



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

**COMUNIDADES DE MONOCOTILEDÔNEAS HERBÁCEAS E
PTERIDÓFITAS TERRESTRES E SUAS RELAÇÕES COM O AMBIENTE EM
MATA DE GALERIA NO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA.**

ANDRIELLE CRISTINE MEDEIROS DE SOUZA

Brasília -DF

2014

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**COMUNIDADES DE MONOCOTILEDÔNEAS HERBÁCEAS E
PTERIDÓFITAS TERRESTRES E SUAS RELAÇÕES COM O AMBIENTE EM
MATA DE GALERIA NO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA.**

ANDRIELLE CRISTINE MEDEIROS DE SOUZA

BRASÍLIA, DISTRITO FEDERAL

MARÇO DE 2014

**COMUNIDADES DE MONOCOTILEDÔNEAS HERBÁCEAS E
PTERIDÓFITAS TERRESTRES E SUAS RELAÇÕES COM O AMBIENTE EM
MATA DE GALERIA NO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA.**

Dissertação de mestrado apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Botânica.

Aluna

ANDRIELLE CRISTINE MEDEIROS DE SOUZA

Orientadora

Dra. CÁSSIA RODRIGUES BEATRIZ MUNHOZ

Brasília, Distrito Federal

Março de 2014

**COMUNIDADES DE MONOCOTILEDÔNEAS HERBÁCEAS E
PTERIDÓFITAS TERRESTRES E SUAS RELAÇÕES COM O AMBIENTE EM
MATA DE GALERIA NO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA.**

Trabalho realizado junto ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Botânica.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Cássia Beatriz Rodrigues Munhoz

Orientador – UnB

Prof. Dr. Pedro Vasconcellos Eisenlohr

Membro Titular - UNEMAT

Profa. Dra. Lúcia Helena Soares Silva

Membro Titular - UnB

Prof. Dr. Manoel Cláudio Silva Júnior

Membro Suplente - UnB



E quem trabalha no meio do mato tem o prazer de
desfrutar das mais belas paisagens!

Agradecimentos

Os incríveis momentos de campo, as horas sentadas em frente ao computador, dias no herbário e na biblioteca, tudo em uma tentativa de mostrar ao mundo o seu trabalho. E a pesquisa só se torna realizável graças a muitas pessoas que participam direta ou indiretamente dela, pessoas que compartilharam momentos de uma tarefa que parece interminável, mas que nos dão orgulho e prazer. E é a essas pessoas que gostaria de agradecer, afinal “*uma andorinha só não faz verão!*”

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo, tão importante nesse período.

À minha orientadora Professora Cássia Beatriz Rodrigues Munhoz, pela confiança, dedicação, paciência e incentivo, além da indiscutível amizade e compreensão em momentos difíceis. Pelos “puxões de orelha” quando foi necessário e principalmente por acreditar que tudo isso seria possível e que no final seria ótimo.

Ao meu coorientador Fred Takahashi, que foi primordial no trabalho, sempre me ajudando quando eu estava perdida e por principalmente me ensinar estatística, um mundo antes tão desconhecido.

Aos representantes da banca por contribuir com esse trabalho.

À Aryanne Amaral por toda ajuda e ensinamento. Jamais esquecerei os aprendizados e as conversas na Chapada. À Priscila Reis e à professora Graça pela ajuda nas identificações do material. Ao amigo Mayco pelas ajudas constantes em todo o decorrer do curso e toda a galera da minha turma do curso de pós-graduação.

Aos vigilantes Paulo e Jonnatas do Parque Nacional por serem sempre tão simpáticos!

À Anna Paula e à Isabela, que foram minhas companheiras apenas uma vez, mas porque sabiam do meu real desespero. À minha prima Danielly, que deixou de curtir suas férias para me acompanhar no campo. O que seria de mim sem as suas consultas de psicóloga? À Prilla Arantes pela correção do texto em inglês e por estar sempre disposta a me ajudar.

Ao Vicente Arcela e André Mesquita por toda ajuda no campo e nas demais atividades. Eu tive a sorte de ter companheiros tão bons.

À 3M por vender o melhor rolo de folhas adesivas e a melhor fita crepe! Afinal, o que seria de mim sem elas contra os carrapatos?

Aos meus amigos do UniCEUB que foram essenciais para esse trabalho, ao Gabriel Vicentini pelas conversas enriquecedoras e por todas as idas ao campo, sem você eu não teria conseguido terminar a tempo. Ao Fernando Fruteiro, por me salvar quando eu já estava no final do segundo tempo, obrigada pela confiança. Ao Raul Azevedo pela confecção do mapa, pela ajuda com o croqui e pela paciência das muitas vezes que tivemos que alterar algo. Aos outros amigos que embora não participaram diretamente

no meu trabalho foram incentivadores para que ele fosse realizado, que sempre me aconselharam e não me deixaram desistir.

À professora Andrea Libano por todo o incentivo. Por me acolher como uma amiga, por estar sempre disposta a me ajudar e por fazer eu me apaixonar pelo mundo da botânica, sem você nada disso seria possível!

Aos meus sogros, tios, primos e agregados pelo grande apoio, pelos conselhos e incentivos nas minhas escolhas. Aos amigos que eu estive ausente, mas que torceram por mim e me apoiaram, sei que estou devendo muitos convites!

Às minhas duas pequenas, Bia e Naty, que foram minhas companheiras em todo o resto, que embora não puderam ir para campo comigo foram essenciais, nas conversas, incentivos e por serem as minhas pequenas companheiras sempre!

Ao meu companheiro, amigo e “namorado” Ramildo Passos, por todas as vezes que acordou cedo para me acompanhar no campo, que deixou de curtir vários fins de semana, simplesmente porque eu precisava acabar a tempo. Pelas referências conferidas e corrigidas. Por me incentivar a buscar sempre o melhor, seja pessoal ou profissionalmente. Por me emprestar seu ouvido e atenção por todo esse caminho e por acreditar em mim!

Por fim agradeço à minha mãe, ao meu pai e meu irmão. Deixei vocês por último, porque sempre deixo o melhor para o final, e vocês são o melhor da minha vida. Aos meus pais que sempre me acharam A MELHOR de todas, mesmo não sendo. Isso só me fortaleceu e me fez tentar, não ser A MELHOR, mas a fazer o melhor de mim.

Obrigada Mamãe, pelo seu apoio incondicional ao longo deste processo de dissertação e de muitos outros. Obrigada por acreditar em mim, mesmo quando eu não acreditava. Obrigada Papai, por todas as conversas e dedicação; o que seria da minha vida sem os seus ensinamentos e conselhos? Obrigada pela confiança que vocês tanto depositaram em mim e por entender a minha ausência na fazenda, eu sei que muitas vezes vocês ficaram tristes por eu não acompanhá-los.

Ao meu irmão, que eu tenho o maior amor do mundo. Obrigada por ser o melhor irmão, amigo e companheiro! E principalmente por ser meu protetor! Você foi, é e sempre será a melhor parte da minha vida!

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento e conclusão desse trabalho.

A Deus acima de tudo!

Obrigada!

Sumário

Introdução geral	1
Introdução	5
Material e métodos	7
<i>Área de estudo</i>	7
<i>Amostragem da vegetação</i>	9
<i>Variáveis ambientais</i>	13
<i>Abertura de dossel</i>	13
<i>Umidade do solo</i>	14
<i>Declividade</i>	14
<i>Distância da SUA para o curso d'água e para a borda de mata</i>	15
<i>Serapilheira</i>	15
<i>Análise dos dados</i>	16
Resultados	19
<i>Composição e Estrutura Florística</i>	19
<i>Vegetação e Variáveis Ambientais</i>	26
Discussão	32
Referências Bibliográficas	37

Resumo

Matas de galeria são áreas florestais associadas a cursos d'água. A composição florística e a estrutura do componente herbáceo em matas de galeria são pouco conhecidas, o mesmo ocorre em relação à influência das variações ambientais e espaciais nessas comunidades. O componente herbáceo dessas matas é formado principalmente por monocotiledôneas e samambaias. O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito do ambiente e do espaço na composição de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres, além de caracterizar a cobertura e diversidade dessas em uma mata de galeria no Parque Nacional de Brasília, no Distrito Federal. Foi determinada a cobertura das espécies em linhas de amostragem dispostas perpendiculares ao ribeirão. Foram coletados dados de espessura de serapilheira, umidade do solo, abertura de dossel, declividade, distância do curso d'água e distância da borda de mata. Para a análise dos dados foram obtidos parâmetros fitossociológicos, a diversidade avaliada por rarefação e extrapolação de estimativas de Hill numbers, Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS). As relações da vegetação com o ambiente foram avaliadas através de regressões múltiplas e análise de redundância com filtros espaciais e particionamento da variância associada a variáveis ambientais e espaço. Foram registradas 24 espécies de samambaias e 30 de monocotiledôneas, essa última sendo responsável por 80% da cobertura. A cobertura total das espécies tendeu a diminuir com a distância do curso d'água, distância de borda da mata e espessura de serapilheira. A composição de espécie também foi influenciada pela distância do curso d'água e distância de borda e, adicionalmente, pela abertura do dossel, afetando principalmente o balanço das espécies mais frequentes como *Homolepis glutinosa*, *Ichnanthus pallens*, *Oplismenus hirtellus*, além de *Olyra taquara* e *Cyathea delgadii*. Entretanto, o espaço foi o principal determinante da cobertura das espécies na escala deste trabalho sendo que efeitos ambientais potenciais não puderam ser separados do efeito espacial.

Palavras-chave: Cerrado, distância do curso d'água, distância da borda, Hill numbers, padrões espaciais, samambaias.

Abstract

Gallery forests are areas associated to watercourses. The floristic and structural composition of the herbaceous component are little known in riparian forests and little is known about the influence of environmental and spatial variations in these communities. The herbaceous component of these forests is mainly made up of monocots and ferns. The object of this work has been to determine how environment and space affect the composition and coverage of terrestrial herbaceous and ferns, and also, to describe their coverage and diversity in a gallery forest at Parque Nacional de Brasília, in Distrito Federal. Was determined to cover the species sampling lines arranged perpendicular to the stream. The species coverage on sampling lines arranged perpendicular to the stream was determined. We collected data from litter accumulation, soil moisture, canopy cover, slope, and distance from the stream and away from the forest edge. We analyzed phytosociological parameters, diversity assessed by thinning and extrapolation of estimates of numbers Hill and non-metric multidimensional scaling (NMDS). The relationships between vegetation and environment were evaluated using multiple regressions and redundancy analysis with special filters and variance partitioning associated to environmental and special variables. 24 fern species were recorded along with 30 monocot species, and the latter is responsible for 80% of the coverage. The total coverage of the species showed tendency for decreasing with increasing distance from the water and the forest edge and thinning of the litter. Species composition was also affected by distance from the edge and the watercourse, as well as canopy opening, affecting mainly the balance of the more frequent species such as *Homolepis glutinosa*, *Ichnanthus pallens*, *Oplismenus hirtellus*, besides *Olyra taquara* and *Cyathea delgadii*. Space, however, was the determinant factor regarding species coverage in the scale of this work, even though potential environmental effects could not be isolated from the spatial effect.

Key words: Cerrado, distance from the watercourse, distance from the edge, Hill numbers, special patterns, ferns.

Índice de tabelas

Tabela 1. Espécies de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres amostradas na mata de galeria do ribeirão Bananal no Parque Nacional de Brasília, Brasília-DF, com seus respectivos parâmetros fitossociológicos, em ordem alfabética da família. Voucher: Número do coletor A. C. M. Souza; VI: valor de importância; CA (m): cobertura absoluta; CR (%): cobertura relativa; FA (%): frequência absoluta; FR (%): frequência relativa. 23

Índice de figuras

- Figura 1.** Localização do Parque Nacional de Brasília, em Brasília, DF, Brasil. Em detalhe, a localização da área de amostragem no Parque, demarcada com um triângulo. 8
- Figura 2.** Mata de galeria do ribeirão do Bananal no Parque Nacional de Brasília. Figura (A): visão geral da mata de galeria mostrando o ribeirão abaixo do nível do solo da mata. Figura (B): linha de caminamento da parcela ripária..... 9
- Figura 3.** Desenho esquemático mostrando a configuração da metodologia em campo. Em azul o delineamento do ribeirão; alinha cheia dividida em segmentos configura o corredor de caminamento da parcela ripária do RAPELD. Os transectos são representados pelos quadrados podendo variar de tamanho nas bordas da mata e nas beiras rio, e as linhas de amostragem demonstradas em vermelho. A parcela em amarelo representa a parcela de beira rio, podendo variar seu tamanho conforme sua alocação, assim como as parcelas de borda de mata. 10
- Figura 4.** Método de interseção na linha utilizado para amostragem das monocotiledôneas herbáceas e das samambaias terrestres da mata de galeria em cada linha, separadas por unidades amostrais..... 11
- Figura 5.** Croqui da área com a posição das linhas de amostragem de monocotiledôneas herbáceas e samambaias (variando dependendo do tamanho da mata), equidistante a 1 m dos transectos subdivididos em parcelas (10 ×10 m), onde na porção central coletam-se as variáveis ambientais. Linha azul escura = curso d'água principal. Linha azul clara = curso d'água secundário. Linha vermelha = linha de amostragem da vegetação..... 12
- Figura 6.** Esquema da configuração da medida de declividade para cada linha amostrada. O ponto central da parcela corresponde ao ponto aonde o observador fez a visada entre as balizas, representadas pelas setas. L1 e L2 = linhas de amostragem. 15
- Figura 7.** Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) de Hill numbers de ordem 0 (riqueza), 1 e 2 e curva de cobertura da amostra em função do tamanho da amostragem (número de SUAs). Áreas marcadas em cinza correspondem aos intervalos de confiança de 95% baseado na variância incondicional dos estimadores. Círculos correspondem aos valores obtidos na amostragem realizada (206 SUAs) sendo a extrapolação calculada até obtenção do dobro de amostras (412 SUAs). Números na área de plotagem indicam valores estimados com 206 e 412 SUAs.20
- Figura 8.** Porcentagem de espécies e cobertura relativa para as famílias de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres da mata de galeria do ribeirão Bananal no Parque Nacional de Brasília, Brasília, DF; demais famílias, representadas por uma única espécie na área.21
- Figura 9.** Cobertura e frequência relativa das espécies de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres encontradas na mata de galeria do ribeirão Bananal.22

Figura 10. Diagrama de ordenação pelo método de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) para a cobertura das espécies nas unidades amostrais da mata de galeria do ribeirão Bananal no Parque Nacional de Brasília, Brasília-DF. (Stress=0,03). Círculo tracejado: unidades amostrais de beira-ribeirão e borda de mata. Círculo contínuo: unidades em áreas de brejo e maior umidade. Triângulo contínuo: unidades amostrais com maiores camadas de serapilheira. Triângulo tracejado: unidades com menores camadas de serapilheira. Círculo pequeno: subunidades amostrais. Cruzes vermelhas: espécies amostradas. Texto significa o nome dado às subunidades amostrais. 27

Figura 11. Relação da cobertura total de monocotiledôneas herbáceas e samambaias com variáveis ambientais. a) distância do curso d'água, b) distância da borda da mata de galeria e c) espessura de serapilheira. Gráficos apresentam dados brutos com retas de regressão obtidas em modelo de regressão múltipla que inclui efeito do espaço. Para produção das retas de regressão de cada gráfico os efeitos das outras variáveis foram considerados constantes em seus valores médios..... 28

Figura 12. Partição da variância do modelo linear da cobertura de espécies de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres em uma mata de galeria do ribeirão Bananal no Parque Nacional de Brasília entre os componentes ambientais, selecionados pelo modelo e as relações espaciais. 29

Figura 13. Análise de redundância (RDA) descontando todo o efeito do espaço mostrando a relação entre as variáveis ambientais e a cobertura de espécies de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres. As abreviaturas dos nomes das espécies podem ser conferidas na Tabela 1. Gap: abertura do dossel (%); D. River: distância do curso d'água mais próximo (m); D. Edge: distância da borda da mata (m); Slope: declividade (%); Soil_moist: umidade do solo (%); Litter: espessura de serapilheira (cm).. 30

Figura 14. Partição da variância da RDA da cobertura das espécies de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres da mata de galeria do ribeirão Bananal no Parque Nacional de Brasília entre os componentes ambiente e espaço. R^2_{adj} Resíduo =0,66..... 31

Figura 15. Análise de redundância (RDA) com as variáveis estruturadas no espaço mostrando a relação entre as variáveis ambientais e a cobertura de espécies de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres. As abreviaturas dos nomes das espécies podem ser conferidas na Tabela 1. Gap: abertura do dossel (%); D. River: distância do curso d'água mais próximo (m); D. Edge: distância da borda da mata (m); Slope: declividade (%); Soil_moist: umidade do solo (%); Litter: espessura de serapilheira (cm).. 31

Introdução geral

O Cerrado apresenta grande extensão e cobre quase um quarto do território nacional (IBGE 2004). Apesar da extensão, é pouco valorizado em termos de conservação (Felfili *et al.* 2002) e apenas 2,2% da área do Cerrado se encontra legalmente protegida (Klink & Machado 2005). O bioma Cerrado é uma das ecorregiões mais importantes do país devido à sua elevada diversidade de espécies e alto grau de endemismos (Felfili *et al.* 2005), além de conter as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul, a bacia Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata (MMA 2011).

O Cerrado apresenta mosaicos vegetacionais compostos por fisionomias que compreendem formações savânicas, campestres e formações florestais (Ribeiro & Walter 2008). As formações florestais abrangem as fitofisionomias cerradão, mata ciliar, mata seca e mata de galeria (Ribeiro & Walter 2008); essa última ocorre ao longo de cursos d'água, desempenhando papel fundamental na conservação do solo e da água (Correia *et al.* 2001), além de funcionar como corredores ecológicos da flora e da fauna (Felfili *et al.* 2001; Fonseca *et al.* 2001). As matas de galeria apresentam semelhanças florísticas com a Floresta Amazônica e a Floresta Atlântica, devido à presença de espécies em comum (Silva-Júnior *et al.* 1998; Oliveira-Filho & Ratter 2000).

É fundamental proteger as áreas de mata de galeria, devido à sua importância para a manutenção da qualidade dos mananciais (Fonseca *et al.* 2001). Do ponto de vista econômico, as matas de galeria funcionam como recurso florestal que presta inúmeros bens e serviços à sociedade (Santos *et al.* 2001). Contribuem, também, para a redução dos processos erosivos do solo e assoreamento dos mananciais, aumento na disponibilidade hídrica local (Fonseca *et al.* 2001), armazenamento de carbono, proteção do solo e dos cursos d'água (Santos *et al.* 2001). Adicionalmente, as matas de galeria funcionam como abrigo, fontes de alimento ou refúgio para espécies de fauna (Felfili *et al.* 2001).

No interior de áreas florestais, o componente herbáceo apresenta grande diversidade de espécies e dinâmica bastante peculiar (Gilliam & Roberts 2003). Isso ocorre porque as plantas herbáceas terrícolas do interior de florestas são sensíveis a distúrbios (Gilliam 2007). Espécies associadas a cursos d'água possuem variação em

termos de estrutura, composição e distribuição espacial, ocorrendo tanto ao longo do curso d'água como lateralmente a suas margens (Drucker 2005). Estudos envolvendo o estrato herbáceo podem fornecer dados úteis para inferir sobre as condições ambientais e o estado de conservação de comunidades florestais (Müller & Waechter 2001). Porém, em todo o Brasil (Inácio & Jarenkow 2008) e nas florestas tropicais (Costa 2004), há carência de estudos sobre o estrato herbáceo.

Em formações florestais, a diferenciação de espécies herbáceas ao longo de gradientes topográficos e edáficos já vêm sendo documentada para a Floresta Amazônica (Tuomisto *et al.* 2002; Costa *et al.* 2005; Drucker *et al.* 2008). Nas florestas tropicais, as espécies herbáceas parecem responder aos gradientes da disponibilidade de água ligados à topografia (Costa 2006), sendo essa disponibilidade um importante preditor da composição dessa comunidade (Drucker *et al.* 2008). Também parece ser determinante principal dos padrões de diversidade em escalas regionais (Gentry 1988).

A quantidade de luz interceptada pelo dossel arbóreo exerce forte influência na estrutura do componente herbáceo em florestas (Palma *et al.* 2008). Em um sítio de floresta ombrófila densa na Mata Atlântica, encontraram-se associações entre a maior abundância de herbáceas com os locais onde havia maior incidência luminosa (Souza *et al.* 2009). Em um fragmento de floresta estacional de encosta no sul do Brasil, a densidade e a riqueza de ervas foi menor devido ao maior sombreamento da mata (Palma *et al.* 2008). Em uma área de floresta costeira subtropical, a umidade e a luminosidade parecem determinar a diversidade de espécies, sendo maior a diversidade do componente herbáceo nas florestas mais secas e com maior incidência de luz (Muller & Waechter 2001). No entanto, pouco se sabe sobre a influência relativa da luz no componente herbáceo (Zuquim *et al.* 2009). Segundo Inácio & Jarenkow (2008) são poucos, no Brasil, os estudos relacionando à diversidade de espécies de ervas aos fatores abióticos. Também são poucos os trabalhos que procuram associar a delimitação e a caracterização hidrológica da zona ripária, ou áreas em torno de cursos d'água, com a vegetação característica desta área (Zákia 1998).

O conhecimento florístico, estrutural ou mesmo dos padrões de distribuição das espécies do estrato herbáceo em florestas encontram-se mais avançados. Por exemplo, no estado do Rio Grande do Sul, existem os estudos de Muller & Waechter (2001), Jurinitz & Baptista (2007), Inácio & Jarenkow (2008), Palma *et al.* (2008) e Citadini-

Zanette *et al.* (2011). Em Minas Gerais, cita-se o trabalho de Menini-Neto *et al.* (2009). Para a região norte, na Floresta Amazônica, destacam-se os estudos de Costa (2004), Costa *et al.* (2005), Costa (2006) e Drucker *et al.* (2008), no estado do Amazonas, e o de Mendes *et al.* (2012), no estado do Pará. Na região Nordeste, encontram-se os estudos de Soares-Junior *et al.* (2008) e Souza *et al.* (2009), ambos em Floresta Atlântica, no estado de Pernambuco. Em relação ao Centro-Oeste, há apenas o estudo de Guglieri *et al.* (2008) em mata de galeria no Mato Grosso do Sul. A elevada riqueza em espécies herbáceas é descrita em diversos trabalhos no bioma Cerrado, especialmente para campos úmidos e veredas (Araújo *et al.* 2002; Meirelles *et al.* 2002; Munhoz & Felfili 2004; Tannus & Assis 2004; Munhoz & Felfili 2005; Munhoz & Felfili 2006; Munhoz & Felfili 2007).

As matas de galeria, mesmo em épocas mais secas do ano, mantêm condições de umidade relativa elevada (Ribeiro & Walter 2008). Estas formações geralmente reúnem melhores condições ambientais para o estabelecimento de samambaias e licófitas quando comparadas às demais formações florestais do Cerrado (Lehn & Assis 2013). Compreendendo até 54% de todas as espécies de ervas amostradas em florestas tropicais, as samambaias tornam-se importante grupo dentro da comunidade de plantas herbáceas nessas áreas (Costa 2004).

As samambaias possuem ampla distribuição mundial, com muitas espécies cosmopolitas, vivendo preferencialmente nas regiões tropicais do mundo, em locais úmidos e sombreados das matas (Ambrósio & Barros 1997; Xavier & Barros 2005; Cyrillo *et al.* 2011). O fato dessa preferência é que as samambaias se adaptam melhor em ambientes com alta umidade, ricos em nutrientes e sombreados (Bittencourt *et al.* 2004). Também podem ser encontradas em ambientes subdesérticos, salobros, florestas pluviais tropicais ou pluviais de encosta (Conceição & Ruggiere 2010). A capacidade que as samambaias possuem de habitar os mais diversos ambientes pode ser explicada pela considerável diversidade de formas biológicas que esses vegetais apresentam (Pietrobon & Barros 2007).

Mesmo assumindo quase todas as formas de crescimento e adaptações encontradas nas angiospermas, as samambaias são predominantemente herbáceas (Xavier & Barros 2005). Os trabalhos de Steffens & Windisch (2007) e Nóbrega *et al.* (2011) indicaram que as samambaias apresentam, em sua maioria, hábito terrícola. Essa

predominância tem íntima relação ao fato de que, no substrato terrestre, encontra-se maior diversidade de condições ambientais (Xavier & Barros 2005).

Estima-se que existam em todo o mundo cerca de 9.000 a 12.000 espécies de samambaias, onde 3.250 ocorrem nas Américas (Tryon & Tryon 1982). Aproximadamente 1.222 ocorrem no Brasil, sendo indicadas para o Bioma Cerrado 241 espécies entre samambaias e licófitas; dessas, 96 ocorrem no Distrito Federal (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). Sobre estudos que abordam a diversidade de samambaias do Brasil, pode-se citar Colli *et al.* (2004), Rodrigues *et al.* (2004), Schmitt *et al.* (2006), Steffens & Windisch (2007), Nóbrega *et al.* (2011) e Souza *et al.* (2012). Em relação a trabalhos que relacionam as espécies de samambaias a fatores que determinam a sua composição, pode-se citar Paciência & Prado (2004), Carvalho *et al.* (2007), Zuquim *et al.* (2007), Zuquim *et al.* (2009) e Gasper *et al.* (2013). Segundo Rodrigues *et al.* (2004), no Brasil, os trabalhos sobre a diversidade e a ecologia deste grupo é realizada em sua maioria na Mata Atlântica. As variações na composição de espécies de samambaias e os fatores que impulsionam estas variações ainda são pouco conhecidos (Gasper *et al.* 2013).

Introdução

As formações florestais do Cerrado apresentam dossel contínuo e predominância de espécies arbóreas, fornecendo uma cobertura arbórea de 70 a 95% (Ribeiro & Walter 2008). As matas de galeria são associadas a cursos d'água de pequeno porte e córregos (Ribeiro & Walter 2008) e funcionam como faixas de florestas tropicais úmidas em meio à vegetação do cerrado (Felfili 2001). Embora as matas de galeria representem apenas 5% da área total do bioma, apresentam cerca de 30% da sua flora fanerogâmica (Felfili *et al.* 2001). É notável que a diversidade de espécies herbáceas nas formações florestais é inferior à de outras fitofisionomias (Felfili *et al.* 2000).

São escassos os estudos que compararam a similaridade específica do componente herbáceo entre áreas de Cerrado, quer seja entre fitofisionomias semelhantes ou distintas (Munhoz & Felfili 2007). Embora muitos trabalhos sejam feitos para compreender os padrões de diversidade de espécies do componente arbóreo variando com o regime hídrico do solo, topografia e tipo de solo, poucos trabalhos enfocaram outras formas de vida, como as ervas (Costa 2006). Até o momento, nenhum trabalho foi realizado visando analisar a influência das variações ambientais e espaciais nas comunidades de monocotiledôneas herbáceas e samambaias em matas de galeria.

As espécies herbáceas, nas áreas florestais, apresentam alta riqueza, tanto em espécies quanto em formas de vida (Kozera *et al.* 2009). Por isso, estudos que envolvem estrutura e composição do estrato herbáceo podem fornecer dados úteis para inferir sobre as condições ambientais e o estado de conservação de comunidades florestais (Müller & Waechter 2001).

As variações das condições ambientais em florestas tropicais tais como variações no solo e topografia, parecem influenciar os padrões de distribuição das espécies herbáceas (Costa *et al.* 2005). Diversos autores buscaram conhecer essa ligação, entre os quais Costa *et al.* (2005) e Drucker *et al.* (2008), para a Floresta Amazônica; Meira-Neto *et al.* (2005), em Floresta Estacional Semidecídica em Minas Gerais; Inácio & Jarenkow (2008), em Floresta Estacional no Sul do Brasil, além de outros trabalhos, que embora não tenham mensurado variáveis ambientais, sugeriram sua contribuição na distribuição e composição das espécies herbáceas (Müller & Waechter 2001; Palma *et al.* 2008; Souza *et al.* 2009; Mendes *et al.* 2012). Mesmo

assim, ainda são poucos os trabalhos que efetivamente relacionam as ervas aos fatores abióticos.

As composições florísticas e/ou estruturais de herbáceas em Florestas Tropicais têm mostrado que riqueza e densidade variam com a topografia (Poulsen & Balslev 1991; Tuomisto *et al.* 1995; Tuomisto & Poulsen 2000; Costa *et al.* 2005) e a disponibilidade de água (Gentry 1988; Poulsen 1996; Costa 2004; Costa 2006). O mesmo se tem para a luminosidade (Tryon 1989; Lima & Gandolfi 2009), gradientes de fertilidade do solo (Costa 2004), textura do solo (Carvalho *et al.* 2007), distância do curso d'água (Drucker 2005) e, ainda, sobre abertura de dossel (Inácio & Jarenkow 2008).

Em um fragmento em floresta estacional no sul do Brasil, as samambaias destacaram-se em cobertura em locais onde ocorre maior abertura do dossel (Inácio & Jarenkow 2008). Tanto na Floresta Amazônica (Costa 2004) quanto na floresta costeira subtropical (Muller & Waechter 2001), as monocotiledôneas representam maior cobertura. Segundo Gentry (1990), as samambaias representam aproximadamente 10% do total de plantas vasculares de florestas tropicais, sendo um grupo bastante expressivo entre a vegetação herbácea em termo de abundância (Costa 2004).

A composição de samambaias na Floresta Amazônica teve textura do solo como o principal fator relacionado à composição de espécies nas parcelas (Zuquim *et al.* 2007). Karst *et al.* (2005) evidenciou umidade do solo como o fator mais importante, dentre os observados, na distribuição espacial do mesmo grupo. Algumas espécies de samambaias podem ter diferentes respostas aos fatores edáficos dependendo do local de estudo, uma vez que podem existir variações das condições abióticas que caracterizam habitats pontuais (Carvalho *et al.* 2007). Padrões de abundância e diversidade de plantas podem ser determinados não só por fatores abióticos, mas também por fatores bióticos. Difícil distinguir qual é o principal fator determinante, nessa área, pois pouco progresso se teve para compreender os padrões de diversidade das herbáceas (Costa 2006).

Sendo o componente herbáceo em florestas tropicais e subtropicais representados principalmente por samambaias e monocotiledôneas (Muller & Waechter 2001; Costa 2004; Inácio & Jarenkow 2008; Palma *et al.* 2008) e Devido a essa complexa interação do componente herbáceo aos fatores bióticos e abióticos e à falta de estudos nessa área, principalmente em áreas florestais do bioma Cerrado o trabalho teve como objetivo: a) conhecer a composição e a estrutura da comunidade herbácea da mata de galeria no Parque Nacional de Brasília, b) avaliar a diversidade e estrutura de herbáceas da mata de galeria, c) avaliar os efeitos das variáveis ambientais (umidade do solo, luminosidade, distância do curso d'água, declividade e serapilheira) no componente herbáceo da mata.

Material e métodos

Área de estudo

O Parque Nacional de Brasília foi criado pelo Decreto Federal nº 241, de 29 de novembro de 1961, com cerca de 30.000 ha (Fig. 1). Seus limites foram redefinidos pela Lei Federal nº 11.285, de 08 de março de 2006, e atualmente possui área de 42.389 ha. Situado entre 15°35' - 15°45' S e 47°55' - 48°55' W, com altitudes acima de 1.350 m no topo, em torno de 1.200 m à meia-encosta e entre 900 e 1.000 m nos vales (IBAMA-FUNATURA 1998), o Parque encontra-se na porção noroeste do Distrito Federal, a cerca de 10 km do centro de Brasília e engloba as bacias dos ribeirões do Torto e Bananal (IBAMA-FUNATURA 1998). Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta clima tropical úmido (Aw) com inverno seco e chuvas no verão, com temperatura média anual de 21° C.

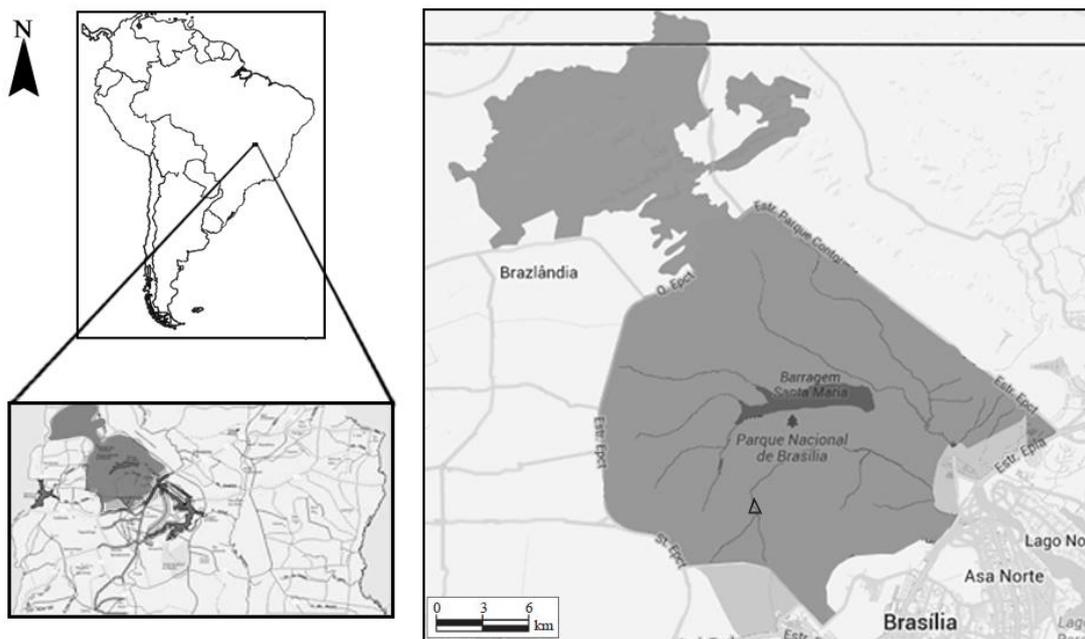


Figura 1. Localização do Parque Nacional de Brasília, em Brasília, DF, Brasil. Em detalhe, a localização da área de amostragem no Parque, demarcada com um triângulo.

O estudo foi realizado em uma parcela riparia de mata de galeria (Fig. 2) em módulo RAPELD (RAP -*Rapid Assessment Program* e PELD - Programas Ecológicos de Longa-Duração) no Parque Nacional de Brasília. O módulo é formado por duas trilhas de 5 km, sentidos norte-sul, com cinco parcelas distribuídas regularmente em cada trilha e parcelas extras em cada ponto que a trilha corta o rio. A área estudada compreende a parcela de encontro com o ribeirão Bananal, localizada no ponto 2.200 da trilha sul.

O ribeirão Bananal possui como afluentes os córregos Poço D'Água, Capão Comprido, Rego e Acampamento (IBAMA-FUNATURA 1998). Ocupa uma área de 139,75 km², situada em quase toda a sua totalidade dentro do Parque Nacional de Brasília, possui 19,1km de extensão e deságua diretamente no Lago Paranoá (Silva 1999). O ribeirão apresenta forte tendência a sofrer enchentes, o que pode ser constatado durante as estações chuvosas, quando a maior parte do curso do córrego Bananal apresenta-se constantemente inundada (IBAMA-FUNATURA 1998). No local de amostragem, o ribeirão é estreito e fica a alguns metros abaixo do nível do solo da mata.



Figura 2. Mata de galeria do ribeirão do Bananal no Parque Nacional de Brasília. Figura (A): visão geral da mata de galeria mostrando o ribeirão abaixo do nível do solo da mata. Figura (B): linha de caminhada da parcela ripária.

Amostragem da vegetação

As amostragens foram realizadas entre os meses de fevereiro a outubro de 2013. A parcela ripária do módulo RAPELD é determinada por um corredor de caminhada de 250 m, subdividido em segmentos de 10 m, paralelo ao ribeirão Bananal. Perpendiculares a esses segmentos foram traçados transectos que partem do leito do ribeirão, até a última copa de árvore de mata, de modo a representar o gradiente ambiental da mata (Fig. 3).

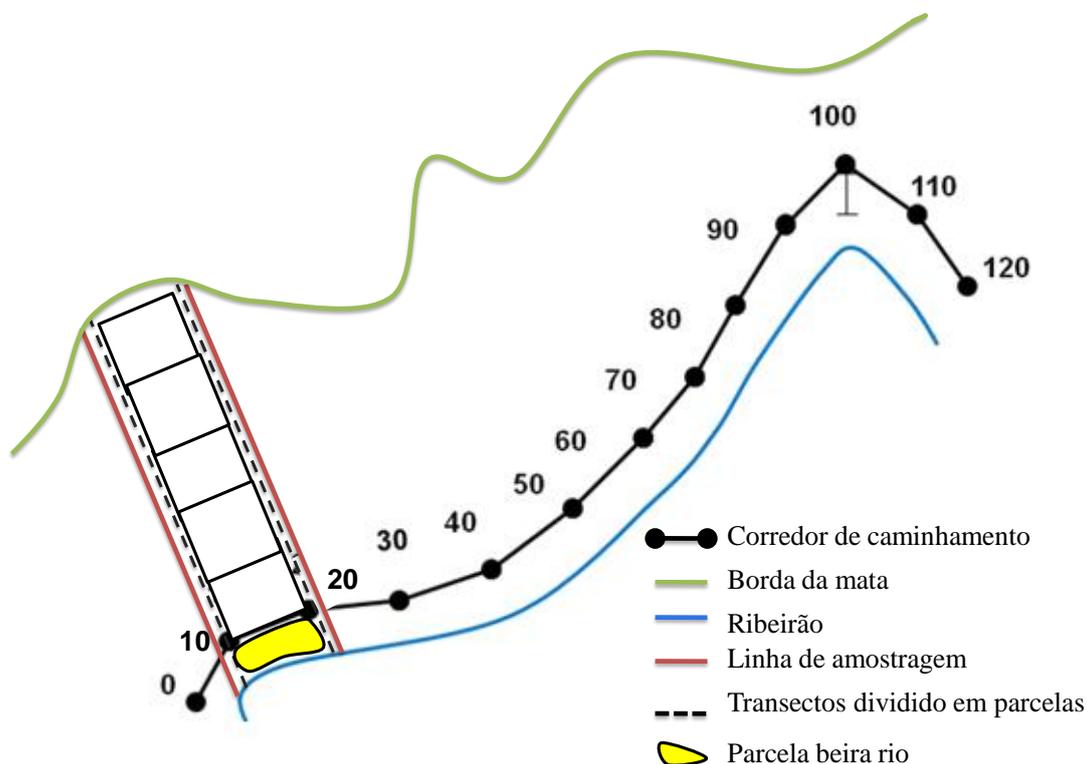


Figura 3. Desenho esquemático mostrando a configuração da metodologia em campo. Em azul, o delineamento do ribeirão. A linha cheia dividida em segmentos configura o corredor de caminhada da parcela ripária do RAPELD. Os transectos são representados pelos quadrados, podendo variar de tamanho nas bordas da mata e nas parcelas beira rio, e as linhas de amostragem demonstradas em vermelho. A parcela em amarelo representa a parcela de beira rio, podendo variar seu tamanho conforme sua alocação, assim como as parcelas de borda de mata.

Os transectos foram divididos em parcelas contíguas de 10 x 10 m, desde a beira do ribeirão até as bordas da mata, cuja quantidade dependeu da extensão da mesma. As parcelas de borda e beira rio tiveram tamanhos variados, conforme sua alocação. Ao todo, foram alocados oito transectos em cada margem do ribeirão. Para a amostragem da vegetação do presente trabalho, foram traçadas linhas paralelas nas bordas externas de cada transecto, a 1 m de distância. Essas linhas possuem tamanho variado, conforme a extensão da mata, variando de 7 a 163 m (Fig. 5).

Para a amostragem das espécies terrestres de monocotiledôneas herbáceas e samambaias, foi utilizado o método de inventário de interseção na linha (Canfield 194;

1950; Munhoz & Araújo 2011) para determinar a composição e a cobertura linear das espécies (Fig. 4). As 32 linhas amostradas foram subdivididas em subunidades amostrais de 10 m (SUA), sendo que as próximas ao córrego e à borda de mata apresentaram tamanhos menores ou iguais a 10 m, na dependência da extensão das mesmas. Foram registradas a ocorrência e a projeção horizontal de cada espécie de monocotiledônea herbácea e samambaia terrestre, isto é o comprimento que cada espécie ocupava por SUA ao longo das linhas amostradas, totalizando 213 SUA.



Figura 4. Método de interseção de linha utilizado para amostragem das monocotiledôneas herbáceas e das samambaias terrestres da mata de galeria em cada linha, separadas por unidades amostrais.

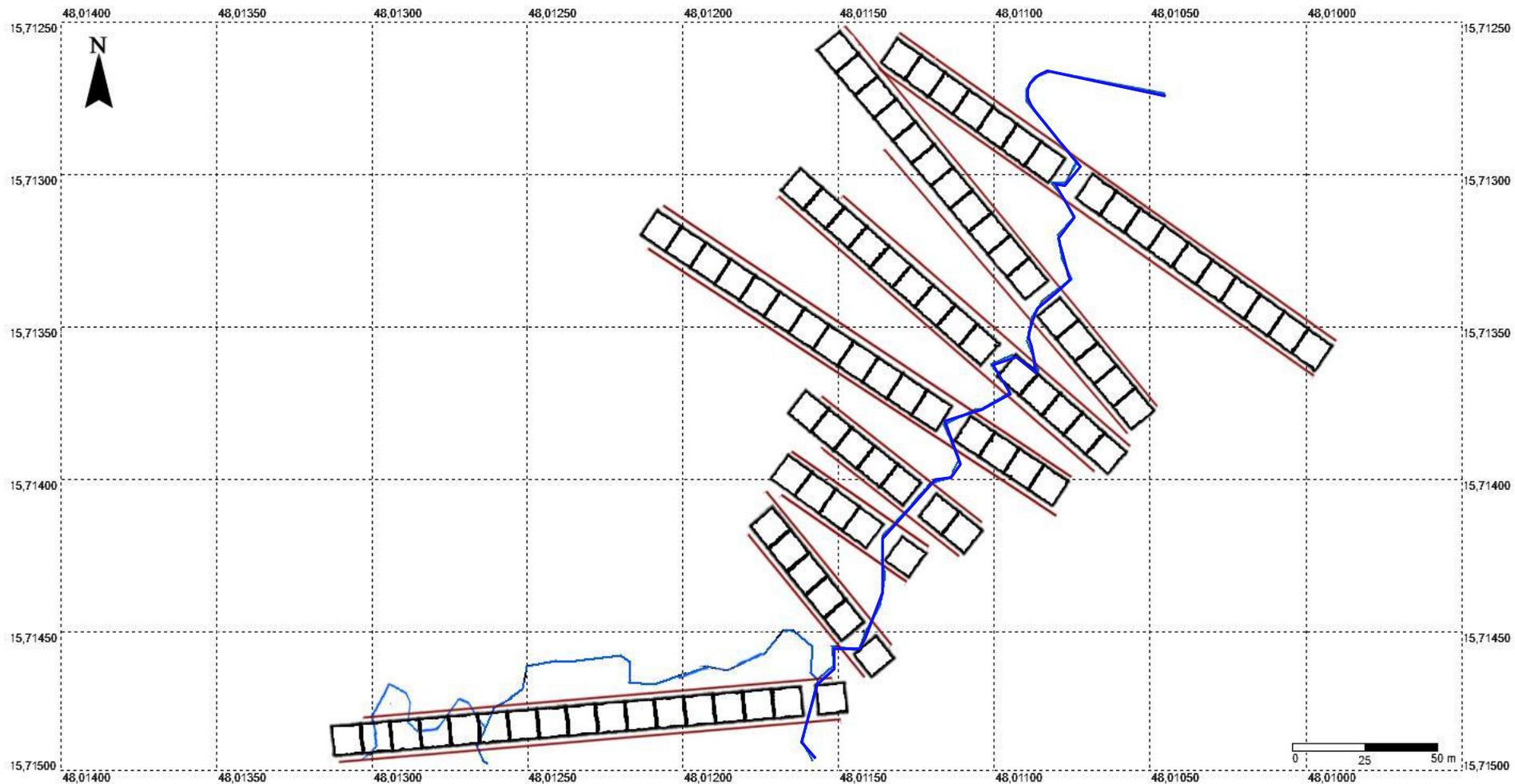


Figura 5. Croqui da área com a posição das linhas de amostragem de monocotiledôneas herbáceas e samambaias (variando dependendo do tamanho da mata), equidistantes a 1 m dos transectos subdivididos em parcelas (10 ×10 m), onde na porção central coletam-se as variáveis ambientais. Linha azul escura: curso d’água principal. Linha azul clara: curso d’água secundário. Linha vermelha: linha de amostragem da vegetação.

Foram identificados, medidos, contados e coletados apenas os indivíduos ≥ 5 cm de altura. As identificações dos materiais coletados foram feitas por meio de comparação com exemplares herborizados, depositados no Herbário da Universidade de Brasília (UB), Herbário da Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Herbário da Embrapa/Cenargen (CEN), e com auxílio de literatura taxonômica especializada e consulta a especialistas.

Os materiais férteis foram coletados e herborizados segundo as técnicas usuais e depositados no Herbário UB. Para a identificação das espécies de samambaias foram utilizadas chaves de identificação para família, gênero ou espécie, como Tryon & Tryon (1982), Barros & Silva (2005), Fernandes (2005), Labiak (2005), Prado (2005), Salino (2005) Salino & Carvalho (2005), Silva & Barros (2005) e Sylvestres & Ramos (2005). As espécies de angiospermas foram classificadas em famílias de acordo com o sistema do *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG III 2009) e os nomes dos autores e as sinonímias de todas as espécies foram conferidas e corrigidas com base na Lista de Espécies da Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>).

Variáveis ambientais

Foram medidas seis variáveis ambientais: abertura do dossel, umidade do solo, declividade, camada de serapilheira, distância do curso d'água mais próximo e distância da borda da mata.

Abertura de dossel

Para analisar o grau de abertura do dossel foram feitas fotos hemisféricas, a 70 cm do nível do solo com tripé nivelado, obtidas por meio de câmera fotográfica digital (Nikon Coolpix 950, Nikon Corp., Tóquio, Japão) com lente conversora olho de peixe (Nikon Fisheye converter, FC-E8 0.21x, Nikon Corp., Tóquio, Japão). As fotografias foram obtidas em dias nublados, conforme Whitmore *et al.* (1993). Para a estimativa da porcentagem da abertura do dossel as fotos hemisféricas foram analisadas utilizando-se o programa GLA - *Gap Light Analyzer*, Versão 2.0 (Frazer *et al.* 1999), que fornece os

dados de estrutura do dossel em percentual de abertura (Walter & Torquebiau 1997; Martins & Rodrigues 2002; 2005).

Umidade do solo

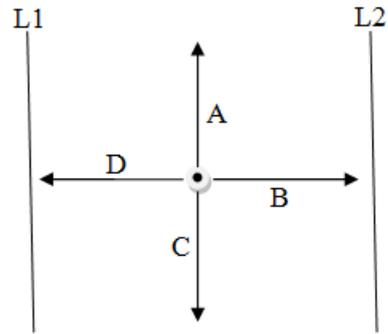
Para a coleta de solo utilizou-se cilindro de alumínio com 40 cm de altura e 5 cm de diâmetro e um martelo. O cilindro foi inserido no solo até a profundidade de 20 cm e retirado, cavado em volta com auxílio de uma colher. Posteriormente as amostras foram armazenadas em latas de alumínio, numeradas e, com peso conhecido, vedadas e acondicionadas em sacolas térmicas sob refrigeração para impedir a perda de umidade. As amostras foram levadas para o Laboratório, pesadas em balança de precisão de 0,01g, e transferidas para estufa a 105 -110°C, por 24 horas (até obter peso constante) e, então, pesadas novamente para obtenção da massa seca e cálculo da umidade gravimétrica no solo (EMBRAPA 1997).

Declividade

Os valores de declividade foram medidos com clinômetro, com visada entre balizas distanciadas 10 m, permitindo a determinação da declividade em porcentagem. Foram realizadas quatro medições, no sentido paralelo e perpendicular ao ribeirão, isso porque a declividade poderia ocorrer não só no sentido da margem do córrego para a borda da mata como também no sentido paralelo ao ribeirão (Fig. 6). A declividade das linhas amostrada foi obtida por meio do cálculo de teorema de Pitágoras, para compor um valor com dois dados medidos, conforme cálculo abaixo:

$$L1 = \frac{\sqrt{A+D^2} + \sqrt{D^2+C^2}}{2}$$

$$L2 = \frac{\sqrt{A+B^2} + \sqrt{B^2+C^2}}{2}$$



I

Figura 6. Esquema da configuração da medição de declividade para cada linha amostrada. O ponto central da parcela corresponde ao ponto onde o observador fez a visada entre as balizas, representadas pelas setas. L1 e L2 = linhas de amostragem.

Distância da SUA para o curso d'água e para a borda de mata

Em cada linha foi medida, com auxílio de uma trena de 50 m, a distância do curso d'água do córrego principal e a distância do curso d'água secundário de forma a buscar a menor distância (em linha reta) da linha de amostragem e o corpo d'água. Utilizou-se o mesmo procedimento para se medir a distância da borda da mata para o centro de cada subunidade amostral.

Serapilheira

Para a medição da espessura da camada de serapilheira foi utilizado o coletor-medidor Marimon-Hay (Marimon-Junior & Hay 2008). A ferramenta é constituída de duas partes, sendo base e garfo que se cruzam; a primeira é utilizada para coletar a amostra, a serapilheira no chão da floresta, e a segunda para determinar diretamente a espessura da camada no local. As coletas foram realizadas dentro das parcelas formadas pelos transectos, em cinco pontos aleatórios a partir das quais foi calculada a média de espessura da camada naquela parcela.

Análise dos dados

O mapa georreferenciado do ribeirão e das unidades amostrais (Fig. 4) foi elaborado com o auxílio do programa GPS Trackmaker Professional 13.9 (Ferreira-Júnior 2013), a partir das coordenadas geográficas obtidas pelo receptor de GPS (Garmin GPS MAP 60 CSx, Garmin Int. Corp, Olathe, KS) da área amostrada.

Os parâmetros fitossociológicos estimados foram os de cobertura e frequência, absolutas e relativas, sendo os cálculos realizados pelas fórmulas de Kent & Coker (1992), adaptadas por Munhoz & Felfili (2006) para o componente herbáceo-subarbustivo.

$$FA_i = \left(\frac{n_i}{n} \right) \times 100$$

Frequência absoluta:

$$FR_i = \left(\frac{FA_i}{\sum_{i=1}^n FA_i} \right) \times 100$$

Frequência relativa:

$$CA_i = \sum_{i=1}^n P_i A$$

Cobertura Absoluta:

$$CR_i = \left(\frac{CA_i}{\sum_{i=1}^n CA_i} \right) \times 100$$

Cobertura Relativa:

Em que: n_i é número de SUAs onde a espécie (i) ocorreu; o n é número total de SUAs; $\sum_{i=1}^n FA_i$ é o somatório da frequência absoluta de todas as espécies; $\sum_{i=1}^n P_i A$ é a soma da projeção da espécie (i) em todas as SUAs; $\sum_{i=1}^n CA_i$ é o somatório da cobertura de todas as espécies em todas as SUAs.

A diversidade de espécies foi avaliada por rarefação e extrapolação de estimativas de Hill numbers de modo a caracterizar a comunidade e facilitar futuras comparações. Para isso, foi realizado procedimento detalhado em Chao *et al.* (2014) para dados de incidência sendo obtidas estimativas para Hill numbers de ordem 1, 2 e 3. Foram gerados intervalos de confiança de 95% baseados em estimativas unconditional de variância obtidas pelo método de bootstrap com 200 replicações. O número total de espécies da comunidade foi calculado pelo estimador Chao 2.

A partir da matriz florística com os dados de cobertura das espécies inventariadas nas SUAs foi empregado o método de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) (Clarke 1993), análise exploratória de ordenação que permite obter uma representação gráfica que maximiza a visualização de semelhança entre as amostras (Melo & Hepp 2008). Para este trabalho, foi adotada como medida a Distância euclidiana. O NMDS é a técnica de ordenação mais indicadas em análises de estruturas de comunidade, pois não requer distribuição normal multivariada e não pressupõe relações de linearidade (McCune & Grace 2002).

As relações entre as variáveis ambientais mensuradas sobre os padrões de composição e abundância das espécies foram avaliadas pela Análise Canônica de Redundância (RDA), utilizando os dados de cobertura das espécies em todas as unidades amostrais. Os dados foram organizados em duas matrizes. A matriz das espécies conteve as espécies de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres com os registros de cobertura das mesmas. Foram retiradas as espécies raras, aqui consideradas como aquelas com até duas ocorrências. A matriz ambiental conteve as variáveis ambientais abertura do dossel, umidade do solo, serapilheira, distância do curso d'água, distância da borda da mata e declividade. Para a matriz das espécies utilizou-se a transformação de Hellinger (Legendre & Gallagher 2001). Para testar o efeito individual de cada variável no modelo foi empregado o teste de permutação marginal (Legendre *et al.* 2011).

Foram produzidos descritores espaciais (filtros espaciais MEMs - *Moran's Eigenvector Maps*) utilizados na RDA como variáveis preditoras junto às variáveis ambientais (Dray *et al.* 2006). Para isso, utilizou-se o mapa da área (Fig. 4), para obtenção das coordenadas relativas, para obter a matriz de distâncias euclidianas. Criou-se uma matriz de vizinhança, usando o critério de distância; a escolha de distâncias-

limite foi feita segundo Dray *et al.* (2006). A matriz de vizinhança foi ponderada usando três tipos de função linear, função com concavidade para cima e função com concavidade para baixo. Foram testadas 20 variações dessas funções com diferentes coeficientes (Dray *et al.* 2006). Dentre essas variações, foi selecionado o tipo de MEM que apresentou maior relação com os dados da comunidade, por meio da avaliação dos valores de AIC.

A partição da variância da RDA apresentou o conjunto de variável resposta (composição de espécies) e dois conjuntos de variáveis explicativas, ambiental e espacial. Dessa análise é possível se isolar quatro frações da variância na composição de espécies de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres da mata de galeria do ribeirão Banana: a) a fração da variância explicada pelo efeito ambiental puro, b) fração da variância compartilhada entre ambiente e espaço, c) fração explicada pelo espaço puro e d) a fração da variância não explicada pelo conjunto de dados utilizados (Borcard & Legendre 2002; Peres-Neto *et al.* 2006). Foram realizadas ANOVAs baseadas em permutações para testar as diferenças entre as porções explicadas pelos componentes [a] e [c], apenas.

Para identificar o efeito das variáveis ambientais mensuradas (abertura do dossel, umidade do solo, serapilheira, distância do curso d'água, distância da borda da mata e declividade) na cobertura total das espécies nas unidades amostrais foram realizadas análises de regressões múltiplas. Para a matriz da cobertura, utilizou-se a proporção de cobertura total da unidade amostral pelo tamanho da mesma, uma vez que essas podem variar de 1 a 10 m, dependendo da área alocada (cobertura/tamanho da unidade amostral). Na análise de regressão linear múltipla, foram incluídas variáveis descritoras do espaço, MEMs (Moran's Eigenvector Maps), para retirar os padrões espaciais dos resíduos. Para a partição de variância da análise de regressão, com as variáveis ambientais selecionadas pelo melhor modelo e os autovetores produzidos. Os autovetores produzidos foram utilizados como variáveis preditoras nas análises de RDA e de regressão múltipla do estudo, buscando retirar dos testes estatísticos realizados, o efeito da autocorrelação espacial (Dray *et al.* 2006; Griffith & Peres-Neto 2006).

As análises de redundância (RDA), Modelo Linear (lm), método de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) e partição de variância foram realizadas no programa R versão 3.0.2 (R Core Team, 2013), utilizando os pacotes

vegan (Oksanen *et al.* 2013), *cnf* (Bjornstad 2013), *spdep* (Bivand, 2014), *PCNM* (Legendre *et al.* 2013), *spacemakeR* e *packfor* (Dray 2013). O gráfico da partição de variância foi preparado com base na figura original produzida no programa R com o pacote *venneuler* (Wilkinson 2011).

Resultados

Composição e Estrutura Florística

Do total de 1925 metros, lineares amostrados na mata de galeria do ribeirão Bananal, 768,74 m (40%) apresentaram cobertura de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres, com sobreposição de indivíduos em alguns casos. Do restante, 206 m (10%) foram de solo sem cobertura vegetal (solo nu) e 954,26 m (50%) estavam cobertos por outros componentes encontrados na floresta, tais como galhos e troncos caídos de árvores, troncos de árvores em pé, lianas e plântulas de indivíduos lenhosos, além de áreas de regiões alagadas, onde não havia crescimento de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres.

Foram registradas 54 espécies de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres, distribuídas em 34 gêneros e 18 famílias, sendo 24 espécies de samambaias e 30 espécies de monocotiledôneas (Tab. 1). A riqueza total foi estimada por Chao 2 sendo de 64 espécies a amostragem do presente trabalho com um completude (cobertura da amostra) de 0.98 (Fig. 7). Na Figura 7 foi apresentada a diversidade expressa como valores de Hill numbers com diferentes pesos para a frequência das espécies: $q=0$ (riqueza de espécies), $q=1$ (o exponencial do índice de entropia de Shannon), $q=2$ (o inverso do índice de Simpson). Estes índices foram apresentados nos valores observados e foi projetado o efeito do tamanho da amostragem, com a realização de interpolações e extrapolações desses índices até o dobro da amostragem realizada. O padrão obtido indica que mesmo que fosse realizado esforço amostral duas vezes superior não seria esperado aumento considerável das estimativas de diversidade para ordens $q=1$ e $q=2$, sendo observado somente aumento moderado para $q=0$ (riqueza de espécies).

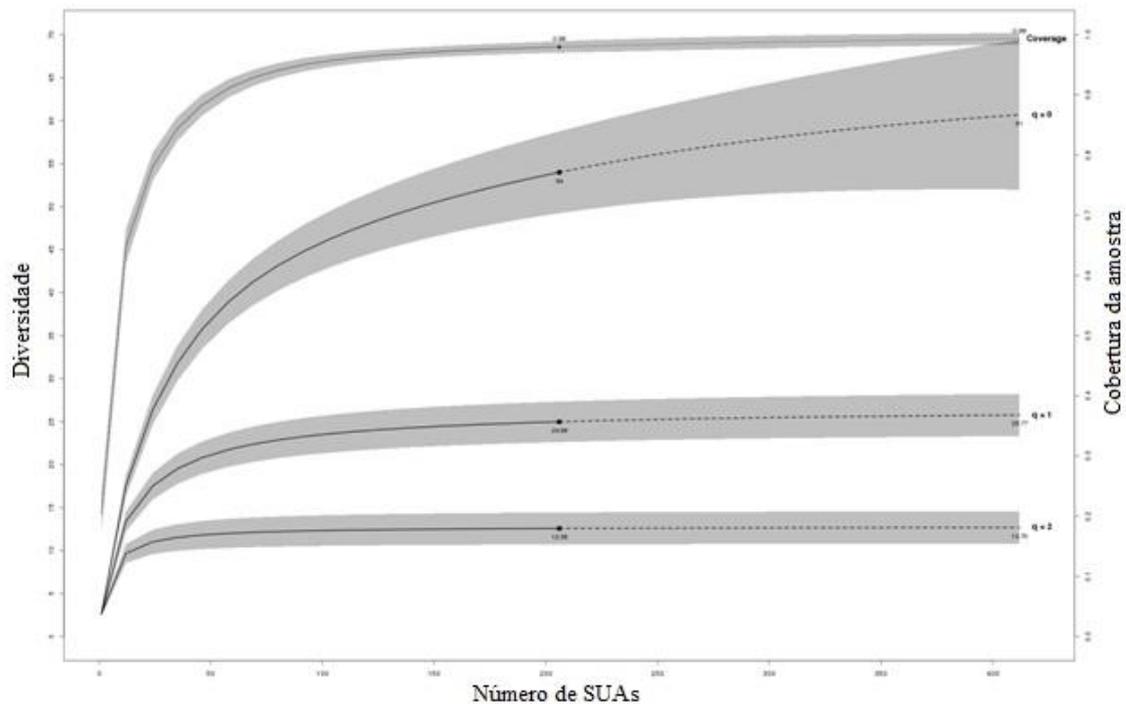


Figura 7. Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) de Hill numbers de ordem 0 (riqueza), 1 e 2 e curva de cobertura da amostra em função do tamanho da amostragem (número de SUAs). Áreas marcadas em cinza correspondem aos intervalos de confiança de 95% baseado na variância incondicional dos estimadores. Círculos correspondem aos valores obtidos na amostragem realizada (206 SUAs) sendo a extrapolação calculada até obtenção do dobro de amostras (412 SUAs). Números na área de plotagem indicam valores estimados com 206 e 412 SUAs.

Entre as monocotiledôneas, Poaceae, Cyperaceae e Orchidaceae apresentaram maior riqueza de espécies e, somadas a Smilacaceae, representaram 48% das espécies na área, sendo a primeira responsável por 27% das espécies. Para o grupo das samambaias, Thelypteridaceae, Blechnaceae, Lindsaeaceae e Polypodiaceae foram as mais ricas e, juntamente com Pteridaceae, somaram 33% das espécies (Fig. 8).

As dez espécies com maior cobertura e frequência relativa somaram 87,9% e 60% desses valores na área, respectivamente, sendo que *Cyathea delgadii* à única entre as samambaias. As monocotiledôneas representaram 88% da cobertura amostrada, com maiores porcentagens de cobertura para Commelinaceae, Cyperaceae e Poaceae; essa última representou 77% desse percentual, principalmente devido às elevadas representatividades de *Oplismenus hirtellus*, *Homolepis glutinosa* e *Ichnanthus pallens*, sendo o *Oplismenus hirtellus* a espécie mais comum da área, registrada em 58% das

unidades amostrais alocadas. Em geral, as samambaias apresentaram os menores valores de cobertura relativa e frequência relativa, com 12% da cobertura total amostrada, com destaque para Cyatheaceae, Blechnaceae e Thelypteridaceae que, juntas, representaram 9% desse percentual. Outras famílias, como Dryopteridaceae, Gleicheniaceae, Pteridaceae, Lindsaeaceae e Schizaeaceae, juntas apresentaram menos de 1% do total de cobertura amostrada. *Blechnum brasiliense*, *Cyathea delgadii* e *Trichomanes cristatum* foram as espécies com maior valor de cobertura (7,4%) para esse grupo (Fig. 9).

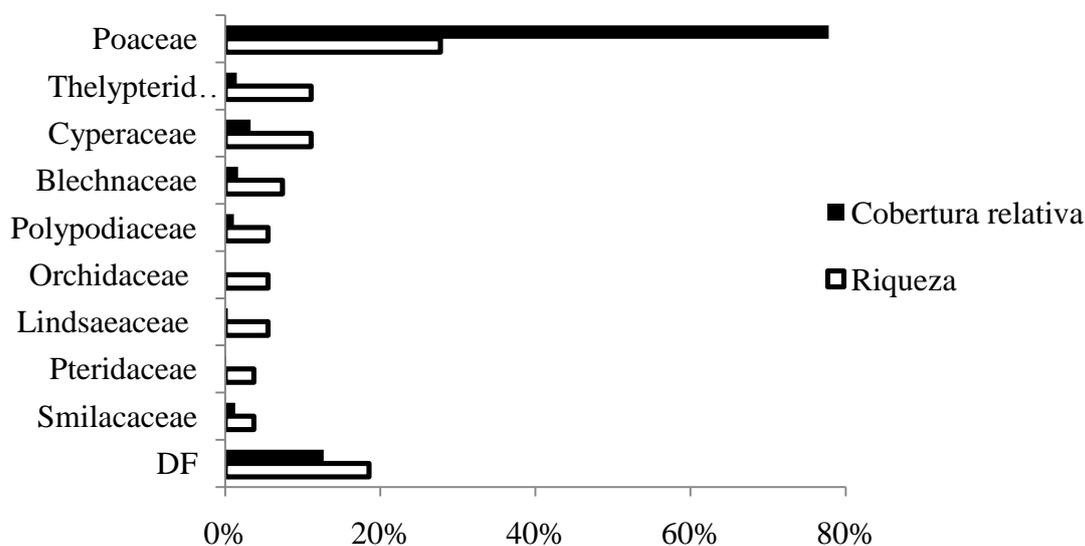


Figura 8. Porcentagem de espécies e cobertura relativa para as famílias de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres da mata de galeria do ribeirão Bananal no Parque Nacional de Brasília, Brasília. DF; demais famílias, representadas por uma única espécie na área.

Muitas espécies foram consideradas raras, neste ponto definidas como as espécies representadas com um único registro, sendo 18,5% do total de espécie amostrada. Na área, foi registrada a espécie invasora *Melinis minutiflora*. Como novos registros para a flora do Distrito Federal, encontram-se *Blechnum cordatum*, *Calyptracarya luzuliformis*, *Lastreopsis amplissima*, *Lindsaea lancea* var. *lancea*, *Pecluma ptilodon*, *Polypodium fraxinifolium* e *Trichomanes cristatum*.

Tabela 1. Espécies de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres amostradas na mata de galeria do ribeirão Bananal no Parque Nacional de Brasília, Brasília-DF com seus respectivos parâmetros fitossociológicos, em ordem alfabética da família. Voucher: Número do coletor A. C. M. Souza; VI: valor de importância; CA (m): cobertura absoluta; CR (%): cobertura relativa; FA (%): frequência absoluta; FR (%): frequência relativa.

GRUPO/FAMÍLIA	ESPÉCIES	VOUCHER	CA	CR	FA	FR	VI
MONOCOTILEDÔNEAS							
Bromeliaceae	<i>Bromelia antiacantha</i> Bertol.	19	1,21	0,16	0,52	0,19	0,34
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	11	30,37	3,95	18,13	6,51	10,46
Cyperaceae	<i>Calyptracarya irwiniana</i> T.Koyama	18	6,30	0,82	2,59	0,93	1,75
	<i>Calyptracarya luzuliformis</i> T.Koyama	28	0,71	0,09	0,52	0,19	0,28
	<i>Rhynchospora exaltata</i> Kunth	12	10,35	1,35	4,15	1,49	2,83
	<i>Rhynchospora rugosa</i> (Vahl) Gale	46	0,45	0,06	1,04	0,37	0,43
	<i>Scleria latifolia</i> Sw.	52	7,33	0,95	15,54	5,58	6,53
	Cyperaceae sp.	17	0,08	0,01	0,52	0,19	0,20
	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> sp.	13	3,28	0,43	7,25	2,60
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	36	0,10	0,01	1,04	0,37	0,38
	Orchidaceae sp.	29	0,11	0,01	0,52	0,19	0,20
	<i>Prescottia oligantha</i> (Sw.) Lindl	35	0,30	0,04	2,59	0,93	0,97
Poaceae	<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	14	0,01	0,00	0,52	0,19	0,19
	<i>Andropogon</i> sp.	44	0,62	0,08	1,55	0,56	0,64
	<i>Axonopus brasiliensis</i> (Spreng.) Kuhlman	15	6,97	0,91	5,18	1,86	2,77
	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	33	0,33	0,04	0,52	0,19	0,23
	<i>Homolepis glutinosa</i> (Sw.) Zuloaga & Soderstr.	34	82,93	10,79	21,76	7,81	18,59
	<i>Ichnanthus pallens</i> (Sw.) Munro ex Benth.	16	81,06	10,54	16,06	5,76	16,31
	<i>Ichnanthus tenuis</i> (J. Presl & C. Presl) Hitchc. & Chase.	32	0,14	0,02	0,52	0,19	0,20

Tabela 1.Continuação

GRUPO/FAMÍLIA	ESPÉCIES	VOUCHER	CA	CR	FA	FR	VI
MONOCOTILEDÔNEAS							
Poaceae	<i>Lasiacis ligulata</i> Hitchc. & Chase	64	6,26	0,81	3,63	1,30	2,12
	<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	27	3,80	0,49	2,59	0,93	1,42
	<i>Olyra taquara</i> Swallen	49	69,85	9,09	9,33	3,35	12,43
	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P.Beauv.	10	333,26	43,35	64,77	23,23	66,59
	<i>Paspalum lineare</i> Trin.	53	7,51	0,98	4,15	1,49	2,46
	<i>Paspalum pilosum</i> Lam.	48	2,94	0,38	2,59	0,93	1,31
	Poaceae sp.1	45	2,34	0,30	4,15	1,49	1,79
	Poaceae sp.2	26	0,14	0,02	1,04	0,37	0,39
Smilacaceae	<i>Smilax fluminensis</i> Steud.	31	8,63	1,12	4,66	1,67	2,80
	<i>Smilax</i> sp.	30	1,44	0,19	4,66	1,67	1,86
Zingiberaceae	<i>Renealmia alpinia</i> (Rottb.) Maas	51	7,31	0,95	3,63	1,30	2,25
SAMAMBAIAS							
Blechnaceae	<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.	20	5,86	0,76	6,22	2,23	2,99
	<i>Blechnum cordatum</i> (Desv.) Hieron.	59	1,70	0,22	0,52	0,19	0,41
	<i>Blechnum occidentale</i> L.	23	0,19	0,02	0,52	0,19	0,21
	<i>Blechnum</i> sp.	24	5,20	0,68	5,18	1,86	2,54
Cyatheaceae	<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.	22	44,46	5,78	10,36	3,72	9,50
Dryopteridaceae	<i>Lastreopsis amplissima</i> (C.Presl) Tindale	40	3,01	0,39	2,59	0,93	1,32
Gleicheniaceae	<i>Sticherus penniger</i> (Mart.) Ching	42	0,42	0,05	0,52	0,19	0,24
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes cristatum</i> Kaulf.	21	7,05	0,92	5,70	2,04	2,96
Lindsaeaceae	<i>Lindsaea guianensis</i> (Aubl.) Dryand.	63	0,63	0,08	1,55	0,56	0,64
	<i>Lindsaea lancea</i> (L.) Bedd. var. <i>lancea</i>	39	1,57	0,20	3,63	1,30	1,51

Tabela 1. Continuação

GRUPO/FAMÍLIA	ESPÉCIES	VOUCHER	CA	CR	FA	FR	VI
SAMAMBAIAS							
Lindsaeaceae	<i>Lindsaea quadrangularis</i> Raddi	56	0,40	0,05	2,07	0,74	0,80
Polypodiaceae	<i>Pecluma ptilodon</i> (Kunze) M.G.Price	50	3,09	0,40	4,15	1,49	1,89
	<i>Serpocaulon fraxinifolium</i> (Jacq.) A.R.Sm.	37	3,41	0,44	4,15	1,49	1,93
	<i>Campyloneurum phyllitidis</i> (L.) C.Presl	25	2,08	0,27	2,59	0,93	1,20
Pteridaceae	<i>Adiantum tetraphyllum</i> Willd.	55	1,05	0,14	1,55	0,56	0,69
	<i>Doryopteris</i> sp.	58	0,20	0,03	0,52	0,19	0,21
Schizaeaceae	<i>Schizaea poeppigiana</i> J.W.Sturm	62	0,09	0,01	1,04	0,37	0,38
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris hispidula</i> (Decne.) C.F.Reed	38	1,20	0,16	1,04	0,37	0,53
	<i>Thelypteris longifolia</i> (Desv.) R.M.Tryon	60	1,60	0,21	3,11	1,12	1,32
	<i>Thelypteris</i> sp.1	57	0,56	0,07	1,55	0,56	0,63
	<i>Thelypteris</i> sp.2	43	3,18	0,41	6,22	2,23	2,64
	<i>Thelypteris</i> sp.3	61	1,65	0,21	3,11	1,12	1,33
	<i>Thelypteris</i> sp.4	54	3,54	0,46	4,15	1,49	1,95
Indeterminada	Indeterminada	41	0,47	0,06	1,04	0,37	0,43
TOTAL			768,74	100,00	278,76	100,00	200,00

Vegetação e Variáveis Ambientais

A abertura do dossel na mata variou entre 9,4 e 24,9% ($\mu= 16,4\%$; $SD= 1,90$); a espessura de serapilheira, entre 1,1 e 3,3 cm ($\mu= 2,3$ cm; $SD= 0,39$); a declividade, entre 0,14 e 4,35% ($\mu= 0,97\%$; $SD= 0,80$), sendo que as maiores declividades ocorreram nas unidades amostrais na beira do ribeirão e a maioria das unidades amostrais estava sobre declividade próxima a zero. A umidade do solo variou entre 16,1 e 85,2% nas parcelas ($\mu= 44,2\%$; $SD= 14,84$). As unidades amostrais próximas à borda de mata apresentaram as maiores porcentagem de umidade no solo. A distância do curso d'água mais próximo para as unidades amostrais variou de 0 a 121 m ($\mu= 29,93$ m; $SD= 31,8$), sendo as unidades amostrais com distância zero, aquelas nas quais ocorria água. A distância da borda variou de 1 a 161 m ($\mu= 45,7$ m; $SD= 37,5$).

A ordenação por NMDS indicou a formação de quatro grupos florísticos. O eixo 1 da NMDS separou as unidades da maior para a menor camada de serapilheira. O eixo 2 apresentou uma tendência em mostrar a representação de gradientes relacionados com a umidade do solo com algumas unidades isoladas pertencentes a unidades que se apresentaram na beira do ribeirão e borda de mata (Fig. 10).

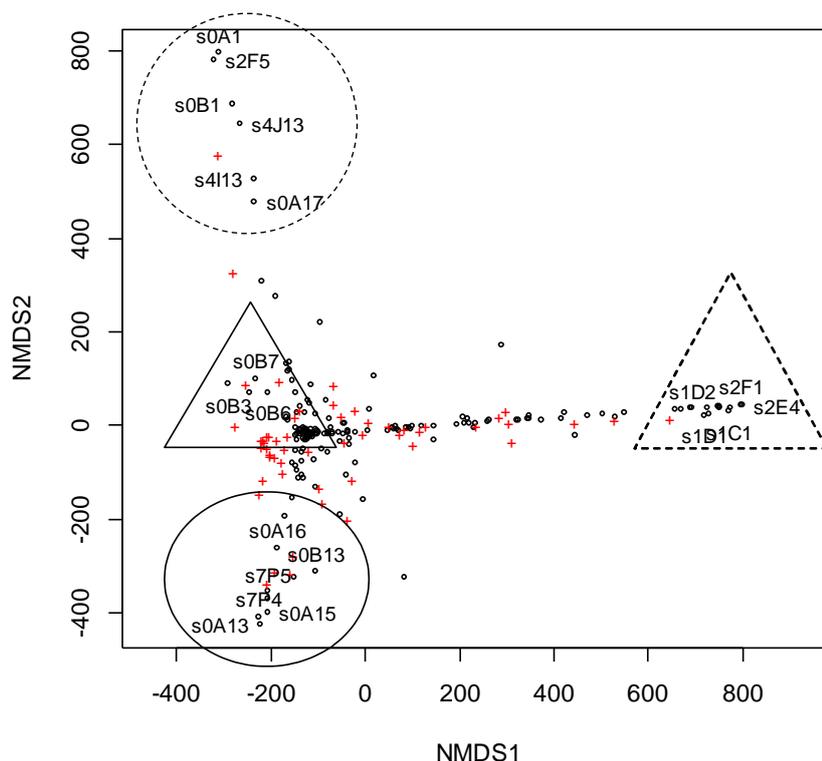


Figura 7. Diagrama de ordenação pelo método de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) para a cobertura das espécies nas unidades amostrais da mata de galeria do ribeirão Bananal no Parque Nacional de Brasília, Brasília-DF (Stress=0,03). Círculo tracejado: unidades amostrais de beira-ribeirão e borda de mata. Círculo contínuo: unidades em áreas de brejo e maior unidade. Triângulo contínuo: unidades amostrais com maiores camadas de serapilheira. Triângulo tracejado: unidades com menores camadas de serapilheira. Círculo pequeno: subunidades amostrais. Cruzes vermelhas: espécies amostradas. Os códigos inseridos na figura indicam as subunidades amostrais.

A cobertura total de monocotiledôneas e samambaias (somatório das espécies avaliadas) tende a ser maior quanto mais próximo do curso d'água (Figura 11A, $F_{1,110}=15.70$, $p<0.001$) e da borda da floresta (Figura 11B, $F_{1,110}=7.56$, $p=0.007$). Adicionalmente, quanto maior a espessura da camada da serapilheira menor era a cobertura total de monocotiledôneas e samambaias (Figura 11C, $F_{1,110}=7.18$, $p=0.008$). Apesar da detecção destes padrões ambientais, o resultado da partição de variância da regressão mostrou que a contribuição do ambiente puro foi baixa ($R^2_{adj}=0,009$) sendo a fração conjunta do ambiente e o espaço um componente razoavelmente superior ($R^2_{adj}=0,463$). A fração puramente espacial (Figura 12) foi o componente com maior valor estimado ($R^2_{adj}=0,481$).

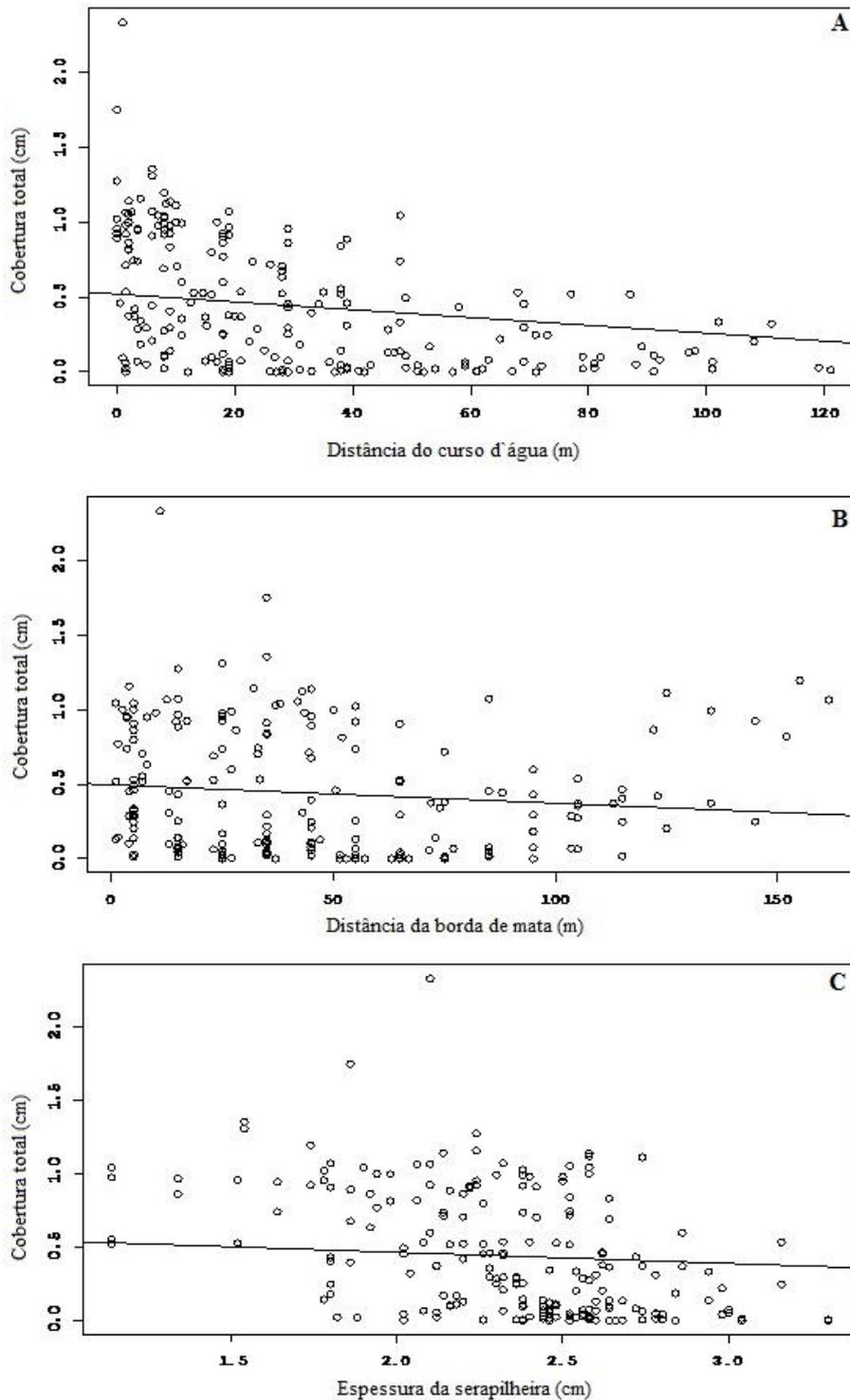


Figura 11. Relação da cobertura total de monocotiledôneas herbáceas e samambaias com variáveis ambientais. a) distância do curso d'água, b) distância da borda da mata de galeria e c) espessura de serapilheira. Gráficos apresentam dados brutos com retas de regressão obtidas em modelo de regressão múltipla que inclui efeito do espaço. Para produção das retas de regressão de cada gráfico os efeitos das outras variáveis foram considerados constantes em seus valores médios.

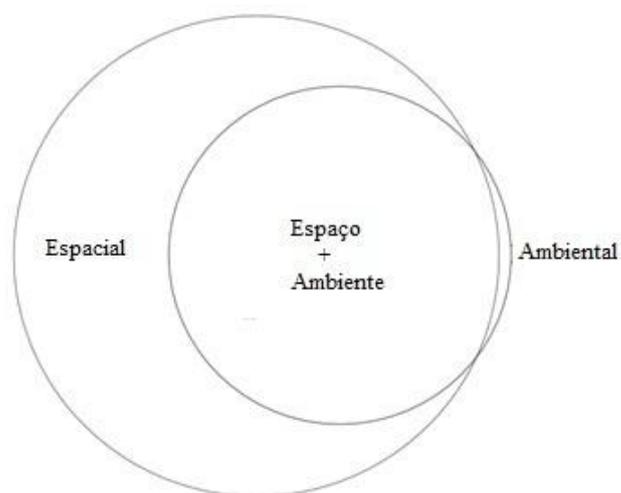


Figura 8. Partição da variância do modelo linear da cobertura de espécies de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres em uma mata de galeria do ribeirão Bananal no Parque Nacional de Brasília entre os componentes ambientais, selecionados pelo modelo e as relações espaciais.

A RDA realizada com as variáveis ambientais descontando todo o efeito do espaço (Fig. 13) mostrou que houve um agrupamento da maioria das espécies em valores intermediários das variáveis ambientais mensuradas, mostrando que a maioria das espécies não apresentou relação marcante com as variáveis medidas. A contribuição do componente puramente ambiental, da partição de variância para a composição de espécies analisadas foi baixa $R^2_{adj}=0,04$ ($F_{2,71}=0,03$; $p<0,001$). Dentre as variáveis ambientais estudadas foi detectada influência da distância do ribeirão ($F_{1,160}=6.82$, $p<0.001$), distância da borda da floresta ($F_{1,160}=2.15$, $p=0.013$) e abertura do dossel ($F_{1,160}=1.83$, $p=0.050$). Os padrões mais marcantes foram de espécies como *Homolepis glutinosa* e *Ichnanthus pallens* que tenderam a ter maior cobertura em locais próximos ao ribeirão enquanto *Oplismenus hirtellus* e *Trichomanes cristatum* tiveram associação com ambientes mais distantes do ribeirão. Adicionalmente foi marcante a maior cobertura de *Ichnanthus pallens* em ambientes com maior abertura do dossel e mais distantes da borda da floresta, enquanto *Olyra taquara* e *Cyathea delgadii* tenderam a ter maiores coberturas em ambientes com dossel mais fechado e mais próximo da borda da mata. A espécie *Commelina erecta*, que se destacou em alta cobertura e frequência, não se mostrou associada com nenhuma das variáveis ambientais coletadas.

As demais frações de variação explicadas pela RDA (Fig. 14) foram mais elevadas, indicando a importância do espaço na estrutura da comunidade. A fração do componente espacial puro na estrutura da comunidade foi estimada com $R^2_{adj}=0.233$ ($F_{25,160}=3.80$, $p<0.001$). A fração explicada pelo ambiente e o espaço em conjunto, teve $R^2_{adj}=0.112$ (fração sem possibilidade de teste de significância) indicando potencial de importantes efeitos ambientais na comunidade que não puderam ser separados do efeito espacial.

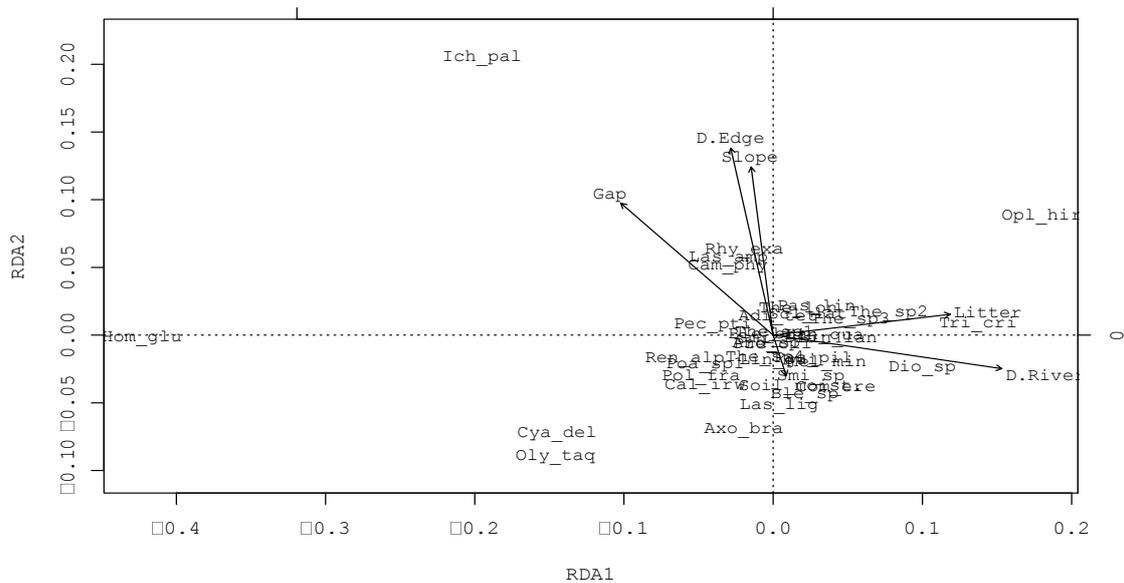


Figura 13. Análise de redundância (RDA) descontando todo o efeito do espaço mostrando a relação entre as variáveis ambientais e a cobertura de espécies de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres. As abreviaturas dos nomes das espécies podem ser conferidas na Tabela 1. Gap: abertura do dossel (%); D. River: distância do curso d'água mais próximo (m); D. Edge: distância da borda da mata (m); Slope: declividade (%); Soil_moist: umidade do solo (%); Litter: espessura de serapilheira (cm).

A RDA com as variáveis estruturadas no espaço mostrou uma pequena diferença da RDA descontando o efeito do espaço (Fig. 15). A distância da borda de mata se apresentou como uma das variáveis de menor explicação da composição e distribuição das espécies amostradas. Algumas variáveis como o umidade do solo e a distância do curso d'água se apresentaram marcantes para algumas espécies. Em destaque *Oplismenus hirtellus* teve sua maior cobertura em áreas próximas ao curso

Discussão

O baixo percentual de cobertura das espécies de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres da mata de galeria do ribeirão Bananal pode ser indicativo de bom estado de conservação da mata, uma vez que matas degradadas geralmente são invadidas por vegetais desses grupos (Felfili *et al.* 2000). Em áreas florestais, o compartimento inferior é representado principalmente por plântulas de indivíduos lenhosos e poucos indivíduos herbáceos com baixa cobertura (Negrelle 2006), com destaque para as monocotiledôneas (Muller & Waechter 2001; Costa 2004) sendo verificada baixa proporção de solo nu. Além disso, geralmente o estrato herbáceo e arbustivo, em matas de galeria, é pouco desenvolvido (Silva Júnior *et al.* 2001)

As famílias mais ricas em espécies deste estudo foram citadas como as de maior riqueza no estrato herbáceo em outras áreas florestais no sul do Brasil, floresta costeira subtropical (Müller & Waechter 2001), floresta de encosta (Fuhro *et al.* 2005), floresta estacional decídua (Inácio & Jarenkow 2008), floresta ombrófila densa (Kozera *et al.* 2008), floresta estacional semidecídua (Palma *et al.* 2008) e floresta ombrófila mista (Citadini-Zanette *et al.* 2011), assim como para áreas florestais na Amazônia (Costa 2004), e no Cerrado (Guglieri *et al.* 2008), com destaque para a família Poaceae e Cyperaceae. Apesar de a família Orchidaceae ser bastante representativa no Cerrado (Batista & Bianchetti 2003) e se destacar em diversos trabalhos em áreas florestais com alta riqueza (Palma *et al.* 2008; Muller & Waechter 2001), sua presença no componente terrestre da mata de galeria do ribeirão Bananal foi baixa, provavelmente por serem mais comuns como epífitas em ambientes florestais do Cerrado (Batista *et al.* 2005) e essas não foram amostradas. A maior parte das famílias foi representada por uma espécie apenas. Parece ser um padrão em comunidades herbáceas o fato de grande parte das famílias, no interior das florestas, serem representada por somente uma única espécie (Palma *et al.* 2008; Rigon *et al.* 2011).

A avaliação comparativa dos resultados de índices de diversidade obtidos é de difícil realização uma vez que até onde sabemos não há inventários fitossociológicos de herbáceas em ambientes florestais do Cerrado. Dessa forma, será necessária a realização de trabalhos adicionais para conhecer a variação da diversidade de herbáceas em matas de galeria ou outras formações florestais do Cerrado e permitir avaliar padrões biogeográficos ou de influências ambientais em escalas regionais que influenciem esta

propriedade das comunidades de herbáceas. Entretanto, a caracterização da comunidade realizada no presente trabalho por meio de Hill numbers (Figura 2) permite conhecer padrões interessantes da comunidade como número de espécies por “classes” de frequências. A ordem dos Hill numbers indica o peso dado a frequência das espécies de modo que os valores de diversidade podem ser interpretados como o número de espécies que seria encontrado avaliando espécies com até certo grau de raridade (Hill, 1973). Desta forma, o valor de diversidade representa o número equivalente de espécies que seria observado caso se avalie todas as espécies ($q=0$), somente as espécies típicas ($q=1$) ou somente as espécies dominantes ($q=2$) (Chao *et al.* 2014). Tomando como referência os dados de Druker *et al.* (2008) em uma mata ripária na Amazônia Central e equiparando o grau de cobertura (seguindo recomendações em Chao & Jost (2012) e Chao *et al.* (2014) podemos notar que ambas as florestas tiveram número total de espécies equivalente (Cerrado: 95%CI [52;66]; Amazônia: 95%CI [60;78]). Entretanto os valores razoavelmente inferiores na mata de galeria do presente trabalho para Hill numbers de ordem $q=1$ (Cerrado: 95%CI [23;28]; Amazônia: 95%CI [40;47]) e $q=2$ (Cerrado: 95%CI [11;14]; Amazônia: 95%CI [32;37]) demonstram a dominância da comunidade por um número relativamente pequeno de espécies na mata de galeria do Cerrado.

As samambaias tornam-se um grupo importante dentro das florestas brasileiras em termos de riqueza em floresta de terra firme na Amazônia Central (Costa 2004) e em cobertura na floresta estacional no Sul do Brasil (Inácio & Jarenkow 2008; Palma *et al.* 2008). Nesse estudo, as samambaias não se destacaram em cobertura, mas apresentaram elevada riqueza. O alto número de espécies de samambaias não listadas para o Distrito Federal mostra a escassez de coletas e estudos sobre o grupo no Cerrado da região. A maioria dos trabalhos no Brasil sobre a diversidade e a ecologia das samambaias foi realizado na Mata Atlântica (Rodrigues *et al.* 2004). No Cerrado, os estudos concentram-se no estado de São Paulo (Simabukuro *et al.* 1994; Colli *et al.* 2004a; Colli *et al.* 2004b) e em áreas de transição de Cerrado e Mata Atlântica (Figueiredo & Salino 2005).

A flora arbórea de matas de galeria apresenta semelhança florística com a da Floresta Amazônica e a Floresta Atlântica (Silva-Júnior *et al.* 1998; Oliveira-Filho & Ratter 2000). A presença de *Oplismenus hirtellus* e *Homolepis glutinosa* em florestas nativas do sul do Brasil e de *Lindsae lancea* na Amazônia Central (Costa 2004) indicam

essas semelhanças florísticas também para o componente herbáceo. *Oplismenus hirtellus* e *Homolepis glutinosa* apresentam-se como espécies típicas de sub-bosques de florestas nativas do sul do Brasil (Muller & Waechter 2001; Maraschin-Silva *et al.* 2009; Záchia & Waechter 2011) e a primeira em alguns casos com bastante abundância (Fuhro *et al.* 2005).

O capim-gordura (*Melinis minutiflora*) está presente em grande parte do Parque Nacional de Brasília (Horowitz *et al.* 2013), sendo relatado sua grande capacidade de modificar as paisagens naturais (Martins *et al.* 2004). A espécie margeava uma das bordas da mata estudada (observações de campo) entretanto, na mata de galeria, ela teve baixa frequência sendo restrita a faixas de até 5 m (dados não apresentados), indicando provavelmente baixa tolerância à sombra.

A distância da borda da mata e a distância do ribeirão embora não sejam variáveis que influenciem diretamente no padrão de distribuição e cobertura da planta, são métricas ligadas a outros fatores que a influenciam diretamente, essas distâncias são em parte indicadoras de outras variáveis não medidas. É importante ressaltar que a distância do curso d'água mostra-se importante para a distribuição das espécies, mas é necessário entender que diferentes fatores ambientais variam ao longo do gradiente de distância (Drucker *et al.* 2008). Medidas de distância são ligadas a diversas outras variáveis ambientais. Ocorrência restrita de algumas espécies de herbáceas às margens de cursos de água foi registrada na Amazônia Central (Drucker *et al.* 2008). A importância da distância do curso d'água parece influenciar não apenas a cobertura total de espécies como a cobertura de *Oplismenus hirtellus* e *Dioscorea* sp., sendo a primeira espécie bastante documentada em áreas florestais subtropicais (Muller & Waechter 2001; Inácio & Jarenkow 2008; Záchia & Waechter 2011). A distância do curso d'água é apontada como o principal fator relacionado à abundância, composição e riqueza de samambaias (Paixão *et al.* 2013) e também para as espécies do sub-bosque de floresta tropical (Drucker *et al.* 2008).

Os efeitos de borda são potencialmente importantes para matas de galeria, tais como efeitos abióticos (ex. microclima) ou bióticos (por exemplo, a atividade animal) (Lima 2012). Esses fatores estruturais da borda, como seus aspectos micro-climáticos (ventos, temperatura, umidade relativa, evapotranspiração) e, provavelmente, o nível de perturbação (como o fogo que próximo a borda devido a umidade, torna-se mais

suscetível a incêndios que no interior de florestas tropicais (Cochrane 2003)) parecem influenciar a composição das espécies de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres, como verificado por Paciência & Prado (2004) para a riqueza de espécies de samambaias em uma área de floresta ombrófila. Sendo os efeitos de borda e distância do ribeirão importantes e, muitas vezes condicionantes para o estabelecimento de espécies sensíveis, as variações estruturais dadas por essas distâncias foram fundamentais para a composição de espécies amostradas. A comunidade do componente herbáceo da mata de galeria do ribeirão Bananal apresenta-se espacialmente estruturada com o eixo ribeirão-borda (distância do curso d'água e borda da mata), com isso, modificações no tamanho dessas métricas poderiam interferir na composição e cobertura das espécies herbáceas da mata, mudando seletivamente a comunidade.

A alta relação da camada de serapilheira com a cobertura das espécies de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres mostrou que maiores espessuras de serapilheira determinaram áreas de menor cobertura de espécies e, conseqüentemente, maiores áreas sem cobertura da vegetação (solo nu), ou seja, a cobertura total das espécies amostrada apresentou-se maior em áreas de baixo acúmulo de serapilheira, isto pode ser, porque a camada de serapilheira pode funcionar como uma barreira física (Faccelli & Pickett 1991). O acúmulo de serapilheira funciona como isolante térmico, contribuindo para a redução da evaporação na superfície do solo (Kindel 2001), podendo gerar alterações na disponibilidade de nutrientes na temperatura do mesmo (Faccelli & Pickett 1991). Para as espécies herbáceas, que, em geral, possuem sementes muito pequenas, a camada de serapilheira poderia atuar como uma barreira física dificultando a sua germinação e estabelecimento (Rodrigues *et al.* 2010). Em escala local, a camada de serapilheira pode ser um importante estruturador da comunidade de samambaias, isso porque é possível que os níveis de sensibilidade à luz dos esporos de diferentes espécies resultem em seletividade na germinação (Carvalho *et al.* 2007).

A variável espessura da camada de serapilheira e a abertura do dossel também são variáveis relacionadas as espécies arbóreas encontradas na mata, uma vez que a camada de serapilheira influenciou a cobertura total das espécies a abertura de dossel influenciou a cobertura de espécies com alta taxa de cobertura como *Ichnanthus pallens* e *Homolepis glutinosa*. Os dados apresentados para *Ichnanthus pallens* contradizem o encontrado por Guilherme (2000), que indica sua preferência por ambientes mais

sombreados, embora o mesmo relate que na área florestal amostrada os recursos sejam distribuídos em manchas podendo ser variável ao longo do tempo, como, por exemplo, a abertura do dossel variando ao longo do ano. A variação do componente herbáceo, na composição e cobertura, ocorre em locais com perda de folhas do dossel, modificando a entrada de luz nas florestas e influenciando as espécies herbáceas (Inácio & Jarenkow 2008).

Ao analisar a abertura do dossel, faz-se necessário incluir o fator tempo, uma vez que a distribuição e a cobertura, do componente herbáceo, podem refletir condições de luz que já desapareceram (Poulsen 1996) e a entrada de luz em áreas florestais podem estar relacionados a estrutura das espécies arbóreas presentes (Inácio & Jarenkow 2008). O componente arbóreo em áreas florestais apresentam alta taxa de mortalidade e recrutamento, com mudanças das espécies dominantes ao longo do tempo (Braga & Rezende 2007). Assim a descontinuidade do dossel em matas de galeria parecem influenciar as condições de crescimento e/ou estabelecimento das espécies herbáceas no decorrer do tempo.

As partições de variância realizadas mostraram que as variáveis espaciais foram mais importantes que as variáveis ambientais e que o espaço puro foi capaz de explicar mais dos dados de cobertura total das espécies. Estudos que procuraram trabalhar com química do solo, como variável preditora de espécies, apresentam fração ambiental mais explicativa do que pelo o espaço (Jones *et al.* 2008). Como não avaliamos a química do solo nossa fração explicada pelo ambiente foi menor do que pelo espaço e menor do que o ambiente estruturado no espaço, segundo Tuomisto *et al.* (2003), tanto o ambiente como as plantas podem estar estruturados no espaço. A fração conjunta do espaço e o ambiente foi mais explicativo que o ambiente sozinho, assim essa fração pode ser indícios de que as nossas variáveis estavam estruturadas no espaço. A fração não explicada da partição de variância da RDA poderia evidenciar que outras variáveis ambientais locais seriam relevantes para essa explicação, assim como outros fatores tais como propriedades físicas e químicas do solo, fatores edáfico, topográficos, entre outros ou mesmo ao acaso. Agregar diferentes grupos de variáveis na análise pode aumentar o percentual de variância explicada, mas alguns grupos de variáveis ambientais podem mascarar as respostas dos outros (Costa *et al.* 2005). Além disso, essas espécies podem refletir não só a fatores ambientais e espaciais, como também evolutivos de cada espécie (Cicuzza *et al.* 2013).

As variáveis ambientais e espaciais são importantes para explicar a composição de espécies de monocotiledôneas herbáceas e samambaias terrestres da mata de galeria do ribeirão Bananal, sendo o espaço um fator determinante para a composição e coberturas do componente herbáceo. Tendo as métricas de distância, abertura do dossel, efeito de borda, camada de serapilheira entre outros fatores importantes para a composição e cobertura do componente herbáceo da mata, e que aspectos como fogo, perturbação, desmatamento, fragmentação, entre outros, podem modificar essas variáveis faz-se importante garantir a conservação de áreas florestais no Cerrado para a conservação de espécies. Assim o estudo subsidia decisões de aumento da faixa de preservação de mata no Código Florestal Brasileiro que por Lei 12.651 determina apenas 30 metros para matas como essa amostrada. Sendo assim, este estudo evidencia variações florísticas no gradiente transversal da mata de galeria associadas ao ribeirão, mostrando que a diversidade e composição de samambaias e monocotiledôneas herbáceas estão estruturada espacialmente na mata, logo a remoção de frações desta faixa resultaria em perda de biodiversidade, com risco da eliminação da variação de espécies em escala regional.

Referências Bibliográficas

- Ambrósio, S.T. & Barros, I.C.L. 1997. Samambaias de uma área remanescente de Floresta Atlântica do Estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 11(2): 105-113.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** 16(2): 105–121.
- 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.
- Barros, I.C.L. & Silva, M.R.P. 2005. Gleicheniaceae. Pp. 146-157. In: Cavalcante, T.B. & Ramos, A.E. (eds.). **Flora do Distrito Federal, Brasil**. Brasília, Embrapa.
- Batista, J.A.N. & Bianchetti, L.D.B. 2003. Lista atualizada das Orchidaceae do Distrito Federal. **Acta Botanica Brasilica** 17(2): 183-201.
- Batista, J.A.N.; Bianchetti, L.D.B. & Pellizzaro, K.F. 2005. Orchidaceae of the reserva ecológica do Guará, Distrito Federal, Brazil. **Acta Botanica Brasilica** 19(2): 221-232.
- Bittencourt, S.; Dalla Corte, A.P. & Sanquetta, C.R. 2004. Estrutura da Comunidade de Pteridophyta em uma Floresta Ombrófila Mista, Sul do Paraná, Brasil. **Silva Lusitana** 12(2): 243-254.
- Bivand, R. 2014. **spdep: Spatial dependence: weighting schemes, statistics and models**. R package version 0.5-71.

- Bjornstad, N.O. 2013. **ncf: spatial nonparametric covariance functions**. R package version 1.1-5.
- Borcard, D. & Legendre, P. 2002. Análise All-escala espacial de dados ecológicos, por meio de coordenadas principais de matrizes vizinhos. **Modelagem Ecológica** 153(1): 51-68.
- Canfield, R. 1941. Application of line interception in sampling range vegetation. **Journal of Forestry** 39: 388-394.
- Canfield, R. 1950. **Sampling range by the line interception method**. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station.
- Carvalho, F.A.; Costa, F.R.C. & Salino, A. 2007. Determinantes da estrutura da comunidade de samambaias na BR 319, interflúvio Purus Madeira Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 5(2): 1074-1076.
- Chao, A.; Gotelli, N.J.; Hsieh, T.C.; Sander, E.I.; Ma, K.h.; Colwell, R.k. & Ellison, A.M. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. **Ecological Monographs**, 84(1): 45-67.
- Cicuzza, D.; Krömer, T.; Poulsen, A.D.; Abrahamczyk, S.; Delhotal, T.; Piedra, H.M. & Kessler, M. 2013. A transcontinental comparison of the diversity and composition of tropical forest understory herb assemblages. **Biodiversity and conservation** 22(3): 755-772.
- Citadini-Zanette, V.; Pereira, J.L.; Jarenkow, J.A.; Klein, A.S. & Santos, R. 2011. Estrutura da sinúsia herbácea em Floresta Ombrófila Mista no Parque Nacional de Aparados da Serra, sul do Brasil. **Revista brasileira de Biociências** 9(1): 56-63.
- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian journal of ecology** 18: 117-143.
- Conceição, G.M. & Ruggieri, A.C. 2010. Samambaias do município de Tufilândia, estado do Maranhão, Brasil. **Pesquisa em Foco** 18(1): 59-68.
- Correia, J.R.; Haridassan, M.; Reatto, A.; Martins, E.S. & Walter, B.M.T. 2001. Influência de fatores edáficos na distribuição de espécies arbóreas em Matas de Galerias na região do Cerrado: uma revisão. In: Ribeiro, J.F.; Fonseca, C.E.L. & Souza-Silva, J.C. (eds.). **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina, Embrapa Cerrados.
- Colli, A.M.T.; Salino, A.; Fernandes, A.C.; Rangel, C.M.; Barbosa, R.A.; Correa, R.A. & Silva, W.D. 2004b. Samambaias da floresta estadual de Bebedouro, Bebedouro, SP, Brasil. **Revista do Instituto Florestal** 16(2): 147-152.
- Colli, A.M.T.; Souza, S.A.; Salino, A.; Lucca, A.L.T. & Silva, R.T. 2004a. Samambaias do Parque Estadual de Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro (SP), Brasil. Gleba Pé-de-Gigante. **Revista do Instituto Florestal** 16(2): 121-127.
- Costa, F.R.C. 2004. Structure and composition of the ground-herb community in a terra-firme Central Amazonian forest. **Acta Amazonica** 34(1): 53-59.
- Costa, F.R.C. 2006. Mesoscale Gradients of Herb Richness and Abundance in Central Amazonia. **Biotropica** 38(6): 711-717.
- Costa, F.R.C.; Magnusson, W.E. & Luizão, R.C. 2005. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understory herbs in relation to topography, soil and watersheds. **Journal of Ecology** 93: 863-878.
- Dray, S. 2013. **spacemaker: Spatial modelling**. R package version 0.0-5/r113.
- Dray, S.; Legendre, P. & Peres-Neto, P.R. 2006. Spatial modelling: a comprehensive framework for principal coordinate analysis of neighbour matrices (PCNM). **Ecological Modelling** 196(3): 483-493.

- Drucker, D.P. 2005. **Varição na composição da comunidade herbácea em áreas ripárias da amazônia central**. Dissertação de Mestrado. UFAM, Amazonas.
- Drucker, D.P.; Costa, F.R.C. & Magnusson, W.E. 2008. How wide is the riparian zone of small streams in tropical forests? A test with terrestrial herbs. **Journal of Tropical Ecology** 24:65-74.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA.
- Facelli, J.M. & Pickett, S.T. 1991. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review** 57(1): 1-32.
- Felfili, J.M. 2001. Principais fisionomias do Espigão Mestre do São Francisco. In: Felfili, J.M. & Silva-Junior, M.C. (orgs.). **Biogeografia do bioma Cerrado: estudo fitofisionômico na chapada do espigão mestre do São Francisco**. Brasília, Universidade de Brasília.
- Felfili, J.M.; Ribeiro, J.F.; Fagg, C.W. & Machado, J.W.B. 2000. **Recuperação de matas de galeria**. Planaltina, Embrapa Cerrados.
- Felfili, J.M.; Mendonça, R.C.; Walter, B.M.T.; Silva-Junior, M.C.; Nóbrega, M.G.G.; Fagg, C.W.; Sevilha, A.C. & Silva, M.A. 2001. Flora fanerogâmica das matas de galeria e ciliares do Brasil. In: Ribeiro, J.F.; Fonseca, C.E.L. & Souza-Silva, J.C. (eds.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina, Embrapa Cerrados.
- Felfili, J.M.; Nogueira, P.E.; Silva-Junior, M.C.; Marimon, B.S. & Delitti, W.B.Z. 2002. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa – MT. **Acta Botanica Brasileira** 16(1): 103-112.
- Felfili, J.M.; Souza-Silva, J.C. & Scariot, A. 2005. Biodiversidade, ecologia e caracterização do Cerrado: avanços no conhecimento. In: Scariot, A.; Souza-Silva, J.C. & Felfili, J.M. (orgs.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente.
- Fernandes, I. 2005. Cyatheaceae. Pp. 123-134. In: Cavalcante, T.B. & Ramos, A.E. (eds.). **Flora do Distrito Federal, Brasil**. Brasília, Embrapa.
- Ferreira-Junior, O. 2004. **GPS Trackmaker**. Belo Horizonte: Minas Gerais. Disponível para download em: <http://www.gpstm.com.br>.
- Figueiredo, J.B. & Salino, A. 2005. Samambaias de quatro reservas particulares do patrimônio natural ao sul da região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana** 6(2): 83-94.
- Fonseca, C.E.L.; Ribeiro, J.F.; Souza, C.C.; Rezende, R.P. & Balbino, V.K. 2001. Recuperação da vegetação de Matas de Galeria: estudo de caso no Distrito Federal. In: Ribeiro, J.F.; Fonseca, C.E.L. & Souza-Silva, J.C. (eds.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina, Embrapa Cerrados.
- Frazer, G.W.; Canham, C.D. & Lertzman, K.P. 1999. **Gap Light Analyzer (GLA)**. Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission índices from true-color fisheye photographs, users manual and program documentation. Simon Fazer University, Burnaby, British Columbia and the Institute of Ecosystem Studies. New York, Millbrook.
- Fuhro, D.; Vargas, D. & Larocca, J. 2005. Levantamento florístico das espécies herbáceas, arbustivas e lianas da floresta de encosta da Ponta do Cego, Reserva Biológica do Lami (RBL), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas Botânica** 56: 239-256.
- Gasper, A.L.; Eisenlohr, P.V. & Salino, A. 2013. Climate-related variables and geographic distance affect fern species composition across a vegetation gradient in a shrinking hotspot. **Plant Ecology & Diversity** (online first).

- Gentry, A.H. 1988.Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 75(1): 1–34.
- Gentry, A.H. 1990.Floristic similarities and differences between Southern Central America and upper and Central Amazonia. Pp.141-160.In: Gentry, A.H. (ed.). **Four neotropical rain forests**. New Haven, Yale University Press.
- Gilliam, F.S. & Roberts, M.R. 2003. Introduction: Conceptual framework for studies of the herbaceous layer. In: Gilliam, F.S. & Roberts, M.R. (eds.). **The herbaceous layer in forests of eastern North America**. New York, Oxford University Press.
- Gilliam, F.S. 2007.The ecological significance of the herbaceous layer in temperate forest ecosystems. **BioScience** 57: 846-858.
- Griffith, D.A. & Peres-Neto, P.R. 2006.Spatial modeling in ecology: the flexibility of eigenfunction spatial analyses. **Ecology** 87(10): 2603-2613.
- Guglieri, A.; Kufner, D.C.L. & Pott, V.J. 2008. Levantamento florístico da vegetação herbácea e subarbustiva da mata de galeria do córrego Boa Sorte, Corguinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. In: **II Simpósio Internacional Savanas Tropicais e IX Simpósio Nacional do Cerrado. Brasília 2008**. Brasília, Embrapa Cerrados.
- Guilherme, F.A.G. 2000. Efeitos da cobertura de dossel na densidade e estatura de gramíneas e da regeneração natural de plantas lenhosas em mata de galeria, Brasília-DF. **Cerne** 6(1): 60-66.
- IBAMA/FUNATURA. **Plano de Manejo do Parque Nacional de Brasília**. Brasília, 1998. v.1.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2004. **Mapa de biomas do Brasil e o mapa de vegetação do Brasil**.http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169 (Acesso em 04/08/2013).
- Inácio, D.C. & Jarenkow, J.A. 2008. Relações entre a estrutura da sinúsia herbácea terrícola e a cobertura do dossel em floresta estacional no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de botânica** 31(1): 41-51.
- Jurinitz, C.F. & Baptista, L.R.M. 2007. Monocotiledôneas terrícolas em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa no Litoral Norte do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências** 5(1): 09-17.
- Karst, J.; Gilbert, B. & Lechowicz, M.J. 2005. Fern community assembly: the roles of chance and the environment at local and intermediate scales. **Ecology** 86(9): 473-486.
- Kent, M. & Coker, P. 1992. **Vegetation Description and Analysis: a practical approach**. London, Belhaven Press. 363p.
- Klink, C.A. & Machado, R.B. 2005. A conservação do cerrado brasileiro. **Megadiversidade** 1(1): 147-155.
- Kozera, C.; Rodrigues, R.R. & Dittrich, V.D.O. 2009. Composição florística do sub-bosque de uma Floresta Ombrófila Densa Montana, Morretes, PR, Brasil. **Floresta** 39(2): 323-334.
- Labiak, P.H. 2005. Polypodiaceae. Pp. 161-181. In: Cavalcante, T.B. & Ramos, A.E. (eds.). **Flora do Distrito Federal, Brasil**. Brasília, Embrapa.
- Legendre, P.; Oksanen, J. & Ter Braak, C.J.F. 2011.Testing the significance of canonical axes in redundancy analysis. **Methods in Ecology and Evolution** 2: 269-277.
- Legendre, P.; Borcard, D.; Blanchet, F.G. & Dray, S. 2013. **PCNM: MEM spatial eigenfunction and principal coordinate analyses**. R package version 2.1-2/r109.

- Lehn, C.R. & Assis, E.L.M. 2013. Riqueza de samambaias e licófitas de uma mata de galeria na região central de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Biotemas** 26(1): 7-15.
- Lima, R.A.F. & Gandolfi, S. 2009. Structure of the herb stratum under different light regimes in the Submontane Atlantic Rain Forest. **Brazilian Journal of Biology** 69(2): 289-296.
- Lista de Espécies da Flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. (Acesso em 23/12/2013).
- Magurran, A.E. & Magurran, A.E. 1988. **Ecological diversity and its measurement.** v. 168. Princeton, Princeton University Press.
- Maraschin-Silva, F.; Scherer, A. & Moura Baptista, L.R. 2009. Diversidade e estrutura do componente herbáceo-subarbusivo em vegetação secundária de Floresta Atlântica no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 7(1): 53-65.
- Marimon-Junior, B.H. & Hay, J.D. 2008. A new instrument for measurement and collection of quantitative samples of the litter layer in forests. **Forest Ecology and Management** 255: 2244-2250.
- Marmontel, C.V.F.; Rodrigues, V.A.; Martins e Martins, T.; Starzynski, R. & Carvalho, J.L.D. 2013. Caracterização da vegetação secundária do bioma Mata Atlântica com base em sua posição na paisagem. **Bioscience Journal** 29(6):2042-2052.
- Martins S.V. & Rodrigues R.R. 2002. Gap-phase regeneration in a semideciduous mesophytic forest, south-eastern Brazil. **Plant Ecology** 163: 51-62.
- Martins, S.V. & Rodrigues, R.R. 2005. Assessing the role of the canopy gap characteristics in the regeneration of shrub and tree species in a Semideciduous Mesophytic Forest in South-Eastern Brazil In: Burk, A.R. (ed.). **New Research on Forest Ecosystems.** New York, Nova Science Publishers.
- McCune, B. & Grace, J.B. 2002. **Analysis of Ecological Communities.** v. 28. Gleneden Beach - Oregon, MjM software design. 300p.
- Meira-Neto, J.A.A.; Martins, F.R. & Souza, A.L. 2005. Influência da cobertura e do solo na composição florística do sub-bosque em uma floresta estacional semidecídua em Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 19: 473-486.
- Meireles, M.L.; Oliveira, R.C.; Vivaldi, L.J.; Santos, A.R. & Correia, J.R. 2002. **Espécie do Estrato herbáceo e profundidade do lençol freático em áreas úmidas do Cerrado.** Planaltina, Embrapa.
- Melo, A.S. & Hepp, L.U. 2008. Ferramentas estatísticas para análises de dados provenientes de biomonitoramento. **Oecologia Brasiliensis** 12(3): 463-486.
- Mendes, F.S.; Jardim, F.C.S.; Carvalho, J.O.P.; Lima, T.T.S. & Souza, D.V. 2012. Dinâmica da composição florística do sub-bosque em floresta tropical manejada, no município de Moju, estado do Pará, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias** 55(2): 117-123.
- Menini-Neto, L.; Matozinhos, C.N.; Abreu, N.L.; Valente, A.S.M.; Antunes, K.; Souza, F.S.; Viana, P.L. & Salimena, F.R.G. 2009. Flora vascular não-arbórea de uma floresta de gruta na Serra da Mantiqueira, Zona da Mata de Minas Gerais, Brasil. **Biota Neotropica** 9: 1-14.
- MMA.2011. Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite. **Monitoramento do bioma Cerrado: 2009-2010.** Brasília, Ministério do Meio Ambiente.
- Müller, S.C. & Waechter, J.L. 2001. Estrutura sinusal dos componentes herbáceo e arbustivo de uma floresta costeira subtropical. **Revista Brasileira de Botânica** 24(4): 395-406.

- Munhoz, C.B.R. & Araujo, G.M. 2011. Métodos de amostragem do estrato herbáceo-subarbusivo. Pp. 213-230. In: Felfili, J.M.; Eisenlohr, P.E.; Melo, M.M.R.F, Andrade, L.A. & Meira-Neto, J.A.A. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil - Métodos e Estudos de caso**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa.
- Munhoz, C.B.R. & Felfili, J.M. 2004. Composição florística do estrato herbáceo-subarbusivo em uma área de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer** 13(1): 85-113.
- Munhoz, C.B.R. & Felfili, J.M. 2005. Fenologia do estrato herbáceo-subarbusivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 19(4): 979-988.
- Munhoz, C.B.R. & Felfili, J.M. 2006. Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbusivo de uma área de campo sujo no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 20(3): 671-685.
- Munhoz, C.B.R. & Felfili, J.M. 2007. Florística do estrato herbáceo-subarbusivo de um campo limpo úmido em Brasília, Brasil. **Biota Neotropica** 7(3): 205-215.
- Naiman, R.J.; Bilby, R.E. & Bisson, P.A. 2000. Riparian ecology and management in the Pacific coastal rain forest. **BioScience** 50(11): 996-1011.
- Negrelle, R.R.B. 2006. Composição florística e estrutura vertical de um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Planície Quaternária. **Hoehnea** 33(3): 261-289.
- Nóbrega, G.A.; Eisenlohr, P.V.; Paciência, M.L.B.; Prado, J. & Aidar, M.P.M. 2011. A composição florística e a diversidade de samambaias diferem entre a Floresta de Restinga e a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas do Núcleo Picinguaba/PESM, Ubatuba/SP. **Biota Neotropica** 11(2): 153-164.
- Oksanen, J.; Blanchet, F.G.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P.R.; O'Hara, R.B.; Simpson, G.L.; Solymos, P.; Stevens, M.H.H. & Wagner, H. 2013. **vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.0-10.
- Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J.A. 2000. Padrões florísticos das matas ciliares da região dos cerrados e a evolução das paisagens do Brasil Central durante o Quaternário tardio. In: Rodrigues, R.R. & Leitão-Filho, H.F. (eds.). **Matas Ciliares: Bases Multidisciplinares para Estudo, Conservação e Restauração**. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo.
- Paciência, M. L. & Prado, J. 2004. Efeitos de borda sobre a comunidade de samambaias na Mata Atlântica da região de Una, sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 27(4): 641-653.
- Page, C.N. 2002. Ecological strategies in fern evolution: a neopteridological overview. **Review of Palaeobotany and Palynology** 119(1): 1-33.
- Paixão, E.C.; Noronha, J.D.C.; Cunha, C.N. & Arruda, R. 2013. More than light: distance-dependent variation on riparian fern community in Southern Amazonia. **Brazilian Journal of Botany** 36(1): 25-30.
- Palma, C.B.; Inácio, C.D. & Jarenkow, J.A. 2008. Florística e estrutura da sinússia herbácea terrícola de uma floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 6(3): 151-158.
- Peres-Neto, P.R.; Legendre, P.; Dray, S. & Borcard, D. 2006. Variation partitioning of species data matrices: estimation and comparison of fractions. **Ecologia** 87(10): 2614-2625.
- Pietrobon, M.R. & Barros, I.C.L. 2007. Pteridoflora do Engenho Água Azul, município de Timbaúba, Pernambuco, Brasil. **Rodriguesia** 58(1): 85-94.

- Poulsen, A.D. 1996. Species richness and density of ground herbs within a plot of lowland rainforest in north-west Borneo. **Journal of Tropical Ecology** 12(2): 177-190.
- Poulsen, A.D. & Balslev, H. 1991. Abundance and cover of ground herbs in an Amazonia rain forest. **Journal of Vegetation Science** 2(3): 315-322.
- Prado, J. 2005. Pteridaceae. Pp. 185-215. In: Cavalcante, T.B. & Ramos, A.E. (eds.). **Flora do Distrito Federal, Brasil**. Brasília, Embrapa.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano, S.M.; Almeida, A.P. & Ribeiro, J.F. (eds.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica.
- Rigon, J.; Cordeiro, J. & Moraes, D.A. 2011. Composição e estrutura da sinúsia herbácea em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Guarapuava, PR, Brasil. **Pesquisas Botânicas** 62:333-346.
- Rodrigues S.T.; Almeida, S.S.; Andrade, L.H.C.; Barros, I.C.L. & Van Den Berg, M.E. 2004. Composição florística e abundância de samambaias em três ambientes da bacia do rio Guamá, Belém, Pará, Brasil. **Acta Amazonica** 34(1): 35- 42.
- Salino, A. & Carvalho, F.A. 2005. Dryopteridaceae. Pp. 137-143. In: Cavalcante, T.B. & Ramos, A.E. (eds.). **Flora do Distrito Federal, Brasil**. Brasília, Embrapa.
- Salino, A. 2005. Thelypteridaceae. Pp. 251-294. In: Cavalcante, T.B. & Ramos, A.E. (eds.). **Flora do Distrito Federal, Brasil**. Brasília, Embrapa.
- Santos, N.A.; Hoffmann, J.; Roosevelt, A.; Chaves, F.T. & Fonseca, C.E.L. 2001. Análise socioeconômica da interação entre a sociedade e a Mata de Galeria: Implicações para a formulação de políticas públicas. In: Ribeiro, J.F.; Fonseca, C.E.L. & Souza-Silva, J.C. (eds.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados.
- Schmitt, J.L.; Fleck, R.; Burmeister, E.L. & Rubio, M.A.K. 2006. Diversidade e formas biológicas de samambaias da Floresta Nacional de Canela, Rio Grande do Sul: contribuições para o plano de manejo. **Pesquisas Botânicas** 57: 275-288.
- Silva, L.C.L. 1999. Interação dos aquíferos fissurais com o Lago Paranoá. **Conselho Editorial** 4(6): 129-157.
- Silva, M.R.P. & Barros, I.C.L. 2005. Schizaeaceae. Pp. 219-247. In: Cavalcante, T.B. & Ramos, A.E. (eds.). **Flora do Distrito Federal, Brasil**. Brasília, Embrapa.
- Silva-Júnior, M.C. 2001. Comparação entre matas de galeria no Distrito Federal e a efetividade do código florestal na proteção de sua diversidade arbórea. **Acta Botanica Brasilica** 15(1): 139-146.
- Silva Júnior, M.C.; Felfili, J.M.; Nogueira, P.E. & Rezende, A.V. 1998. Análise florística das matas de galeria no Distrito Federal. In: Ribeiro, J.F. (org.). **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina, Embrapa.
- Simabukuro, E.A.; Esteves, L.M. & Felipe, G.M. 1994. Lista de Samambaias da mata ciliar da Reserva Biológica de Moji Guaçu, SP. **INSULA Revista de Botânica** 23: 91-98.
- Soares-Junior, R.C.; Almeida-Junior, E.B.; Pessoa, L.M.; Pimentel, R.M.M. & Zickel, C.S. 2008. Flora do estrato herbáceo em um fragmento urbano de floresta atlântica (PE). **Revista de Geografia** 25(1).
- Souza, A.C.R.; Almeida-Junior, E.B. & Zickel, C.S. 2009. Riqueza de espécies de sub-bosque em um fragmento florestal urbano, Pernambuco, Brasil. **Revista Biotemas** 22(3): 57-66.
- Souza, F.S.D.; Salino, A.; Viana, P.L. & Salimena, F.R.G. 2012. Samambaias da Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 26(2): 378-390.

- Steffens, C. & Windisch, P.G. 2007. Diversidade e formas de vida de samambaias no Morro da Harmonia em Teutônia - RS, Brasil. **Pesquisas Botânicas** 58: 375-382.
- Sylvestres, L.S. & Ramos, C.G.V. 2005. Aspleniaceae. Pp. 111-120. In: Cavalcante, T.B. & Ramos, A.E. (eds.). **Flora do Distrito Federal, Brasil** Brasília, Embrapa.
- Tannus, J.L. & Assis, M.A. 2004. Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Iitrapina-SP, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 27(3): 489-506.
- Ter Braak, C.J.F. 1987. The analysis of vegetation environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetatio** 69: 69-77.
- Tryon, R. 1989. Pteridophytes. In: Lieth, H. & Werger, M.J.A. (eds.). **Tropical rain forest ecosystems: biogeographical and ecological studies**. Amsterdam, Elsevier Scientific.
- Tryon, R.M. & Tryon, A.F. 1982. **Ferns and allied plants with special reference to tropical America**. New York, Springer Verlag. 117p.
- Tuomisto, H. & Poulsen, A.D. 1996. Influence of edaphic specialization on pteridophyte distribution in neotropical rain forests. **Journal of biogeography** 23(3): 283-293.
- Tuomisto, H. & Poulsen, A.D. 2000. Pteridophyte diversity and species composition in four Amazonian rain forests. **Journal of Vegetation Science** 11:383-396.
- Tuomisto, H. & Ruokolainen, K. 1994. Distribution of Pteridophyta and Melastomataceae along an edaphic gradient in an Amazonian rain forest. **Journal of Vegetation Science** 5: 25-34.
- Tuomisto, H.; Ruokolainen, K.; Kalliola, R.; Linna, A.; Danjoy, W. & Rodriguez, Z. 1995. Dissecting Amazonian biodiversity. **Science** 269:63-66.
- Tuomisto, H.; Ruokolainen, K.; Poulsen, A.D.; Moran, R.C.; Quintana, C.; Cañas, G. & Celi, J. 2002. Distribution and diversity of pteridophytes and Melastomataceae along edaphic gradients in Yasuní National Park, Ecuadorean Amazonia. **Biotropica** 34(4): 516-533.
- Walter, N.J. & Torquebiau, E.F. 1997. The geometry of the canopy of dipterocarp rain forest in Sumatra. **Agricultural and Forest Meteorology** 85: 99-115.
- Whitmore, T.C.; Brown, N.D.; Swaine, M.D.; Kennedy, D.; Goodwin-Bailey, C.I. & Gong, W.K. 1993. Use of hemispherical photographs in forest ecology: measurement of gap size and radiation totals in a Bornean tropical rain forest. **Journal of Tropical Ecology** 9:131-151.
- Wilkinson, L. 2011. **venneuler: Venn and Euler Diagrams**. R package version 1.1-0.
- Xavier, S.R.S. & Barros, I.C.L. 2005. Pteridoflora e seus aspectos ecológicos ocorrentes no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 19(4): 775-781.
- Záchia, R.A. & Waechter, J.L. 2011. Diferenciação espacial de comunidades herbáceo-arbustivas em florestas costeiras do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul. **Pesquisas Botânicas** 62: 211-238.
- Zákia, M.J.B. 1998. **Identificação e caracterização da zona ripária em uma microbacia experimental: implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição de florestas**. Tese de Doutorado. São Paulo, EESC.
- Zuquim, G.; Costa, F.R.C. & Prado, J. 2007. Redução de esforço amostral vs. retenção de informação em inventários de samambaias na Amazônia Central. **Biota Neotropica** 7(3): 217-223.
- Zuquim, G.; Costa, F.R.C.; Prado, J. & Braga-Neto, R. 2009. Distribution of pteridophyte communities along environmental gradients in Central Amazonia, Brazil. **Biodiversity and Conservation** 18(1): 151-166.