7	0,09	0,009	4,78%
<i>Cardiopetalum calophyllum</i>	7	0,09	0,003	4,48%
<i>Rudgea viburnoides</i>	6	0,07	0,004	3,91%
<i>Ocotea minarum</i>	5	0,06	0,005	3,32%
<i>Ocotea corymbosa</i>	3	0,04	0,003	2,01%
<i>Virola sebifera</i>	1	0,01	0,011	1,16%
<i>Matayba guianensis</i>	1	0,01	0,006	0,91%
<i>Myrcia splendens</i>	1	0,01	0,004	0,81%
<i>Myrsine coriacea</i>	1	0,01	< 0,001	0,64%

De forma geral, as espécies florestais mais importantes para a colonização nos núcleos de *B. virgilioides*, tanto pela frequência com que foram registradas nos núcleos, quanto pelo número de indivíduos encontrados e pelos índices de valores de cobertura em cada núcleo, foram *Tapirira guianensis*, *Symplocos pubescens*, *Styrax camporum*, *Ocotea corymbosa*, *Cardiopetalum calophyllum*, *Ocotea minarum*, *Rudgea viburnoides* e *Myrcia splendens*. Estas espécies apresentam características que possibilitam a colonização e o estabelecimento no ambiente do núcleo, mais iluminado em comparação ao ambiente florestal.

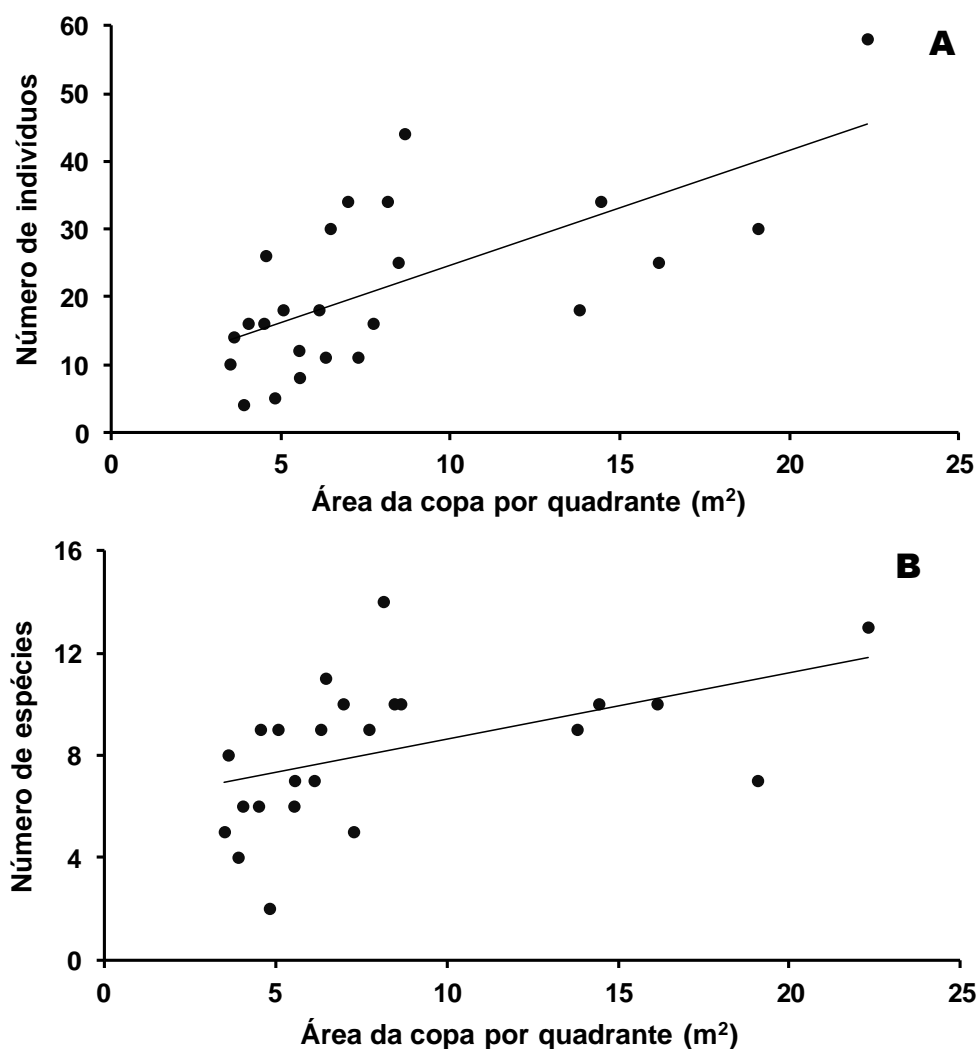
Comparando com dados de estudos realizados nas formações florestais da Estação Ecológica do Panga (cerradão distrófico, cerradão mesotrófico, floresta estacional semidecidual e mata de galeria), *T. guianensis*, *S. camporum*, *O. corymbosa*, *C. calophyllum*, *R. viburnoides* e *M. splendens* foram destacadas, em pelo menos uma das formações, dentre as espécies com maiores valores de cobertura, compondo 70% da cobertura total da comunidade.

Além das espécies citadas, houve alta representatividade quanto ao índice de valor de cobertura, de outras espécies registradas nos núcleos, como *Matayba guianensis* (cerradões distrófico e mesotrófico e floresta estacional semidecidual), *Cordia sessilis* (cerradão mesotrófico, floresta estacional semidecidual e mata de galeria), *Copaifera langsdorffii* (cerradão distrófico e mata de galeria), *Casearia sylvestris* (cerradão mesotrófico e floresta estacional semidecidual), *Coussarea hydrangaefolia* (cerradões distrófico e mesotrófico), *Virola sebifera* (cerradão distrófico), *Xylopia aromatica* (cerradão distrófico), *Myrcia tomentosa* (cerradão distrófico) e *Guettarda viburnoides* (cerradão mesotrófico).

Todos os estudos utilizados nas comparações acima incluem indivíduos com  $CAP \geq 15\text{cm}$ , porém, demonstram que existem fontes de propágulos de indivíduos adultos nas formações florestais próximas ao núcleo. Entretanto, a existência de fontes de propágulos nessas formações parece não ser suficiente para a colonização nos núcleos, já que em todas as formações florestais existem espécies ornitocóricas (*Miconia albicans* e *Ocotea pulchella* – cerradão distrófico; *Cupania vernalis* e *Rhamnidium elaeocarpum* – cerradão mesotrófico; *Chrysophyllum marginatum*, *Lithraea molleoides*, *Campomanesia velutina*, *Cupania vernalis* e *Rhamnidium elaeocarpum* – floresta estacional semidecidual; *Protium heptaphyllum*, *Magnolia ovata* e *Nectandra cissifolia* – mata de galeria) com altos índices de valores de cobertura, que não foram registradas nos núcleos estudados. Esses resultados sugerem que a

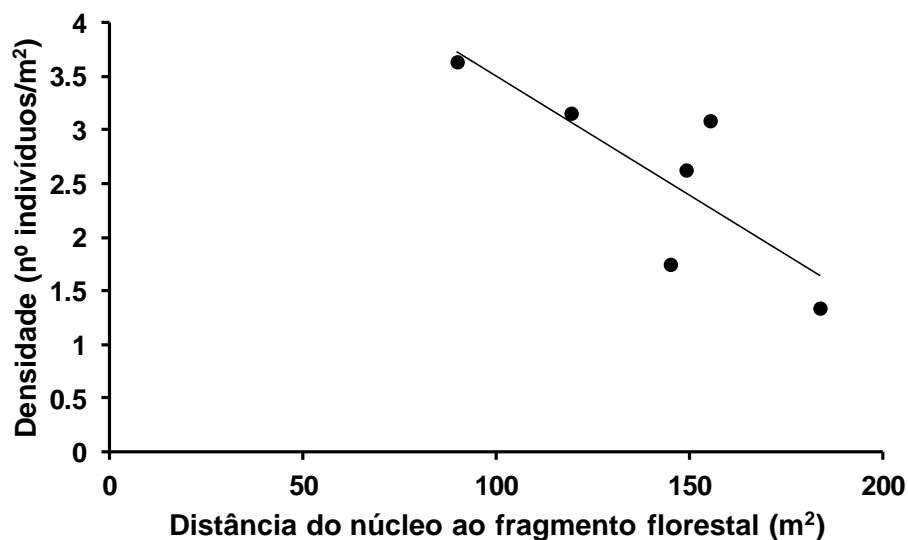
colonização nos núcleos deve estar associada não somente à disponibilidade de indivíduos adultos como fontes de propágulos nas comunidades florestais próximas, como também à capacidade de aclimação das espécies para se estabelecer em um ambiente mais iluminado que o ambiente florestal.

Os núcleos não apresentaram grandes variações nas medidas de CAP e altura dos indivíduos de *B. virgilioides*, mas diferiram quanto à área da copa (Tabela 1.2). As correlações entre área da copa por quadrante e número de indivíduos ( $r=0,68$ ;  $n=24$ ;  $p<0,05$ ) e espécie ( $r=0,65$ ;  $n=24$ ;  $p<0,05$ ) foram significativas, mostrando que há relação entre o tamanho da área de facilitação e o número de indivíduos e de espécies que conseguem colonizar o local (Figura 1.3).



**FIGURA 1.3.** Correlação entre área da copa (m²) por quadrante e os números de indivíduos (A) e espécies (B). As correlações foram significativas tanto para o número de indivíduos ( $r=0,68$ ;  $n=24$ ;  $p<0,05$ ) quanto para o número de espécie ( $r=0,65$ ;  $n=24$ ;  $p<0,05$ ).

A densidade de indivíduos por metros quadrados em cada núcleo teve relação negativa significativa com a distância do núcleo à borda da formação florestal ( $r^2=0,65$ ;  $n=6$ ;  $p=0,05$ ), como mostra a figura 1.4. A densidade diminui à medida que aumenta a distância do núcleo em relação à borda da formação florestal adjacente.



**FIGURA 1.4.** Relação negativa entre densidade (número de indivíduos/m<sup>2</sup>) e distância do núcleo à borda do fragmento florestal (m). A regressão foi significativa ( $R^2=0,65$ ;  $n=6$ ;  $p=0,05$ ), seguindo a equação  $Densidade = - 0,0222Distância + 5,7136$ .

#### 1.3.2. Estrutura de tamanho dos indivíduos colonizadores dos núcleos

As espécies foram divididas em três grupos de acordo com a distribuição dos indivíduos em classes de altura e diâmetro (Figura 1.5). O Grupo 1 (G1) compreendeu 311 indivíduos, de 11 espécies (*Cardiopetalum calophyllum*, *Ficus guaranitica*, *Myrcia splendens*, *Ocotea corymbosa*, *Ocotea minarum*, *Styrax camporum*, *Symplocos nitens*, *Symplocos pubescens*, *Tapirira guianensis*, *Virola sebifera* e *Xylopia aromatica*), com os maiores registros de altura e diâmetro nos núcleos (altura  $\geq 1$  m e diâmetro na base do tronco  $\geq 5$  cm).

Dos 311 indivíduos que compõem o G1, 65,0% são tolerantes à sombra e 39,0% são encontrados no dossel de ambientes florestais e a média de densidade de madeira ( $0,54 \text{ g/cm}^3$ ) foi a menor entre os grupos. Essas características (maior porte, crescimento rápido e menor exigência quanto à luminosidade de ambientes) indicam que as espécies deste grupo são melhor favorecidas no início do processo de colonização nos núcleos.

O Grupo 2 (G2) concentra as seis espécies (*Guettarda viburnoides*, *Matayba guianensis*, *Myrcia tomentosa*, *Myrsine coriacea*, *Myrsine umbellata* e *Rudgea*

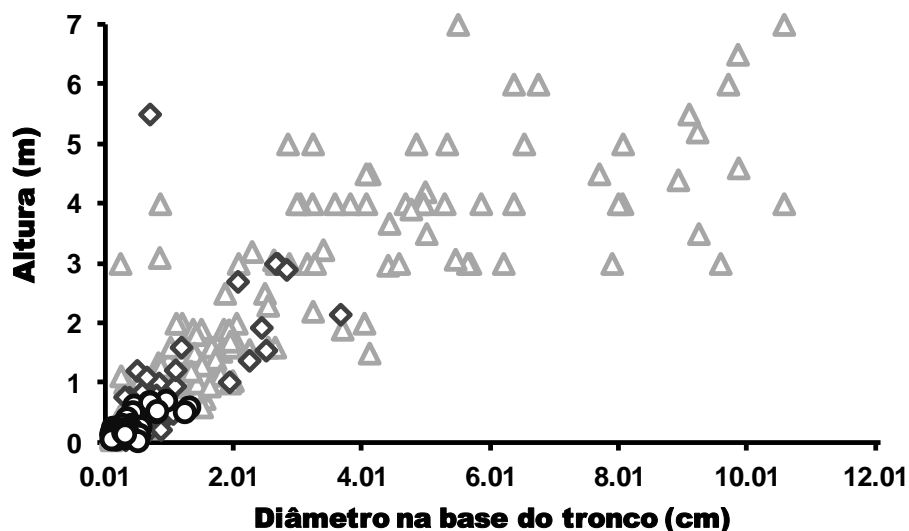


*viburnoides*) com porte intermediário (altura  $\geq 1$  m e diâmetro na base do tronco  $< 5$  cm). Dos 79 indivíduos de G2, 80,0% são tolerantes à sombra e 81,0% estão presentes no subosque de ambientes florestais. A média de densidade de madeira ( $0,74 \text{ g/cm}^3$ ) em G2 foi a maior entre os grupos, com a maioria das espécies (quatro) com densidade de madeira maior que  $0,70 \text{ g/cm}^3$ . As características das espécies desse grupo indicam uma posição intermediária no processo de colonização, representando aquelas espécies que conseguem colonizar os núcleos antes das espécies do G3. Entretanto, as espécies do G1 são aparentemente as colonizadoras iniciais.

O Grupo 3 (G3) possui 127 indivíduos, distribuídos em sete espécies (*Allophylus racemosus*, *Casearia sylvestris*, *Copaifera langsdorffii*, *Cordia sessilis*, *Coussarea hydrangaefolia*, *Eugenia florida* e *Pouteria gardneri*), com alturas  $< 1$  m, características de ambientes sombreados e presentes em estratos inferiores de ambientes florestais. O menor porte dos indivíduos pode indicar tanto uma germinação tardia, em relação às espécies dos demais grupos, quanto a característica de menor velocidade de crescimento.

Neste grupo (G3) 100% dos indivíduos são tolerantes à sombra e 24,4% são de espécies características de sob-bosque de ambientes florestais. Neste caso, a maior proporção de indivíduos de dossel deve-se à presença de muitos regenerantes de *C. langsdorffii* (94), entretanto apenas esta espécie e *P. gardneri* são características de dossel, as outras cinco espécies (71,43%) são características de sub-bosque de formações florestais. A média de densidade de madeira ( $0,72 \text{ g/cm}^3$ ) também é influenciada pela grande quantidade de indivíduos de *C. langsdorffii*. Entretanto, é o grupo com os maiores valores específicos de densidade de madeira ( $0,93 \text{ g/cm}^3$  para *Pouteria gardneri* e  $0,88 \text{ g/cm}^3$  para *Cordia sessilis*).

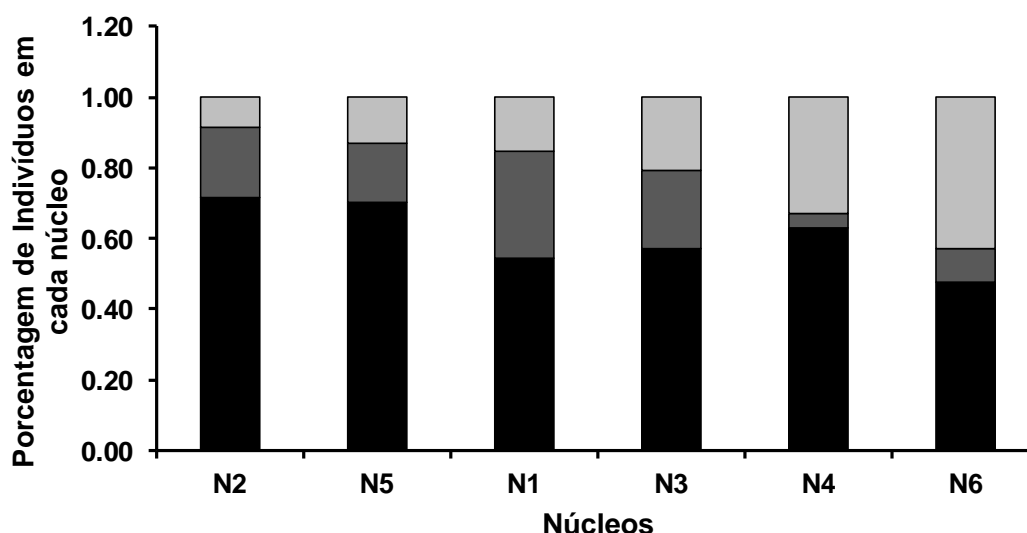
Portanto, G3 possui espécies de menor porte, de crescimento lento e mais exigentes quanto à luminosidade (necessitam de local mais sombreado para germinar e estabelecer), características de ambientes em processo de sucessão avançado quando, além da facilitação por *B. virgilioides*, a presença de indivíduos de médio e grande porte de espécies que se estabelecem inicialmente nos núcleos (G1 e G2) também influencia no desenvolvimento destes indivíduos (G3).



**FIGURA 1.5.** Grupos ecológicos de espécies nos núcleos de *B. virgilioides* no cerrado sentido restrito da E.E.P., de acordo com o tamanho dos indivíduos (altura e diâmetro).  $\Delta$  G1=espécies com indivíduos com altura  $\geq 1$ m e diâmetro na base do tronco  $\geq 5$ cm (*Cardiopetalum calophyllum*, *Ficus guaranitica*, *Myrcia splendens*, *Ocotea corymbosa*, *Ocotea minarum*, *Styrax camporum*, *Symplocos nitens*, *Symplocos pubescens*, *Tapirira guianensis*, *Virola sebifera* e *Xylopia aromatica*);  $\diamond$  G2= espécies com indivíduos com altura  $\geq 1$ m e diâmetro na base do tronco  $< 5$ cm (*Guettarda viburnoides*, *Matayba guianensis*, *Myrcia tomentosa*, *Myrsine coriacea*, *Myrsine umbellata* e *Rudgea viburnoides*);  $\circ$  G3= espécies com indivíduos com altura  $< 1$ m (*Allophylus racemosus*, *Casearia sylvestris*, *Copaifera langsdorffii*, *Cordia sessilis*, *Coussarea hydrangaefolia*, *Eugenia florida* e *Pouteria gardneri*).

### 1.3.3. Estrutura de colonização dos núcleos

Quanto à estrutura de colonização dos núcleos, o núcleo 6 apresentou proporções semelhantes de indivíduos de maior e menor porte (48% indivíduos de G1 e 43% de G3) (Figura 1.6). A presença de grande proporção de indivíduos pertencentes ao G3 pode indicar que este núcleo encontra-se em estágio avançado de colonização, com características que possibilitam a regeneração de todos os grupos de espécies e dos grupos extremos em mesma proporção, já que as espécies deste grupo são características desse estágio mais avançado de colonização. O núcleo 4 segue o mesmo padrão, porém, nele os indivíduos de maior porte foram tiveram maiores proporções (63% indivíduos de G1) do que os indivíduos menores (33% indivíduos de G2) (Figura 1.6).



**FIGURA 1.6.** Proporção de indivíduos de cada grupo ecológico presentes em cada núcleo de *B. virgilioides* no cerrado sentido restrito da E.E.P. organizados por ordem de nível de colonização, sendo N2 e N5 os núcleos em estágios iniciais de colonização. G1 ■ (*Cardiopetalum calophyllum*, *Ficus guaranitica*, *Myrcia splendens*, *Ocotea corymbosa*, *Ocotea minarum*, *Styrax camporum*, *Symplocos nitens*, *Symplocos pubescens*, *Tapirira guianensis*, *Virola sebifera* e *Xylopia aromatica*), G2 ■ (*Guettarda viburnoides*, *Matayba guianensis*, *Myrcia tomentosa*, *Myrsine coriacea*, *Myrsine umbellata* e *Rudgea viburnoides*) e G3 ■ (*Allophylus racemosus*, *Casearia sylvestris*, *Copaifera langsdorffii*, *Cordia sessilis*, *Coussarea hydrangaeifolia*, *Eugenia florida* e *Pouteria gardneri*). N1=núcleo 1; N2=núcleo 2; N3=núcleo 3; N4=núcleo 4; N5=núcleo 5; N6=núcleo 6.

Os núcleos 2 e 5, ao contrário, possuem uma grande proporção de indivíduos de maior porte (71 e 70% indivíduos de G1, respectivamente) e poucos indivíduos menores (9 e 13% indivíduos de G3, respectivamente) (Figura 1.6). A grande quantidade de indivíduos pertencentes ao G1 indica que estes núcleos ainda não apresentaram condições favoráveis para a colonização por espécies do grupo G3, características de ambientes em estágio mais avançado de colonização e, portanto, estão em estágios iniciais de colonização por espécies florestais.

Os núcleos 1 e 3 possuem características intermediárias aos demais, com uma grande proporção de indivíduos de maior porte (54 e 57% indivíduos de G1, respectivamente), porém, menores que as mesmas proporções referentes aos núcleos 2 e 5 (Figura 1.6). As proporções de indivíduos do G3 são menores (15 e 21%, respectivamente) que aquelas encontradas nos núcleos 4 e 6 (Figura 1.6). Estes núcleos apresentaram as maiores proporções de indivíduos de porte intermediário, pertencentes ao G2 (30 e 22%, respectivamente). Estes resultados inferem sobre um estágio intermediário de colonização por espécies florestais nos núcleos 1 e 3.

## 1.4. DISCUSSÃO

A maioria das espécies mais frequentes (que ocorreram em pelo menos quatro núcleos) e com maiores valores de cobertura nos núcleos é dispersa por aves de hábito onívoro, como *Turdus rufiventris* Vieillot., registradas na Estação Ecológica do Panga (E.E.P.) (Pizo 2004, Frisch & Frisch 2005, Gasperin & Pizo 2009, Marçal-Júnior et al. 2009). Estas aves se alimentam de frutos de várias espécies e alimentos de origem animal e são consideradas espécies generalistas (Sherer et al. 2007). Aves onívoras generalistas são comuns em áreas degradadas, pois conseguem explorar ambientes como bordas e áreas abertas em busca de alimento, devido a pouca especialização quanto à dieta e, por isso, também podem explorar o ambiente florestal para alimentação, abrigo noturno e nidificação (Motta-Júnior 1990, Anjos & Boçon 1999).

Assim, a disponibilidade de agentes dispersores na E.E.P. e o hábito generalista das espécies destacadas (*Tapirira guianensis*, *Symplocos pubescens*, *Styrax camporum*, *Ocotea corymbosa*, *Cardiopetalum calophyllum*, *Ocotea minarum*, *Rudgea viburnoides* e *Myrcia splendens*) são os dois fatores que possibilitam a quebra da primeira barreira para a colonização por espécies florestais abaixo da copa de *Bowdichia virgilioides*, a dispersão.

Além disso, estas espécies vegetais com maior sucesso na colonização dos núcleos são registradas como comuns ou exclusivas de áreas de cerradão (Costa & Araujo 2001, Cardoso & Schiavini 2002, Cardoso-Leite et al. 2004, Pereira et al. 2004, Moreno et al. 2008, Santa & Imaña-Encinas 2010, Veiga 2011). Os principais fatores responsáveis pela diferenciação de formações fechadas (cerradão) e abertas do cerrado (cerrado sentido restrito) são o solo e a ocorrência de eventos de fogo (Ruggiero et al. 2002, Frost et al. 1986). Os solos, tanto de cerradão, como de cerrado sentido restrito, possuem baixa concentração de nutrientes disponíveis e são classificados como ácidos e distróficos (Costa & Araújo 2001). Entretanto, no cerradão, as camadas superficiais do solo (0 a 10 cm) possuem maior disponibilidade de nutrientes do que em áreas savânicas, evidenciando a dependência dessas formações florestais pela ciclagem de nutrientes na superfície (Moreno et al. 2008).

Solos com baixa disponibilidade de nutrientes selecionam espécies com baixo requerimento nutricional e esta seleção é o que diferencia a composição florística nas áreas de Cerrado (Medina & Huber 1992, Moreno et al. 2008). Desta forma, a presença de *B. virgilioides* com indivíduos de grande porte, espalhados na formação de cerrado

sentido restrito, que modificam a área abaixo da copa, deve ter efeito, principalmente, na camada superficial do solo, que possui maior influência no estabelecimento de indivíduos de espécies florestais em áreas abertas de formações savânicas. Estas espécies conseguem transpor as barreiras de germinação e estabelecimento com maior facilidade e colonizar os núcleos.

Outro fator importante no processo de colonização dos núcleos de *B. virgilioides* por espécies florestais é a ausência de ocorrência de eventos de fogo na área. O fogo é o principal fator determinante da densidade de árvores e composição de espécies em formações savânicas (Frost et al. 1986). As espécies típicas de formações savânicas, como o cerrado sentido restrito, possuem características morfológicas e ecológicas adaptadas à sobrevivência aos eventos de fogo, comuns nessas formações (Rizzini & Heringer 1962, Coutinho 1990). Este tipo de adaptação não é comum entre as espécies características de ambientes florestais, cujas plântulas são diretamente afetadas pelo fogo (Souza & Soares 1983, Hoffmann 1998).

Em condições normais de eventos de fogo, com intervalos de 3 a 10 anos (Ratter et al. 1973, Eiten 1975, Eiten & Goodland 1979), mesmo com a proximidade entre as características do solo de cerradão e cerrado sentido restrito e a facilitação de espécies savânicas arbóreas, as espécies florestais que eventualmente iniciassem um processo de colonização em formações savânicas seriam suprimidas após o primeiro evento de queimada. Portanto, a ausência de registros de ocorrência de eventos de fogo na área estudada de cerrado sentido restrito da Estação Ecológica do Panga pode estar favorecendo o processo de colonização de áreas savânicas por espécies florestais, por meio da nucleação.

Das espécies colonizadoras, *Cardiopetalum calophyllum*, *Myrcia splendens*, *Ocotea corymbosa*, *Ocotea minarum*, *Rudgea viburnoides*, *Symplocos pubescens* e *Tapirira guianensis* foram registradas em processo de colonização em fragmentos florestais com histórico de perturbação, desde extração de madeira até a formação de clareiras (Coutinho 1990, Pivello & Coutinho 1996, Cardoso & Schiavini 2002, Cardoso-Leite et al. 2004, Martins et al. 2004, Salles & Schiavini 2007, Lopes et al. 2008, Santana & Imaña-Encinas 2010, Habermann et al. 2011). Estes resultados mostram que estas espécies possuem características generalistas, que são favorecidas em ambientes perturbados quanto à luminosidade, porém sem a perturbação pelo fogo e, por isso, são as espécies florestais com maior sucesso na colonização dos núcleos de *B. virgilioides*.

A relação positiva entre área da copa da espécie nucleadora e o número de indivíduos e espécies foi também demonstrada por Holl (2002) e Zahawi e Augspurger (2006). Estes autores registraram, especialmente para espécies zoocóricas, maior dispersão, germinação e sobrevivência de plântulas abaixo de arbustos (Holl 2002) e ilhas de árvores (Zahawi & Augspurger 2006) com maior área de influência de copa. O tamanho da área de influência da copa está relacionado com a disponibilidade de microambientes favoráveis, que influencia na composição florística. Em áreas de copa maiores haverá uma maior disponibilidade de habitat e uma maior probabilidade de colonização (Guevara et al. 1992, Zahawi & Augspurger 2006). Assim, quanto maior a área da copa, maior será a disponibilidade de ambientes favoráveis, tanto para a visita por dispersores, quanto para o estabelecimento das plântulas germinadas.

A redução na densidade de indivíduos colonizadores sob os núcleos à medida que aumenta a distância do núcleo à borda da formação florestal é um resultado esperado, já que muitos autores mostraram a dependência da dispersão por animais voadores com a distância da fonte de propágulos (McClanahan 1986, McClanahan & Wolfe 1987, Guevara & Laborde 1993, Cubiña & Aide 2001). Os parâmetros de distância da fonte de propágulos e tamanho da área de influência da espécie nucleadora estão diretamente relacionados com a colonização (Hughes & Fahey 1988, Guevara et al. 1992, Cubiña & Aide 2001, Zahawi & Augspurger 2006). A proximidade com a fonte de propágulo aumenta a probabilidade de colonização da área, que reflete na velocidade do processo sucessional e na composição florística desta área (Hughes & Fahey 1988, McClanahan & Wolfe 1993, Cubiña & Aide 2001). Estes dois fatores, tamanho da área de influência da copa de *B. virgilioides* e distância do núcleo à borda do fragmento florestal mais próximo, tiveram grande influência no agrupamento dos núcleos quanto à similaridade e diversidade florística.

A distribuição dos indivíduos das espécies pertencentes ao grupo G1, desde as menores até as maiores medidas de altura e diâmetro, demonstra a capacidade destas espécies em iniciar a colonização nos núcleos e manter o recrutamento de novos indivíduos, representados pelos indivíduos de menor porte registrados (Hutchings 1986, Weiner 1988). Espécies que apresentam estrutura populacional como esta, com indivíduos em todas as classes de tamanho, são classificadas como capazes de se manter na área colonizada (Whitmore 1975, Faleiro & Schiavini 2009).

O oposto foi detectado para as espécies pertencentes ao grupo G3, que é representado somente por indivíduos de menor porte, sem que se possa inferir quanto ao

sucesso destes indivíduos no estabelecimento na área. As espécies do grupo G2 posicionam-se em uma situação intermediária entre aquelas de G1 e G3. Neste caso, os grupos de espécies representam não apenas a estrutura dos núcleos, mas também são uma característica funcional da comunidade, por apresentarem espécies com mesmas características ecológicas, como estratégias de crescimento (representado pela densidade de madeira e estrutura de tamanho das populações), nível de exigência quanto à luminosidade e posição no estrato vertical em ambientes florestais, que refletem a posição destas espécies no processo de sucessão (Swaine & Whitmore 1988).

As diferentes proporções de indivíduos dos grupos nos seis núcleos refletem a disponibilidade de nichos funcionais disponíveis em cada um, para a ocupação pelos grupos de espécies (Denslow 1980; 1987, Schorn e Galvão 2006). O núcleo 6, neste contexto, parece ter disponibilidade de nicho para ocupação tanto de espécies do grupo G1, quanto do grupo G3. Além disso, este núcleo é o mais próximo à borda da formação florestal e o que apresenta maior densidade de indivíduos. Assim, esta estrutura avançada quanto à colonização por espécies florestais neste núcleo parece estar associada aos fatores de distância à fonte de propágulo mais próxima (Cubiña & Aide 2001), já que não é o núcleo com maior área de copa.

No núcleo 2, a distância também parece ser um fator importante para os grupos de espécies que o colonizam, já que este é o núcleo mais distante da borda da formação florestal e, por isso, com menor probabilidade de ocupação por espécies florestais. No núcleo 4 o estágio de colonização está associado ao tamanho do núcleo, que se relaciona com a quantidade de espécies e indivíduos que o colonizam (quanto maior a área, maiores são estas quantidades), por ser o segundo maior em área de copa.

A menor quantidade de indivíduos pertencentes ao G3 no núcleo 1 também está associada ao tamanho da área da copa do indivíduo nucleador, que é a menor entre os núcleos estudados. Entretanto, as proporções dos grupos G1, G2 e G3 nos núcleos 3 e 5 não mostraram relação com os fatores citados (distância da fonte de propágulo e área de influência da nucleadora), o que indica que outros fatores, principalmente de condições microclimáticas, podem influenciar na abertura de nicho para a ocupação de cada grupo.

A comparação dos índices de valor de cobertura mostra que as principais espécies colonizadoras dos núcleos (*Tapirira guianensis*, *Symplocos pubescens*, *Styrax camporum*, *Ocotea corymbosa*, *Cardiopetalum calophyllum*, *Ocotea minarum*, *Rudgea viburnoides* e *Myrcia splendens*) também apresentaram altos índices de valor de cobertura em pesquisas realizadas nas áreas de cerradão, floresta estacional

semidecidual e mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, especialmente nos cerradão mesotrófico e distrófico (Moreno 2005, Lopes et al. 2008, Vale et al. 2008). Este resultado demonstra que as espécies em destaque são comuns de formações florestais com dossel mais aberto, como no cerradão, e possuem características que possibilitam a sobrevivência nesse ambiente, como maior tolerância à incidência de luz direta e menor umidade (Costa & Araujo 2001, Cardoso & Schiavini 2002, Cardoso-Leite et al. 2004, Pereira-Silva et al. 2004, Moreno et al. 2008, Santa & Imaña-Encinas 2010).

Além disso, a presença de *Tapirira guianensis*, *Symplocos pubescens*, *Styrax camporum*, *Ocotea corymbosa*, *Cardiopetalum calophyllum*, *Ocotea minarum*, *Rudgea viburnoides* e *Myrcia splendens* com alta representatividade no cerradão da E.E.P. demonstra que existe disponibilidade de indivíduos adultos na formação florestal próxima aos núcleos, o que facilita a colonização dos núcleos de *B. virgilioides* por estas espécies. Entretanto, a presença de espécies ornitocóricas com altos índices de valor de cobertura nas formações florestais da E.E.P., e que não foram registradas nos núcleos (*Miconia albicans* e *Ocotea pulchella* – cerradão distrófico; *Cupania vernalis* e *Rhamnidium elaeocarpum* – cerradão mesotrófico; *Chrysophyllum marginatum*, *Lithraea molleoides*, *Campomanesia velutina*, *Cupania vernalis* e *Rhamnidium elaeocarpum* – floresta estacional semidecidual; *Protium heptaphyllum*, *Magnolia ovata* e *Nectandra cissifolia* – mata de galeria) demonstra que, nestes caso, não apenas a disponibilidade de indivíduos adultos (fonte de propágulos) nas proximidades, mas também a capacidade de desenvolvimento e estabelecimento das espécies está relacionada à colonização dos núcleos.



### 1.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os núcleos de *B. virgilioides* no cerrado sentido restrito na Estação Ecológica do Panga estão sendo colonizados, principalmente por *Tapirira guianensis*, *Symplocos pubescens*, *Styrax camporum*, *Ocotea corymbosa*, *Cardiopetalum calophyllum*, *Ocotea minarum*, *Rudgea viburnoides* e *Myrcia splendens*, espécies arbóreas comuns em formações florestais. Esta colonização é influenciada pela presença de propágulos e agentes dispersores na formação florestal mais próxima, pela distância do núcleo à borda desta formação, pelo tamanho da área da copa dos indivíduos nucleadores e pelas características ecológicas de colonização das espécies encontradas.

A probabilidade de ocorrência destas espécies nos núcleos deve aumentar devido à presença de plasticidade fenotípica (mudanças na estrutura morfológica e anatômica) nestas espécies, em resposta a variações ambientais, tornando suas características morfo-anatômicas mais favoráveis para a sobrevivência em um ambiente diferente daquele onde é mais comum (Schlichting 1989, Waitt & Levin 1993, Gianoli 2004).

## 1.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anjos, L. & Boçon, R. 1998. Bird communities in natural forest patches in southern Brazil. **Wilson Bulletin** 11 (3):397-414.
- Callaway, R. M. 1995. Positive Interactions among Plants. **Botanical Review** 61: 306-349.
- Cardoso, E. & Schiavini, I. 2002. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). **Revista Brasileira de Botânica** 25(3): 277-289.
- Cardoso-Leite, E.; Covre, T. B.; Ometto, R. G.; Cavalacanti, D. C. & Pagani, M. I. 2004. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de mata ciliar em Rio Claro/SP como subsídio à recuperação da área. **Revista do Instituto Florestal** 16 (1): 31-41.
- Costa, A. A. & Araujo, G. M. 2001. Comparação da vegetação arbórea de cerrado e de cerrado sentido restrito na reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica** 15(1): 63-72.
- Coutinho, L. M. 1990. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. Pp. 81-105. In: J.G. Goldammer (ed.). **Fire in the tropical biota**. Berlin, Springer-Verlag.
- Cubiña, A. & Aide, T. M. 2001. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropica pasture. **Biotropica** 33(2): 260-267.
- Dean, W. R. J.; Miltonw, S. J. & Jeltsch, F. 1999. Large trees, fertile islands, and birds in arid Savanna. **Journal of Arid Environments** 41: 61-78.
- Denslow, J. S. 1980. Gap partitioning among tropical rainforest trees. **Biotropica** 12: 47-55.
- Denslow, J. S. 1987. Tropical rain forest gaps and tree species diversity. **Annual Review of Ecology & Systematics** 18: 431-451.
- Drake, D. R. & Mueller-Dombois, D. 1993. Population development of forest trees on a chronosequence of hawaiian lava flows. **Ecology** 74 (4): 1012-1019.
- Eiten, G. 1975. The vegetation of the Serra do Roncador. **Biotropica** 7: 112-135.
- Eiten, G. & Goodland, R. 1979. Ecology and management of semi-arid ecosystems in Brazil. Pp. 277-300. In: Walker B. H. **Management of Semi-Arid Ecosystems**. Amsterdam, Elsevier.
- Eldridge, D. J. & Freudenberger, D. 2005. Ecosystem wicks: Woodland trees enhance water infiltration in a fragmented agricultural landscape in eastern Australia. **Austral Ecology** 30: 336-347.
- Faleiro, W. & Schiavini, I. 2009. Ecologia populacional de *Faramea hyacinthina* Mart. (Rubiaceae) em duas formações florestais da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG / Brasil. **Revista científica da UFPA** 7(1): 1-17.
- Franks, S. J. 2003. Facilitation in multiple life-history stages: evidence for nucleated succession in coastal dunes. **Plant Ecology** 168: 1-11.
- Frisch, J. D. & Frisch, C. D. **Aves brasileiras e plantas que as atraem**. 3ª ed. São Paulo: Dalgas Ecotech – Ecologia Técnica Ltda, 2005. P. 476.

- Frost, P.; Medina, E.; Menaut, J. C.; Solbrig, O.; Swift, M. & Walker, B., 1986. Responses of savannas to stress and disturbance. **Biology International (special issue) 10**: 1–82.
- Galindo-González, J.; Guevara, S. & Sosa, V. 2000. Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rain forest. **Conservation Biology 14**: 1693-1703.
- Gasperin, G. & Pizo, M. A. 2009. Frugivory and habitat use by thrushes (*Turdus* spp.) in a suburban area in south Brazil. **Urban Ecosyst 12**: 425-436.
- Gianoli, E. 2004 Plasticity of traits and correlations in two populations of *Convolvulus arvensis* (Convolvulaceae) differing in environmental heterogeneity. **International Journal of Plant Science 165**: 825–832.
- Google Earth 6.1. Mountain View, CA.: Google, 2010. Disponível em: <<http://google.com/earth/download/ge/agree.html>>. Acesso em: 18 mar. 2010.
- Guevara, S.; Purata, S. E. & Van der Maarel, E. 1986. The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. **Vegetatio 66**: 77-84.
- Guevara, S.; Meave, J.; Moreno-Casasola, P. & Laborde, J. 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures. **Journal of Vegetation Science 3**: 655-664.
- Guevara, S. & Laborde, J. 1993. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: Consequences for local species availability. **Vegetatio 107/108**: 319-338.
- Habermann, G.; Ellsworth, P. F. V.; Cazoto, J. L.; Simão, E. & Bieras A. C. 2011. Comparative gas exchange performance during the wet season of three Brazilian *Styrax* species under habitat conditions of cerrado vegetation types differing in soil water availability and crown density. **Flora 206**:351-359.
- Holl, K. D. 1999. Factors Limiting Tropical Rain Forest Regeneration in Abandoned Pasture: Seed Rain, Seed Germination, Microclimate, and Soil. **Biotropica 31**: 229-242.
- Holl, K. D. 2002. Effects of shrubs on tree seedling establishment in an abandoned tropical pasture. **Journal of Ecology 90**(1): 179-187.
- Hoffmann, W. A. 1998. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal of Applied Ecology 35**: 422–433.
- Hughes, J. W. & Fahey T. J. 1988. Seed dispersal and colonization in a disturbed northern hardwood forest. **Bulletin of the Torem Botanical Club 115**:89-99.
- Hutcheson, K. 1970. A test for comparing diversities based on Shannon formula. **Journal of Theoretical Biology 29**: 151 - 154
- Hutchings, M. J. 1986. The structure of plant populations. Pp. 97-136. In: Crawley, M. J. (Ed.) **Plant ecology**. Londres: Blackwell Scientific Publications.
- Kanegae, M. F.; Braz, V. S. & Franco, A. 2000. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. **Revista Brasileira de Botânica 23** (4): 459-468.

- Lopes, S. F.; Oliveira, A. P.; Dias Neto, O. C.; Vale, V. S.; Gusson, A. E. & Schiavini, I. 2008. Estrutura e grupos ecológicos em uma floresta estacional semidecidual em Uberlândia, MG. **II Simpósio Internacional – Savanas Tropicais 1**: 1-7.
- Manning, A.; Fischer, J. & Lindenmayer, D. B. 2006. Scattered trees are keystone structures – Implications for conservation. **Biological Conservation** **132**: 311-321.
- Marçal-Júnior, O.; Franchin, A. G.; Alteff, E. F.; Silva-Júnior, E. L. & Melo, C. 2009. Levantamento da avifauna na Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia, MG, Brasil). **Bioscience Journal** **25**(6): 149-164.
- Martins, S. V.; Colletti-Júnior, R.; Rodrigues, R. R. & Gandolfi S. 2004. Colonization of gaps produced by death of bamboo clumps in a semideciduous mesophytic forest in south-eastern Brazil. **Plant Ecology** **172**: 121-131.
- Magurran, A. E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- McClanahan, T. R. 1986. The effect of a seed source on primary succession in a forest ecosystem. **Vegetatio** **65** (3): 175-178.
- McClanahan, T. R. & Wolfe, R. W. 1987. Dispersal of ornithochorous seeds from forest edges in central Florida. **Vegetatio** **71**: 107-112.
- McClanahan, T. R. & Wolfe, R. W. 1993. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. **Conservation Biology** **7** (2): 279-288.
- Medellin, R. A. & Gaona, O. 1999. Seed Dispersal by Bats and Birds in Forest and Disturbed Habitats of Chiapas, Mexico. **Biotropica** **31**: 478-485.
- Medina, E. & Huber, O. 1992. The role of biodiversity in the functioning of savanna ecosystems. Pp. 139-158. In: Walker, B. H. (ed.) **Determinants of tropical savannas**. Oxford: IRL Press.
- Moreno, M. I. C. 2005. **Estado nutricional de espécies lenhosas e disponibilidade de nutrientes no solo e na serapilheira em diferentes fitofisionomias do cerrado na região do Triângulo Mineiro**. Brasília: UnB, Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2005.
- Moreno, M. I. C. & Schiavini, I. 2008. Fatores edáficos influenciando na estrutura de fitofisionomias do Cerrado. **Caminhos de Geografia** **9**(25): 173-194.
- Motta-Júnior, J. C. 1990. Estrutura trófica e composição das avifaunas de três ambientes terrestres na região central do estado de São Paulo. **Ararajuba** **1**: 65-71.
- Pereira-Silva, E. F. L.; Santos, J. E.; Kageyama, P. Y. & Hardt, E. 2004. Florística e fitossociologia dos estratos arbustivo e arbóreo de um remanescente de cerradão em uma Unidade de Conservação do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** **27** (3): 533-544.
- Pivello, V. R. & Coutinho, L. M. 1996. A qualitative successional model to assist in the management Brazilian cerrados. **Forest Ecology and Management** **87**: 127-138.
- Pizo, M. A. 2004. Frugivory and habitat use by fruit-eating birds in a fragmented landscape of southeast Brazil. **Ornitologia Neotropical** **15**: 117-126.
- Poorter, L.; Bongers, L. & Bongers, F. 2006. Architecture of 54 Moist-Forest tree species: traits, trade-offs, and functional groups. **Ecology** **87**: 1289-1301.

- Ratter, J. A., Richards, P. W., Argent, G. & Gifford, D. R. 1973 Observations on the vegetation of northeaster Mato Grosso. I. The woody vegetation types of the Xavantina-Cachimbo expedition area. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B266**: 449-492.
- Reis, A.; Bechara, F. C.; Espíndola, M. B.; Vieira, N. K. & Souza, L. L. 2003. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação 1**: 28-36.
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. 2008. As principais fitofisnomias do bioma Cerrado. Pp. 151-212. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. & Ribeiro, J. F. (Eds.). **Cerrado Ecologia e Flora**. Brasília, Embrapa.
- Rizzini, C. T. & Heringer, E. P. 1962. Studies on the underground organs of trees and shrubs from some southern Brazilian savannas. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias 34**: 235-247.
- Rojas, R. & Ribon, R. 1997. Guilda de aves em *Bowdichia virgilioides* (Fabaceae: Faboideae) em área de cerrado de Furnas, Minas Gerais. **Ararajuba 5** (2): 189-194.
- Ruggiero, P. G. C.; Batalha, M. A.; Pivello, V. R. & Meirelles, S. T. 2002. Soil-Vegetation Relationships in Cerrado (Brazilian savanna) and Semideciduous Forest, Southeastern Brazil. **Plant Ecology 160**(1): 1-16.
- Salles, J. C. & Schiavini, I. 2007. Estrutura e composição do estrato de regeneração em um fragmento florestal urbano: implicações para a dinâmica e a conservação da comunidade arbórea. **Acta Botanica Brasilica 21**(1): 223-233.
- Sánchez, L. F.; García-Miragaya, J. & Chacón, N. 1997. Nitrogen mineralization in soil under grasses and under trees in a protected Venezuelan savanna. **Acta Oecologica 18** (1): 27-37.
- Santana, O. A. & Imaña-Encinas, J. 2010. Fitossociologia das espécies arbóreas nativas de Cerrado em áreas adjacentes a depósitos de resíduos domiciliares. **Floresta 40**(1): 93-110.
- Shannon C. E. 1948. A mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal 27**: 379-423.
- Scherer, A.; Maraschin-Silva, F. & Baptista, L. R. M. 2007. Padrões de interações mutualísticas entre espécies arbóreas e aves frugívoras em uma comunidade de Restinga no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica 21** (1): 203-212.
- Schlawin, J. R. & Zahawi, R. A. 2008. 'Nucleating' succession in recovering Neotropical wet forests: The legacy of remnant trees. **Journal of Vegetation 19**: 485-492.
- Schlichting, C. D. 1989. Phenotypic integration and environmental change. **BioScience 39**: 460-464.
- Schorn, L. A. & Galvão, F. 2006. Dinâmica da regeneração natural em três estágios sucessionais de uma floresta ombrófila densa em Blumenau, SC **Floresta 36** (1): 59-74.
- Shepherd, G. J. 2006. Fitopac Shell 1.6.4. **Manual versão preliminar**. Campinas. Departamento de Botânica IB da UNICAMP, SP.
- Smiderle, O. J. & Sousa, R. C. P. 2003. Dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth – Fabaceae – Papilionidae). **Revista Brasileira de Sementes 25** (1): 72-75.

- Swaine, M. D & Whitmore, T. C. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetation** **75**: 81–86.
- Vale, V. S.; Mendes, S.; Dias Neto, O. C.; Oliveira, A. P.; Lopes, S. F.; Gusson, A. E. & Schiavini, I. 2008. Estrutura fitossociológica e grupos ecológicos em mata de galeria do Bioma Cerrado. **II Simpósio Internacional – Savanas Tropicais** **1**: 1-7.
- Vázquez-Yanes, C. & Orozco-Segovia, A. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics** **24**: 69-87.
- Veiga, E. B. **Desempenho ecofisiológico de *Styrax ferrugineus*, *S. camporum* e *S. pohlii* (Styracaceae), submetidos à deficiência hídrica em sistema semi controlado**. Botucatu: Unesp, Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, 2011.
- Waitt, D. E. & Levin, D. A. 1993. Phenotypic integration and plastic correlations in *Phlox drummondii* (Polemoniaceae). **American Journal of Botany** **80**: 1224–1233.
- Weiner, J. 1988. Variation in the performance of individuals in plant populations. Pp. 59-81. In: Davy, A. J.; Hutchings, M. J. & Watkinson, A. R. (Ed.). **Plant Population Ecology**. 1. ed. Londres: Blackwell Scientific Publications.
- Whitmore, T. C. 1975. **Tropical rain forests of the far east**. Oxford: Clarendon Press.
- Wilkinson, L. 2002. **SYSTAT: the system for statistics**. SYSTAT Inc., Chicago, Illinois.
- Yarranton, G. A. & Morrison, R. G. 1974. Spatial Dynamics of a Primary Succession: Nucleation. **Journal of Ecology** **62**: 417-428.
- Zahawi, R. A. & Augspurger, C. K. 2006. Tropical forest restoration: tree islands as recruitment foci in degraded lands of Honduras. **Ecological Applications** **16** (2): 464-478.

## **CAPÍTULO 2**

**Características morfológicas foliares de espécies florestais colonizadoras de núcleos de  
*Bowdichia virgilioides* Kunth.**

## RESUMO

Arantes, Carolina S. 2012. Características morfológicas foliares de espécies florestais colonizadoras de núcleos de *Bowdichia virgilioides* Kunth. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 36 – 50 p.

As espécies que colonizam núcleos de *Bowdichia virgilioides* em áreas de cerrado sentido restrito devem possuir plasticidade para que esta colonização ocorra, apesar das modificações promovidas no ambiente pela espécie nucleadora. A folha é o órgão da planta que mais responde às variações ambientais. Em ambientes com maior disponibilidade de luz as espécies tendem a ter uma menor área foliar específica (AFE) e menores distâncias de entrenó. O estudo tem o objetivo de testar as seguintes hipóteses: a) a média de AFE será menor nos indivíduos presentes nos núcleos; b) a média das medidas de entrenó dos indivíduos no núcleo será menor; c) as espécies com maiores índices de valor de cobertura (IVC) e maior frequência nos núcleos serão aquelas com menores valores de AFE na floresta. Foram selecionadas oito espécies com maior frequência e maiores IVC nos núcleos, das quais foram coletadas 20 folhas por indivíduo por ambiente. Estas foram escaneadas, tiveram a área foliar (AF) calculada (Image J), foram pesadas (massa seca - MS) após secagem em estufa e a AFE foi calculada pela razão AF/MS para cada espécie. A distância de entrenó foi medida com paquímetro, em campo, em nós padronizados para cada espécie. Valores de AFE e entrenó nos núcleos e na floresta foram comparados por teste t e a relação entre IVC nos núcleos e a média de AFE na floresta por regressão linear. Para as oito espécies houve diferença significativa nos valores de AFE e entrenós, sendo estes valores menores nos núcleos. Não houve correlação significativa entre IVC nos núcleos e AFE na floresta, mas existe uma tendência, já que estudos mostram relação entre a AFE e o processo de sucessão, com espécies de menor AFE predominando nos estágios iniciais de colonização. A plasticidade foliar é um importante filtro para a colonização dos núcleos de *B. virgilioides*, selecionando as espécies que possuem esta capacidade para compor a comunidade colonizadora dos núcleos.

Palavras-chave: área foliar específica; entrenó, aclimação, nucleação.



## ABSTRACT

Arantes, Carolina S. 2012. Phenotypic plasticity of colonizing forest species in *Bowdichia virgilioides* Kunth. nuclei. MSc. thesis. UFU. Uberlândia-MG. 36–50 p.

Colonizing species in *Bowdichia virgilioides* nuclei in *cerrado sentido restrito* area (a savannic formation) must have plasticity to occur colonization, despite environmental changes promoted by the nucleators species. Leaf is the plant organ that most responds to environmental variations. In environments with greater light availability, species tend to have a lower specific leaf area (SLA) and lower internode distance. The study aims to test the following hypotheses: a) SLA average is lower in individuals present in nuclei b) internode measures average of individuals in nuclei will be smaller, c) species with the highest value coverage index (VCI) and more frequently in nuclei will be those with SLA lower values in forest. We selected eight species more frequently and with the highest VCI in nuclei, of which we collected 20 leaves per individual per environment. Leafs were scanned and had the leaf area calculated (LA) (Image J) and dry mass (DM) weighed, after drying in an oven. SLA was calculated by the ratio  $LA / DM$  for each species. We measured internode distance by caliper, in field, in standardized node for each species. Differences between SLA and internode values in nuclei and in forest were calculated by student t test. Relationship between VCI in nuclei and the SLA average in the forest were calculated by linear regression. For the eight species, there was significant difference in SLA and internode values. These values were lower in the nuclei. There was no significant correlation between VCI in nuclei and SLA in forest, but there is a trend, since studies show a relationship between SLA and succession process, with species of lower SLA predominating in early colonization stages. Leaf plasticity is an important filter for colonization of *B. virgilioides* nuclei, selecting species that have this ability to form the colonizing community in nuclei.

Key words: specific leaf area; internode; acclimation; nucleation.

## 2.1. INTRODUÇÃO

A nucleação é um importante processo influenciador da colonização de áreas degradadas, que envolve a presença de um indivíduo arbóreo isolado na paisagem, capaz de promover mudanças no ambiente sob a copa, que aumentam a probabilidade de colonização por novas espécies (Yarranton & Morrison 1974). A eficiência do processo de colonização está associada à transposição de filtros ambientais pelas espécies, tais como dispersão, germinação, estabelecimento e sobrevivência no local a ser colonizado (McClanahan 1986, Uhl 1987, Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1993, Maun 1994, Lee et al. 1997, Belyea & Lancaster 1999, Holl 1999, Cubiña & Aide 2001). O processo de colonização pode ser acelerado por meio da redução desses filtros ambientais, como efeito da presença de árvores isoladas na paisagem, como indivíduos de *Bowdichia virgilioides* Kunth. em áreas alteradas de cerrado sentido restrito, que promovem um ambiente favorável para a colonização por espécies arbóreas florestais (Guevara et al. 1986, Reis et al. 2003, Manning et al. 2006).

Apesar de todas as modificações que a espécie nucleadora promove no ambiente, facilitando a colonização de ambientes abertos por espécies florestais, o ambiente abaixo da copa da nucleadora ainda possui algumas diferenças do ambiente florestal (maior luminosidade e menor umidade), o que demanda algumas aclimações ou plasticidade para que os indivíduos colonizadores sobrevivam (Holl 1999).

A folha é o órgão da planta que mais responde às variações ambientais, especialmente às variações na incidência luminosa (Dahlgren et al. 2006, Chiamolera et al. 2010). Folhas de ambientes mais sombreados tendem a apresentar uma maior área foliar específica, dada pela razão entre a área foliar e a massa seca da folha, devido à necessidade de aumento da área para interceptação de luz (fator limitante), bem como o aumento de estruturas para aperfeiçoar o processo de fotossíntese (Reich et al. 1999; Dahlgren et al. 2006). Ao contrário, folhas de ambientes com maior disponibilidade de luz tendem a ter uma menor área foliar específica, já que não necessitam de grande área da lâmina foliar para interceptação de luz (Markesteijn et al. 2007).

Outra resposta morfológica das plantas às variações na luminosidade do ambiente é o alongamento do entrenó (Valladares & Niinemets 1999, Ballare & Casal 2000). O aumento na distância entre os nós é uma resposta da planta a diferentes níveis de sombreamento, aumentando a área da folha que recebe luz para realização da

fotossíntese e evitando o auto-sombreamento, quando este recurso é limitante (Pearcy & Yang 1998, Brites & Valladares 2005).

A assembléia de espécies vegetais que irá compor os diferentes estágios de colonização em novos ambientes será direcionada pelas condições ambientais local, principalmente de luz, sendo que cada estágio será composto por espécies com características funcionais que melhor se adaptam ao ambiente (McIntyre et al. 1995, de Grandpre & Bergeron 1997, Turner et al. 1998, Herbert et al. 1999, Bruelheide & Luginbuhl 2009). A morfologia foliar também está associada ao nível de perturbação do ambiente, sendo aqueles mais perturbados, com maior luminosidade, dominados por espécies que possuem folhas menores (Bratton 1985, Bernhardt-Romermann et al. 2011).

Assim, nos estágios iniciais de ocupação de um novo ambiente, as espécies que melhor se adaptam e são selecionadas para a colonização do ambiente são aquelas com menor área foliar específica, como resposta à condição de luz do ambiente (Bernhardt-Romermann et al. 2011). No decorrer do processo de colonização, à medida que ocorre o adensamento de indivíduos e o nível de sombreamento aumenta, a proporção de espécies vegetais com maior área foliar específica também aumenta (Bernhardt-Romermann et al. 2011).

Considerando o processo de nucleação e a plasticidade fenotípica das espécies, este estudo tem o objetivo de testar as seguintes hipóteses:

- a) A média de área foliar específica será menor nos indivíduos presentes nos núcleos do que naqueles da mesma espécie, ocorrentes nas formações florestais, devido principalmente à aclimação para o ambiente com maior disponibilidade de luz direta;
- b) A média das medidas de entrenó dos indivíduos dos núcleos será menor do que daqueles da mesma espécie nas formações florestais, devido à aclimação para a maior disponibilidade de luz no ambiente mais aberto;
- c) As espécies com maiores índices de valor de cobertura e maior frequência nos núcleos serão aquelas com menores valores de área foliar específica na floresta.

## 2.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1. Seleção das espécies para coleta

Os dados do capítulo 1 das principais espécies colonizadoras dos núcleos, com maior frequência de ocorrência e maiores valores de índice de valor de cobertura em cada núcleo, foram utilizados para selecionar as espécies que são mais representativas da comunidade colonizadora. A partir destes dados foram selecionadas: *Cardiopetalum calophyllum* Schltdl., *Myrcia splendens* (Sw.) DC., *Ocotea corymbosa* (Meisn.) Mez., *Ocotea minarum* (Nees) Mez., *Rudgea viburnoides* (Cham.) Benth., *Styrax camporum* Pohl., *Symplocos pubescens* Klotzsch. ex. Benth. e *Tapirira guianensis* Aubl. para a coleta de folhas nos núcleos e no ambiente florestal.

### 2.2.2. Coleta dos dados – área foliar específica e entrenó

Os dados morfológicos foram coletados seguindo as diretrizes do “Handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide” (Cornelissen et al 2003). As coletas foram feitas em pelo menos três indivíduos de cada espécie, em cada ambiente, totalizando 20 folhas por indivíduo, por ambiente. Foram coletadas folhas saudáveis, totalmente expandidas e em um nó padronizado para cada espécie. A escolha do nó foi feita de acordo com a posição da primeira folha totalmente expandida, que variou de acordo com a espécie.

As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas para laboratório, onde foram escaneadas e individualizadas em sacos de papel identificados. Após escaneadas as folhas foram depositadas em estufa a 75°C por 48 horas para secagem do material. As folhas secas foram pesadas em balança de precisão em gramas com três casas decimais para determinar a massa seca das folhas. A área foliar foi calculada pelo programa Image J (Rasband 1997; 2011), considerando a lâmina foliar e o pecíolo, a partir das imagens escaneadas (Cornelissen et al. 2003).

As medidas de entrenó foram obtidas com o auxílio de paquímetro digital, nos mesmos indivíduos que aqueles da coleta de folhas, totalizando 20 medidas por indivíduo, por ambiente (Cornelissen et al. 2003).

### 2.2.3. Análise dos dados

A área foliar específica foi calculada pela razão de área foliar pela massa seca da folha (Cornelissen et al. 2003). A diferença entre as médias de área foliar específica e as médias de medidas de entrenó, entre indivíduos da mesma espécie em ambientes

diferentes, foi testada por meio de teste t de Student de comparação de médias. A relação entre a média do índice de valor de cobertura das espécies no núcleo e a média da área foliar específica das espécies na floresta foi calculada por regressão. Os testes foram rodados no software Systat 10.2 (Wilkinson 2002).

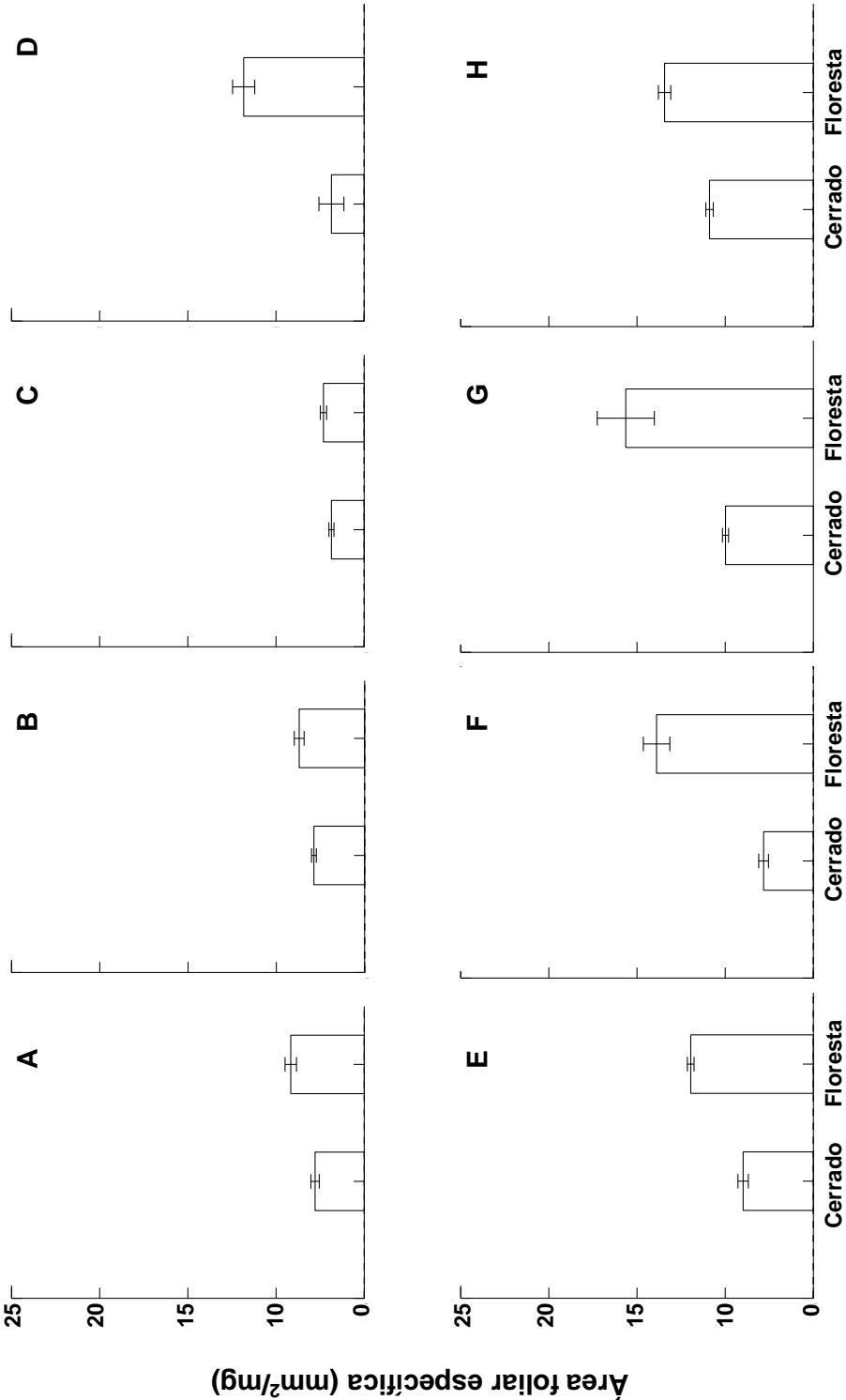
### 2.3. RESULTADOS

As médias dos valores de área foliar específica das oito espécies selecionadas estão compiladas na Tabela 2.1. Para as oito espécies, a área foliar específica foi diferente estatisticamente entre os indivíduos da mesma espécie ocorrentes no núcleo e na floresta, sendo a média de área foliar específica maior na floresta, em comparação aos valores encontrados nos núcleos (Figura 2.1). Este resultado está relacionado à incidência luminosa, que é maior nos núcleos em comparação com o ambiente florestal, acarretando nesta modificação foliar.

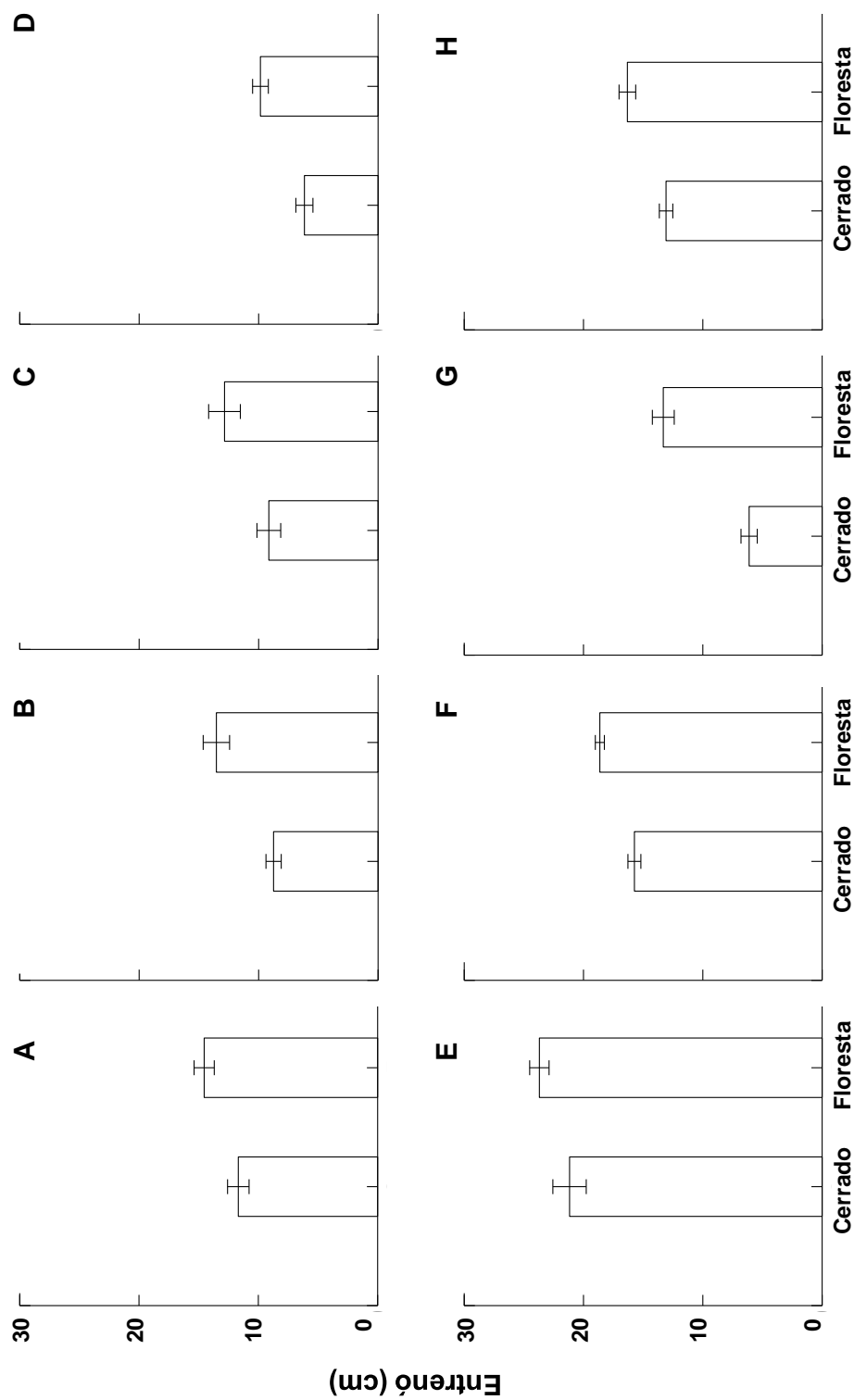
**TABELA 2.1.** Médias de área foliar específica e entrenó para cada espécie no núcleo e no ambiente florestal da Estação Ecológica do Panga. AFE=média de área foliar específica ( $\text{mm}^2/\text{mg}$ ) por espécie; N=núcleo; F=floresta; t=valor do teste t de Student; EN=média do valor de entrenó (cm). \* indica diferença significativa nas médias dos valores para núcleo e floresta ( $p<0,05$ ).

Espécies	Entrenó coletado	AFE			EN		
		N	F	t	N	F	t
<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schltdl.	2°-3°	10,89	13,44	6,37*	13,08	16,32	3,62*
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	2°-3°	7,82	13,89	8,12*	15,73	18,63	4,35*
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez.	2°-3°	6,86	7,31	3,19*	9,15	12,86	2,30*
<i>Ocotea minarum</i> (Nees) Mez.	4°-5°	5,12	11,83	9,21*	6,17	9,85	6,01*
<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	1°-2°	8,98	11,96	8,24*	21,17	25,17	3,79*
<i>Styrax camporum</i> Pohl.	2°-3°	7,87	9,13	3,09*	8,75	13,54	3,98*
<i>Symplocos pubescens</i> Klotzsch. ex. Benth.	2°-3°	7,87	15,64	6,28*	6,12	13,31	3,65*
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	4°-5°	7,79	9,17	3,49*	11,68	14,54	2,32*

Para as medidas de entrenó, também houve diferença significativa, para todas as espécies, nas médias dos valores encontrados entre os indivíduos no núcleo e no ambiente florestal, com a média das medidas de entrenó maior nos indivíduos presentes no ambiente florestal (Figura 2.2). As médias de medidas de entrenó por espécie estão compiladas na tabela 2.1.

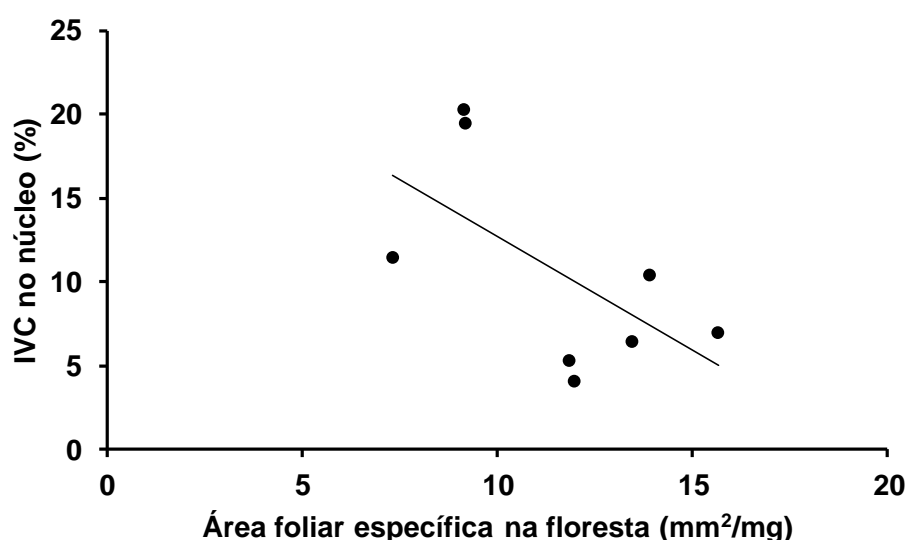


**FIGURA 2.1.** Médias dos valores de área foliar específica das espécies no núcleo e na floresta na Estação Ecológica do Panga. A=*Tapirira guianensis*; B=*Styrax camporum*; C=*Ocotea corymbosa*; D=*Ocotea minarum*; E=*Rudgea viburnoides*; F=*Myrcia splendens*; G=*Symplocos pubescens*; e H=*Cardiopetalum calophyllum*.



**FIGURA 2.2.** Médias dos valores de entrenó das espécies no núcleo e na floresta na Estação Ecológica do Panga. A=*Tapirira guianensis* (4°-5° nó); B=*Styrax camporum* (2°-3° nó); C=*Ocotea corymbosa* (2°-3° nó); D=*Ocotea minarum* (4°-5° nó); E=*Rudgea viburnoides* (1°-2° nó); F=*Myrcia splendens* (2°-3° nó); G=*Symplocos pubescens* (2°-3° nó); e H=*Cardiopetalum calophyllum* (2°-3° nó).

A relação entre o índice de valor de cobertura das espécies colonizadoras nos núcleos e a área foliar específica destas espécies no ambiente florestal não foi estatisticamente significativa. Porém, existe uma tendência de relação negativa entre esses dois parâmetros (Figura 2.3). Assim, as espécies que possuem menor área foliar específica no ambiente florestal são as principais colonizadoras em núcleos de *Bowdichia virgilioides*, pois são favorecidas em ambiente com maior disponibilidade de luz.



**FIGURA 2.3.** Tendência da relação negativa entre média do índice de valor de cobertura (%) das espécies colonizadoras no núcleo e a média de área foliar específica (mm²/mg) destas espécies no ambiente florestal. IVC: média do índice de valor de cobertura das espécies colonizadoras do núcleo em porcentagem.

## 2.4. DISCUSSÃO

Os valores médios de área foliar específica maiores em indivíduos de sombra, comparados aos indivíduos colonizadores dos núcleos, encontrados no presente estudo, também foram encontrados em estudos testando crescimento de plantas e desenvolvimento de folhas em diferentes níveis de sombreamento (Stuefer & Huber 1998, Gratani et al. 2006, Franco & Dilenburg 2007, Nouvellon et al. 2010, Conforto et al. 2011). Este resultado reflete a resposta plástica das espécies vegetais, mediante as variações na disponibilidade de luz em diferentes ambientes (Westoby 1998, Poorter & Bongers 2006, Douma et al. 2011).

Os menores valores de área foliar específica encontrados no presente estudo nas folhas dos indivíduos nos núcleos são resultado da redução da área da lâmina foliar e do



investimento em estruturas envolvidas no processo fotossintético (Valladares & Niinemets 1999, Klich 2000). Em ambientes mais iluminados, a área da folha utilizada para a captação de luz é reduzida, para evitar o excesso de exposição da folha ao sol, para reduzir a perda de água por transpiração e o aumento da temperatura (Klich 2000, Gratani et al. 2006).

O aumento nas médias de comprimento nos entrenós também indica uma estratégia em resposta à incidência luminosa (Arens & Baracaldo 2000). Quanto mais sombreado o ambiente, maior a competição por luz e a necessidade de desenvolver estratégias que permitam a otimização da captação de luz para realização da fotossíntese (Morgan & Smith 1979, Thomas & Raper 1985, Ballare et al. 1991, Beall et al. 1996, Arens & Baracaldo 2000).

Assim, o aumento da distância dos entrenós das folhas reduz o auto-sombreamento e aumenta a área de captação de luz (Percy & Yang 1998, Yamada et al. 2000). Em ambientes com maior incidência luminosa, como nos núcleos, o investimento em aumento da distância entre folhas não é necessário, já que a capacidade fotossintética é alcançada com pequenas áreas e o auto-sombreamento não interfere na eficiência da fotossíntese (Senevirathna et al. 2003, Gratani et al. 2006, Conforto et al. 2011).

A ausência de resultado estatisticamente significativo para a relação entre área foliar específica das espécies na floresta e o índice de valor de cobertura nos núcleos pode ter ocorrido devido ao número de amostras consideradas ( $n=6$ ). Entretanto, é possível afirmar que existe uma tendência de relação negativa entre esses parâmetros, já que estudos mostram que a área foliar específica tende a aumentar, à medida que o processo de colonização avança (Bazzaz 1979, Reich et al. 1995, Westoby et al. 2002, Navas et al. 2010).

Essas mudanças na morfologia da folha ao longo do processo de colonização de novas áreas refletem a mudança nas condições abióticas que ocorrem durante o processo, em diferentes estágios, principalmente em relação à luminosidade (Douma et al. 2011). Como a área foliar específica está associada à disponibilidade de luz, os estágios sucessionais marcados por ambientes mais iluminados (estágios iniciais de colonização, que condizem com as condições dos núcleos) são dominados por espécies com menores áreas foliares específicas (Reich et al. 2003, Douma et al. 2011). À medida que o ambiente é ocupado por novos indivíduos e, conseqüentemente, ocorre o aumento

do nível de sombreamento, espécies com maiores valores de área foliar específica começam a compor a comunidade (Wilson et al. 1999, Dahlgren et al. 2006).

A colonização de uma área é influenciada por filtros ambientais, que selecionam as espécies de acordo com as características que permitam a germinação, crescimento e sobrevivência dos indivíduos no local a ser colonizado (Holl 1999). Portanto, a condição de maior luminosidade nos núcleos, em relação ao ambiente florestal, seleciona as espécies com maior plasticidade foliar, necessária para os indivíduos colonizadores. Além disso, as espécies que naturalmente possuem menor área foliar na floresta (*Styrax camporum* – média de IVC = 0,20; média de AFE na floresta = 9,13; *Tapirira guianensis* – média de IVC = 0,20; média de AFE na floresta = 9,17; e *Ocotea corymbosa* – média de IVC = 0,11; média de AFE na floresta = 7,31), em comparação com as demais colonizadoras, possuem maior sucesso na colonização dos núcleos, já que espécies com menores valores de área foliar específica são mais resistentes e conseguem se regenerar mediante distúrbios (Bernhardt-Romermann et al. 2011).

## 2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A plasticidade foliar é um importante filtro determinante da composição de espécies colonizadoras nos núcleos de *B. virgilioides*. Uma abordagem não utilizada no presente estudo, mas que também influencia na composição da comunidade florestal colonizadora nos núcleos, é a variabilidade intra-específica, incluindo as variações nos traços funcionais (área foliar específica e entrenó) nos indivíduos em diferentes estágios de desenvolvimento. Algumas espécies podem apresentar maior variabilidade intra-específica, quando comparadas a outras espécies, o que as capacita a sobreviverem em ambientes diversos e, por isso, são favorecidas no processo de colonização (Bolnick et al. 2003, Albert et al. 2010). As espécies podem, ainda, apresentar variação nos traços funcionais entre os indivíduos em diferentes estágios de desenvolvimento, sendo os estágios mais jovens com maior plasticidade e, conseqüentemente, melhor aclimatados para a colonização (Coleman et al. 1994, Albert et al. 2011).

## 2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albert, C. H., Grassien, F., Schurr, F. M., Vieilledent, G. & Violle, C. 2011. When and how should intraspecific variability be considered in trait-based plant ecology? **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics** **13**: 217-225.
- Albert, C. H.; Thuiller, W.; Yoccoz, N. G.; Soudant, A.; Boucher, F.; Saccone, P. & Lavorel, S. 2010. Intraspecific functional variability: extent, structure and sources of variation. **Journal of Ecology** **98**: 604-613.
- Arens, N. C. & P. S. Baracaldo. 2000. Variation in tree fern stipe length with canopy height: Tracking preferred habitat through morphological change. **American Fern Journal** **90**:1-15.
- Ballare, C. L. & Casal J. J. 2000. Light signals perceived by crop and weed plants. **Field Crops Research** **67**:149-160.
- Ballare, C. L.; Sanchez, R. A.; Scopel, A. L.; Casal, J. J. & Ghera, C. M. 1987. Early detection of neighbor plants by phytochrome perception of spectral changes in reflected sunlight. **Plant Cell and Environment** **10**:551-557.
- Ballare, C. L.; Scopel, A. L. & Sanchez, R. A. 1991. Photocontrol of stem elongation in plant neighborhoods - effects of photon fluency rate under natural conditions of radiation. **Plant Cell and Environment** **14**:57-65.
- Bazzaz, F. A. 1979. Physiological ecology of plant succession. **Annual Review of Ecology and Systematics** **10**:351-371.
- Beall, F. D.; Yeung, E. C. & Pharis, R. P. 1996. Far-red light stimulates internode elongation, cell division, cell elongation, and gibberellin levels in bean. **Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne De Botanique** **74**:743-752.
- Belyea, L. R. & Lancaster, J. 1999. Assembly rules within a contingent ecology. **Oikos** **86** (3): 402-416.
- Bernhardt-Roemermann, M.; Gray, A.; Vanbergen, A. J.; Berges, L.; Bohner, A.; Brooker, R. W.; De Bruyn, L.; De Cinti, B.; Dirnboeck, T.; Grandin, U.; Hester, A. J.; Kanka, R.; Klotz, S.; Loucougaray, G.; Lundin, L.; Matteucci, G.; Meszaros, I.; Viktor, O.; Preda, E.; Prevosto, B.; Pykala, J.; Schmidt, W.; Taylor, M. E.; Vadineanu, A.; Waldmann, T.; & Stadler, J. 2011. Functional traits and local environment predict vegetation responses to disturbance: a pan-European multi-site experiment. **Journal of Ecology** **99**:777-787.
- Bolnick, D. I.; Svanback, R.; Fordyce, J. A.; Yang, L. H.; Davis, J. M.; Hulsey, C. D. & Forister, M. L. 2003. The ecology of individuals: incidence and implications of individual specialization. **American Naturalist** **161**: 1-28.
- Bratton, S. P. 1985. Effects of disturbance by visitors on 2 woodland orchid species in great-smoky-mountains-national-park, USA. **Biological Conservation** **31**:211-227.
- Brites, D. & Valladares, F. 2005. Implications of opposite phyllotaxis for light interception efficiency of Mediterranean woody plants. **Trees-Structure and Function** **19**:671-679.
- Bruelheide, H. & Luginbuehl, U. 2009. Peeking at ecosystem stability: making use of a natural disturbance experiment to analyze resistance and resilience. **Ecology** **90**:1314-1325.

- Chiamolera, L. B.; Ângelo, A. C. & Boeger, M. R. 2010. Resposta morfoanatômica da folha de *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl (Podocarpaceae) implantado em duas áreas com diferentes graus de sucessão às margens do Reservatório Iraí – PR. **Biotemas** **23** (2): 1-11.
- Coleman, J. S., McConnaughay, K. D. M. & Ackerly, D. D., 1994. Interpreting phenotypic variation in plants. **Trends in Ecology & Evolution** **9**: 187-191.
- Conforto, E. C., Bittencourt-Junior, N. S.; Scaloppi-Junior, E. J.; & Moreno, R. M. B. 2011. Comparação entre folhas sombreadas de sete clones adultos de seringueira. **Revista Ceres** **58**:29-34.
- Cornelissen, J. H. Lavorel, C., S.; Garnier, E.; Diaz, S.; Buchmann, N.; Gurvich, D. E.; Reich, P. B.; ter Steege, H.; Morgan, H. D.; van der Heijden, M. G. A.; Pausas, J. G.; & Poorter, H. 2003. A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany** **51**:335-380.
- Cubiña, A. & Aide, T. M. 2001. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropica pasture. **Biotropica** **33**(2): 260-267.
- Dahlgren, J. P.; Eriksson, O.; Bolmgren, K.; Strindell, M. & Ehrlén, J. 2006. Specific leaf area as a superior predictor of changes in field layer abundance during forest succession. **Journal of vegetation Science** **17**: 577-582.
- de Grandpre, L. & Bergeron, Y. 1997. Diversity and stability of understorey communities following disturbance in the southern boreal forest. **Journal of Ecology** **85**:777-784.
- Douma, J. C.; Hann, M. A.; Aerts, R.; Witte, J. P. M.; & Bodegom, P. M. 2011. Succession-induced trait shifts across a wide range of NW European ecosystems are driven by light and modulated by initial abiotic conditions. **Journal of Ecology** **no prelo**.
- Franco, A. M. S. & Dillenburg, L. R. 2007. Ajustes morfológicos e fisiológicos em plantas jovens de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em resposta ao sombreamento. **Hoehnea** **34**:135-144.
- Gratani, L., F. Covone, & Larcher, W. 2006. Leaf plasticity in response to light of three evergreen species of the Mediterranean maquis. **Trees-Structure and Function** **20**:549-558.
- Guevara, S.; Purata, S. E. & Van der Maarel, E. 1986. The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. **Vegetatio** **66**: 77-84.
- Herbert, D. A.; Fownes, J. H.; & Vitousek, P. M. 1999. Hurricane damage to a Hawaiian forest: Nutrient supply rate affects resistance and resilience. **Ecology** **80**:908-920.
- Holl, K. D. 1999. Factors Limiting Tropical Rain Forest Regeneration in Abandoned Pasture: Seed Rain, Seed Germination, Microclimate, and Soil. **Biotropica** **31**: 229-242.
- Klich, M. G. 2000. Leaf variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. **Environmental and Experimental Botany** **44**:171-183.
- Lee, D. W.; Oberbauer, S. F.; Krishnapilay, B.; Mansor, M.; Mohamad, H.; & Yap, S. K. 1997. Effects of irradiance and spectral quality on seedling development of two Southeast Asian Hopea species. **Oecologia** **110**:1-9.

- Manning, A.; Fischer, J. & Lindenmayer, D. B. 2006. Scattered trees are keystone structures – Implications for conservation. **Biological Conservation** **132**: 311-321.
- McClanahan, T. R. 1986. The effect of a seed source on primary succession in a forest ecosystem. **Vegetatio** **65** (3): 175-178.
- McIntyre, S.; Lavorel, S.; & Tremont, R. M. 1995. Plant life-history attributes - their relationship to disturbance responses in herbaceous vegetation. **Journal of Ecology** **83**:31-44.
- Markesteijn, L.; Poorter, L. & Bongers, F. 2007. Light-dependent leaf trait variation in 43 tropical dry forest tree species. **American Journal of Botany** **94** (4): 515-525.
- Maun, M. A. 1994. Adaptations enhancing survival and establishment of seedlings on coastal dune systems. **Vegetatio** **111**:59-70.
- Morgan, D. C. & Smith, H. 1979. Function of phytochrome in the natural-environment .8. Systematic relationship between phytochrome-controlled development and species habitat, for plants grown in simulated natural radiation. **Planta** **145**:253-258.
- Navas, M. L.; Roumet, C.; Bellmann, A.; Laurent, G.; & Garnier, E. 2010. Suites of plant traits in species from different stages of a Mediterranean secondary succession. **Plant Biology** **12**:183-196.
- Nouvellon, Y.; Laclau, J. P.; Epron, D.; Kinana, A.; Mabiala, A.; Roupsard, O.; Bonnefond, J. M.; le Maire, G.; Marsden, C.; Bontemps, J. D. & Saint-Andre, L. 2010. Within-stand and seasonal variations of specific leaf area in a clonal Eucalyptus plantation in the Republic of Congo. **Forest Ecology and Management** **259**:1796-1807.
- Pearcy, R. W. & Yang, W. 1998. The functional morphology of light capture and carbon gain in the Redwood forest understorey plant *Adenocaulon bicolor* Hook. **Functional Ecology** **12**:543-552.
- Poorter, L. & Bongers, F. 2006. Leaf traits are good predictors of plant performance across 53 rain forest species. **Ecology** **87**:1733-1743.
- Rasband, W. S. 1997-2011. ImageJ 1.34n. **National Institutes of Health**. <<http://imagej.nih.gov/ij/>> (acesso em 22 nov. 2010).
- Reich, P. B.; Ellsworth, D. S. & Uhl, C. 1995. Leaf carbon and nutrient assimilation and conservation in species of differing successional status in an oligotrophic amazonian forest. **Functional Ecology** **9**:65-76.
- Reich, P. B.; Ellsworth, D.S.; Walters, M. B.; Vose, J. M.; Gresham, C.; Volin, J. C. & Bowman, W. D. 1999. Generality of leaf trait relationships: A test across six biomes. **Ecology** **80** (6): 1955-1969.
- Reich, P. B.; Wright, I. J.; Cavender-Bares, J.; Craine, J. M.; Oleksyn, J.; Westoby, M. & Walters, M. B. 2003. The evolution of plant functional variation: Traits, spectra, and strategies. **International Journal of Plant Sciences** **164**:S143-S164.
- Reis, A.; Bechara, F. C.; Espíndola, M. B.; Vieira, N. K. & Souza, L. L. 2003. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação** **1**: 28-36.
- Senevirathna, A.; Stirling, C. M. & Rodrigo, V. H. L. 2003. Growth, photosynthetic performance and shade adaptation of rubber (*Hevea brasiliensis*) grown in natural shade. **Tree Physiology** **23**:705-712.

- Stuefer, J. F. & Huber, H. 1998. Differential effects of light quantity and spectral light quality on growth, morphology and development of two stoloniferous *Potentilla* species. **Oecologia** **117**:1-8.
- Thomas, J. F. & Raper, C. D. 1985. Internode and petiole elongation of soybean in response to photoperiod and end-of-day light quality. **Botanical Gazette** **146**:495-500.
- Turner, I. M. 1996. Species Loss in Fragments of Tropical Rain Forest: A Review of the Evidence. **Journal of Applied Ecology** **33**:200-209.
- Uhl, C. 1987. Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in amazonia. **Journal of Ecology** **75**:377-407.
- Valadares, F. & Niinemets, Ü. 1999. The Architecture of plant crowns: from design rules to light capture and performance. Pp. 101-149. In: Pugnaire, F. I. & Valadares, F. (Ed.) **Functional Plant Ecology**. Boca Raton, CRC Press.
- Vázquez-Yanes, C. & Orozco-Segovia, A. 1993. Patterns of Seed Longevity and Germination in the Tropical Rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics** **24**: 69-87.
- Westoby, M. 1998. A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. **Plant and Soil** **199**:213-227.
- Westoby, M.; Falster, D. S.; Moles, A. T.; Vesk, P. A. & Wright, I. J. 2002. Plant ecological strategies: Some leading dimensions of variation between species. **Annual Review of Ecology and Systematics** **33**:125-159.
- Wilkinson, L. 2002. **SYSTAT: the system for statistics**. SYSTAT Inc., Chicago, Illinois.
- Wilson, P. J.; Thompson, K. & Hodgson, J. G. 1999. Specific leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies. **New Phytologist** **143**:155-162.
- Yamada, T.; Okuda, T.; Abdullah, M.; Awang, M. & Furukawa, A. 2000. The leaf development process and its significance for reducing self-shading of a tropical pioneer tree species. **Oecologia** **125**:476-482.
- Yarranton, G. A. & Morrison, R. G. 1974. Spatial Dynamics of a Primary Succession: Nucleation. **Journal of Ecology** **62**: 417-428.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Áreas abertas do Cerrado podem ser colonizadas por espécies arbóreas florestais, mediante a facilitação de árvores isoladas na paisagem, que modificam o ambiente ao entorno, aumentando a probabilidade de colonização no local. Nos núcleos de *B. virgilioides* do cerrado sentido restrito na Estação Ecológica do Panga, as principais espécies florestais colonizadoras são *Tapirira guianensis*, *Symplocos pubescens*, *Styrax camporum*, *Ocotea corymbosa*, *Cardiopetalum calophyllum*, *Ocotea minarum*, *Rudgea viburnoides* e *Myrcia splendens*.

A colonização desses núcleos é influenciada pela disponibilidade de propágulos e agentes dispersores na formação florestal adjacente, pela distância do núcleo à borda desta formação, pelo tamanho da área de influência do indivíduo nucleador e pela capacidade de aclimação, especialmente das folhas, dos indivíduos colonizadores ao ambiente mais iluminado do núcleo.

A variabilidade intra-específica é um fator importante, que determina a eficiência de colonização dos indivíduos, pela capacidade de sobreviverem em um amplo espectro de condições ambientais. O estudo desta variabilidade, especialmente entre indivíduos em diferentes estágios de desenvolvimento, trará grandes contribuições no entendimento dos fatores determinantes da composição de espécies colonizadoras de núcleos vegetacionais.

