

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA  
GERAL/BIOPROSPECÇÃO**

**CHUVA DE SEMENTES E DINÂMICA DA SERAPILHEIRA EM UMA  
TOPOSSEQUÊNCIA DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL**

**CLEIDE BRACHTVOGEL**

**Dourados, MS**

**2020**

CLEIDE BRACHTVOGEL

**CHUVA DE SEMENTES E DINÂMICA DA SERAPILHEIRA EM UMA  
TOPOSSEQUÊNCIA DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biologia Geral. Área de concentração: “Bioprospecção”. Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>Zefa Valdivina Pereira

Dourados - MS

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

B796c Brachtvogel, Cleide  
CHUVA DE SEMENTES E DINÂMICA DA SERAPILHEIRA EM UMA  
TOPOSSEQUÊNCIA DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL [recurso eletrônico] / Cleide  
Brachtvogel. -- 2020.  
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Zefa Valdivina Pereira.

Dissertação (Mestrado em Biologia Geral/Bioprospecção)-Universidade Federal da Grande  
Dourados, 2020.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Atributos funcionais. 2. Gradiente topográfico. 3. Heterogeneidade. 4. Ciclagem de nutrientes.  
5. Relevo cárstico. I. Pereira, Zefa Valdivina. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

“CHUVA DE SEMENTES E DINÂMICA DA SERAPILHEIRA EM UMA  
TOPOSSEQUÊNCIA DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL”

POR

**CLEIDE BRACHTVOGEL**

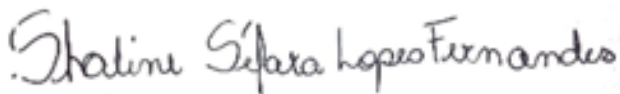
DISSERTAÇÃO APRESENTADA À UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE  
DOURADOS (UFGD), COMO PARTE DOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA  
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM BIOLOGIA GERAL - ÁREA DE  
CONCENTRAÇÃO: “BIOPROSPECÇÃO”.



PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> ZEFA VALDIVINA PEREIRA  
ORIENTADORA – UFGD



PROF. DR. SANDRO MENEZES SILVA  
MEMBRO TITULAR – UFGD



PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> SHALINE SÉFARA LOPES FERNANDES  
MEMBRO TITULAR – UEMS

Aprovada em 31 de março de 2020.

**Aos pilares da minha vida...**

**Aos meus pais, Edeimar e Alida, por sempre acreditarem em mim, pelo apoio incondicional em todos os momentos e por não medirem esforços para a concretização dos meus sonhos.**

**Ao meu irmão, Cleber.**

**Ao meu amado filho Andrey Guilherme.**

**Nada disso teria sentido se vocês não existissem na minha vida.**

**Dedico...**

## AGRADECIMENTOS

*“Sonho parece verdade quando a gente esquece de acordar”.*

*Minha terna gratidão a todos aqueles que colaboraram para que este sonho pudesse ser concretizado...*

*Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral/Bioprospecção, PPGBioprospec, pela oportunidade de realização da pesquisa.*

*À Capes, pela provisão da bolsa de mestrado.*

*À Deus, pela vida.*

*À vida nos reserva grandes surpresas, grandes pessoas e grandes momentos! Agradeço àquilo que ela me designou neste período tão intenso que foi o Mestrado. Um momento de muitas descobertas, estudos, dúvidas, afirmações, crescimento profissional e principalmente pessoal. Ao final desta etapa, não saio somente com um título, sinceramente, de todos os ganhos, esse é o que menos pesa para mim. Levo, desse processo, pessoas, histórias, bons momentos, sorrisos, gargalhadas, viagens: levo você! Tenho certeza de que esses foram meus maiores diplomas, os maiores e melhores títulos!*

*Gostaria de agradecer primeiramente a minha família. Obrigada, mãe e pai, por me guiarem não somente durante este mestrado, mas por toda a minha vida. Por me ensinarem a persistir e ir atrás dos meus sonhos, agradeço pela paciência e todo o amor incondicional.*

*Ao meu amado filho Andrey Guilherme...*

*Ao meu irmão, por sempre estar ao meu lado, por ser meu melhor amigo...*

*Agradeço especialmente a minha querida orientadora, minha ‘mãe científica’, seus ensinamentos foram muito além dos conteúdos do currículo. Muito obrigada por sua dedicação, paciência, carinho...por ser a responsável por esses anos de amadurecimento intelectual e pessoal, e por fazer seu trabalho com tanto amor...*

*O meu mais singelo agradecimento a todos os professores amigos que contribuíram para a concretização desta dissertação...*

*Agradeço também ao ICMBio, em especial à Nayara e ao Sandro pelo apoio...*

*Por fim, agradeço aos meus amigos... As maiores aventuras foram vividas ao lado deles, foram muitos momentos colecionados, alegrias compartilhadas, tristezas divididas. São eles que estão presentes nas minhas melhores recordações...*



*“Se não houver frutos, valeu a beleza das flores;  
Se não houver flores, valeu a sombra das folhas;  
“Se não houver folhas, valeu a intenção da semente”.*

*(Henfil)*

## RESUMO

BRACHTVOGEL, Cleide Brachtvogel. **Chuva de sementes e dinâmica da serapilheira em uma topossequência de floresta estacional decidual**. 2020. 91 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral). Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2020.

A composição e a distribuição da flora das Florestas Estacionais Deciduais são heterogêneas. Compreender sua dinâmica em áreas de transições florísticas entre biomas, são lacunas do conhecimento a ser preenchidas. O objetivo deste estudo foi determinar como as diferentes variáveis topográficas (declividade e solo) e ambientais (temperatura e precipitação) influenciam nos padrões de dispersão espacial espécies nativas em uma área do Parque Nacional da Serra da Bodoquena (PNSB), MS, sob o potencial dos mecanismos de regeneração natural, por meio da composição florística da chuva de sementes e dinâmica da serapilheira. No capítulo 1 foi avaliado a composição da chuva de sementes em um trecho do PNSB com variáveis altimétricas distintas (base, encosta e topo) onde foram instalados 15 coletores (1x1m) por cota altimétrica. As amostras foram coletadas a cada 30 dias, durante 18 meses. Os padrões avaliados da chuva de sementes foram: densidade, forma de vida, síndrome de dispersão, classes de tamanho da semente; e variáveis ambientais. O Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) foi utilizado para realizar ordenações entre os padrões da chuva de sementes e as variáveis ambientais e topográficas. No capítulo 2, foi estimado a produtividade mensal e anual da serapilheira em cada cota altimétrica, correlacionadas com as variáveis ambientais; também utilizou-se um gabarito quadrangular vazado (1 m<sup>2</sup>) para coletar a serapilheira nas cotas altimétricas onde foi avaliado: massa seca remanescente, taxas de decomposição (*k*) e o tempo de meia-vida (*t* ½) aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após a instalação. Foi realizado também análises químicas da serapilheira e do solo. Estatisticamente, a dinâmica da serapilheira foi representada pela análise dos componentes principais (PCA). No capítulo 1 foi identificado o total de 20.217 propágulos, pertencentes a 65 espécies e 30 famílias nas três cotas altimétricas, representando 449,26 sementes/m<sup>2</sup>. Sendo a base detentora da maioria dos propágulos (13.820 sementes). Das 65 espécies encontradas na chuva de sementes, 71% são de hábito arbóreo, constituindo-se de espécies zoocóricas (78%). Sementes muito pequenas foram predominantes e corresponderam a 53%. Nossos resultados indicam que há heterogeneidade na composição florística da chuva de sementes entre os sítios amostrais na topossequência, corroborando com a hipótese de que os atributos funcionais da chuva de sementes são influenciados pelo gradiente topográfico no PNSB. No capítulo 2, a estimativa de produção total de serapilheira foi de 1.4711,28, t/ha<sup>-1</sup>. Já para o acúmulo de serapilheira os resultados obtidos foram de 12.091 t/ha<sup>-1</sup> (estação chuvosa). Já para a estação seca os resultados foram 12.980 t/ha<sup>-1</sup>, tanto na estação chuvosa, quanto na seca, a base foi a detentora da maior quantidade de serapilheira. A constante de decomposição (*k*) da serapilheira no período de 180 dias na base foi de 51,92%, encosta 54,20% e topo 53,06%. Já o tempo médio para decompor 50% do material foi de 190,86 dias para a base, 204,04 na encosta e 253,27 dias no topo. Corroborando com a hipótese inicial, os resultados possibilitaram inferir que a sazonalidade climática, assim como o gradiente topográfico exerce forte influência na dinâmica da serapilheira. Essa interação reflete nas características das Florestas Deciduais, as quais são ecossistemas heterogêneos.

**Palavras chave:** Atributos funcionais, gradiente topográfico, heterogeneidade, ciclagem de nutrientes, relevo cárstico



## ABSTRACT

BRACHTVOGEL, Cleide Brachtvogel. **Seed rain and litter dynamics in a toposequence of deciduous seasonal forest.** 2020. 91 f. Dissertation (Master in General Biology). Faculty of Biological and Environmental Sciences, Federal University of Grande Dourados, Dourados, MS, 2020.

The composition and distribution of flora in Seasonal Deciduous Forests are heterogeneous. Understanding its dynamics in areas of floristic transitions between biomes are gaps in the knowledge to be filled. The aim of this study was to determine how the different topographic (slope and soil) and environmental (temperature and precipitation) variables influence the spatial dispersion patterns of native species in an area of the Serra da Bodoquena National Park (PNSB), MS, under the potential the mechanisms of natural regeneration, through the floristic composition of the seed rain and dynamics of the litter. In chapter 1, the composition of the seed rain was evaluated in a section of the PNSB with different altimetric variables (base, slope and top) where 15 collectors (1x1m) were installed per elevation level. Samples were collected every 30 days for 18 months. The evaluated patterns of seed rain were: density, life form, dispersion syndrome, seed size classes; and environmental variables. The Non-Metric Multidimensional Scaling (NMDS) was used to perform sorting between seed rain patterns and environmental and topographic variables. In chapter 2, it was estimated the monthly and annual litter productivity in each elevation, correlated with the environmental variables; a hollow square template (1 m<sup>2</sup>) was also used to collect the litter in the altimetric dimensions where it was evaluated: remaining dry mass, decomposition rates (k) and the half-life ( $t_{1/2}$ ) at 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days after installation. Chemical analyzes of litter and soil were also carried out. Statistically, the litter dynamics was represented by the analysis of the main components (PCA).

In chapter 1, a total of 20,217 propagules were identified, belonging to 65 species and 30 families in the three altimetric levels, representing 449.26 seeds / m<sup>2</sup>. Being the base holding most propagules (13,820 seeds). Of the 65 species found in the seed rain, 71% are arboreal, constituting zoochoric species (78%). Very small seeds were predominant and accounted for 53%. Our results indicate that there is heterogeneity in the floristic composition of the seed rain between the sampling sites in the toposequence, corroborating the hypothesis that the functional attributes of the seed rain are influenced by the topographic gradient in the PNSB. In chapter 2, the total litter production estimate was 1,447.28, t / ha-1. As for litter accumulation, the results obtained were 12,091 t / ha-1 (rainy season). For the dry season, the results were 12,980 t / ha-1, both in the rainy season and in the dry season, the base was the holder of the largest amount of litter. The decomposition constant (k) of litter in the period of 180 days at the base was 51.92%, slope 54.20% and top 53.06%. The average time to decompose 50% of the material was 190.86 days for the base, 204.04 for the slope and 253.27 days for the top. Corroborating the initial hypothesis, the results made it possible to infer that climatic seasonality, as well as the topographic gradient, has a strong influence on the dynamics of litter. This interaction is reflected in the characteristics of Deciduous Forests, which are heterogeneous ecosystems.

**Keywords:** Functional attributes, topographic gradient, heterogeneity, nutrient cycling, karst relief

## SUMÁRIO

Introdução geral.....	11
Caracterização da área de estudo.....	14
Objetivo/ hipótese.....	20
Referências.....	21
<b>Artigo I: CHUVA DE SEMENTES EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL</b>	
Resumo.....	26
Abstract.....	27
Introdução.....	28
Materiais e métodos.....	30
Resultados.....	32
Discussão.....	35
Referências.....	41
Tabela 1.....	49
Figura 1 e 2.....	54
Figura 3.....	55
Figura 4.....	56
Figura 5.....	57
Figura 6.....	58
Anexo I.....	59
<b>Artigo II: DINÂMICA DA SERAPILHEIRA EM TOPOSSEQUÊNCIA DE FLORESTA DECÍDUA SOBRE AFLORAMENTO CÁRSTICO</b>	
Resumo.....	60
Abstract.....	61
Introdução.....	62
Materiais e métodos.....	64
Resultados.....	68
Discussão.....	74
Referências.....	79
Anexo II.....	90
Conclusão geral.....	91

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

As Florestas Estacionais Deciduais (FED) representam cerca de 8 a 13% das florestas tropicais do mundo (HANSEN et al., 2013). Elas fornecem importantes serviços ecossistêmicos, como regulação climática e armazenamento de carbono (SNYDER et al., 2004; SHACKLETON et al., 2007; BLACKIE et al., 2014). As florestas sazonalmente secas são o tipo de fisionomia vegetal mais ameaçado em escala global, devido ao impacto humano, mudanças climáticas e poucas áreas legalmente protegidas (JANZEN, 1998; MILES et al., 2006; LINARES-PALOMINO et al., 2011). Somente 5,7% das FED são conservadas em áreas protegidas (MILES et al., 2006; SANCHEZ-AZOFEIFA et al., 2013).

As Florestas Estacionais Deciduais e Semi-Deciduais compõem no Brasil Central, um extenso “arquipélago” composto de ilhas ao longo de vales férteis e afloramentos de rochas de origem basálticas ou calcárias inseridas em um mar de Cerrado nas chapadas sobre solos lixiviados (FELFILI, 2003). Na Serra da Bodoquena encontra-se um dos últimos e maiores remanescentes de Floresta Estacional Decidual de grande extensão do país, com qualidade preservada (POTT & POTT, 2003; SALZO & MATOS, 2006). Caracterizada por apresentar sazonalidade climática definida, ocorrendo na forma de disjunções florestais com estrato arbóreo predominantemente caducifólio (VELOSO et al., 1991). Ocorrendo comumente sobre solos de origem calcária, ocasionalmente com afloramentos rochosos típicos, porém pode ocorrer em solos de outras origens (RIBEIRO & WALTER, 1998). Possui importância significativa em termos botânicos, por apresentar fisionomia e florística própria (RODRIGUES, 1999; IVANAUSKAS & RODRIGUES 2000), além de estar submetida a diferentes topografias e características químicas do solo (SCARIOT & SEVILHA, 2005). O gradiente topográfico e os fatores ambientais associados aos aspectos florísticos da vegetação adjacente faz com que a composição de espécies desta formação seja peculiar (PEDRALLI, 1997). Ecossistemas com níveis de elevação são detentores de grande biodiversidade e altos níveis de endemismo, considerados ambientes únicos para detectar os impactos da mudança climática global (SPEHN et al., 2010).

As formas terrestres cársticas possuem distribuições restritas (DAY, 2010; JANOS et al., 2013) e estão associadas a esplêndidas paisagens e vistas pitorescas, são comumente consideradas como um sistema ecologicamente vulnerável (BREG, 2007; CALO & PARISE, 2006). Segundo Almeida (1965, p. 81) a Serra da Bodoquena “*é amais importante feição geomorfológica regional, não só pelas altitudes a que se eleva, dentro do quadro de planícies do sul do Mato Grosso, como por sua extensão*”. O Parque Nacional da Serrada Bodoquena,

com 76.481 hectares - até o momento, é a única Unidade de Conservação Federal inteiramente no Estado Mato Grosso do Sul (SALZO & MATOS, 2013). A Serra da Bodoquena situa-se em área de prioridade extremamente alta no Mapa das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira (Ministério do Meio Ambiente, 2002 e 2007) e é também zona núcleo das Reservas da Biosfera do Pantanal e da Mata Atlântica, atuando como importante elo entre os biomas Mata Atlântica, Cerrado e Pantanal.

Em florestas tropicais, solo e topografia são reportados como os grandes promotores da heterogeneidade espacial em escala local (AIBA et al., 2004; MOESLUND et al., 2013). Estudos realizados em florestas tropicais demonstram um padrão típico da vegetação arbórea, com mudança na riqueza e na estrutura da comunidade ao longo de gradientes topográficos (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000; LOVETT et al., 2006; GRYTNESEN & MCCAIN, 2007; SANCHEZ et al., 2013; SOLON et al., 2007; EISENLOHR et al., 2013; GIRARDINA et al., 2014). A topografia afeta a drenagem e as concentrações de nutrientes no solo, proporcionando diferentes condições de habitats que favorecem a riqueza local (TSUI et al., 2004; DUFOUR et al., 2006; ZHAO et al., 2015).

A riqueza local de espécies vegetais por sua vez, está limitada pela dispersão e pelo estoque de propágulos, estes podem ser influenciados por diferentes filtros ecológicos, como as variações ambientais (MYERS & HARMS, 2009) ou mesmo pela heterogeneidade na distribuição de nutrientes (BUMP et al., 2009). Nesse sentido, a chuva de sementes representa importante componente no potencial de manutenção ou recuperação de ecossistemas, pois favorece o processo de regeneração natural, possibilitando o incremento na diversidade das comunidades por favorecer o estabelecimento de indivíduos de novas espécies (GROMBONE-GUARATINI & RODRIGUES, 2002).

Outros estudos como a produção da serapilheira podem ser utilizados como parâmetros funcionais responsáveis pelo restabelecimento das funções ecológicas do ecossistema (ARAUJO, 2002). A serapilheira aportada e acumulada além de possibilitar o retorno da matéria orgânica ao solo permite o reaproveitamento através da ciclagem de nutrientes do ecossistema, mediante a decomposição, (DICKOW et al., 2009; DINIZ et al., 2015). A deposição de serapilheira geralmente é influenciada por diversos fatores abióticos (CHAPIN et al., 2011; WRIGHT et al., 2011) tais como: fitofisionomia, latitude, altitude, relevo, temperatura, precipitação pluviométrica, disponibilidade de luz durante a estação de crescimento, fotoperíodo, evapotranspiração, deciduidade, estágio sucessional, herbivoria, disponibilidade hídrica e estoque de nutrientes no solo, sendo que um fator pode prevalecer

sobre os demais (BRUN et al., 2001). Os poucos estudos de variação da produção de serrapilheira ao longo de gradientes topográficos produziram resultados variáveis, alguns documentaram a diminuição da serrapilheira com o aumento da altitude (GIRARDIN et al., 2014; LEUSCHNER et al., 2007; MOSER et al., 2007, 2011), outros mostraram o padrão oposto (ALVES et al., 2010) e ainda outros encontrando um padrão em forma de concúda em todo o gradiente topográfico (ENSSLIN et al., 2015).

Determinar os fatores que influenciam a estrutura e diversidade das FED é fundamental para compreender seus processos ecológicos (TOWNSEND et al., 2007; PUIG, 2008; ZHAO et al., 2015), servindo de base para fundamentação de estudos em maiores escalas e diferentes enfoques, além de propiciar embasamento teórico para conservação da biodiversidade (ZHAO et al., 2015; EISENLOHR et al., 2013).

## 1.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Serra da Bodoquena é uma feição geomorfológica marcante no Estado do Mato Grosso do Sul, trata-se da mais extensa área de carste no Brasil, com 200 km no sentido norte-sul, e 50 km no Leste-Oeste. (FILHO, W. S., & KARMANN, 2007). Situa-se a sudeste da Planície do Pantanal entre 19° 45' e 22° 15' de latitude sul e entre 57° 30' e 56° 15' de longitude oeste (Figura 1). O Planalto da Bodoquena consiste de um “estreito e longo planalto calco-dolomítico” (ALMEIDA, 1965, p. 81) com altitudes variando entre 350 e 800 metros, mais comumente entre 400 e 600 metros, compostos principalmente de calcários calcíticos da Formação Bocaina e de rochas terrígenas e carbonáticas (calcíticas e dolomíticas) da Formação Cerradinho.

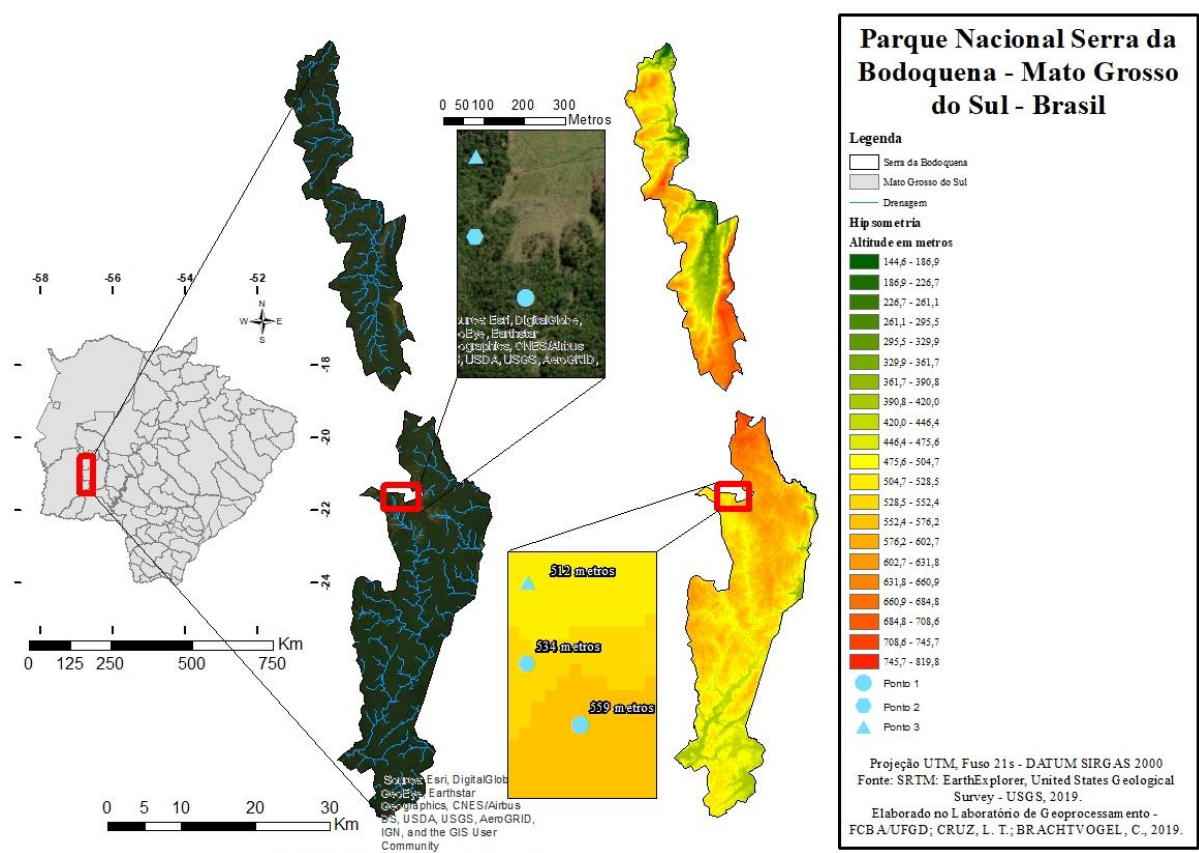


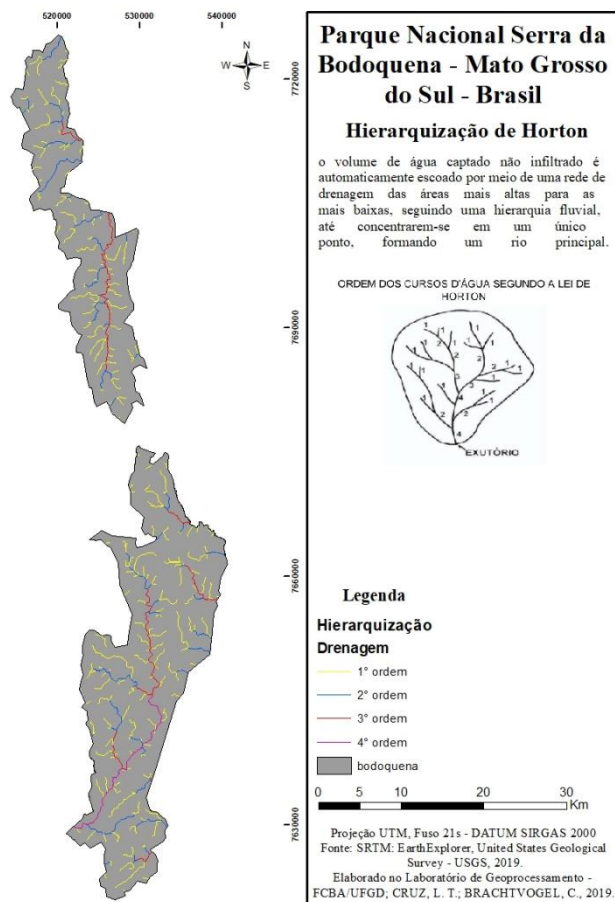
FIGURA 1. Localização da área de estudo (Parque Nacional da Serra da Bodoquena, MS)

Na Serra da Bodoquena, há predominância de Neossolo, com pequenas extensões de Argissolo. Os solos são do tipo rendzina, caracterizados por serem pouco desenvolvidos, com horizonte A Chernozêmico sobre a rocha calcária ou sobre um horizonte C derivado desta. Os solos e a vegetação apresentam-se distribuídos de acordo com o relevo e as litologias. Onde ocorrem as formas aplanadas em litologias da Formação Cerradinho, domina a terra roxa estruturada similar eutrófica latossólica (ALVARENGA et al., 1982) e a vegetação é de Cerrado. Onde existe a formação Bocaina e o relevo é dissecado, o solo de maior ocorrência é a rendzina, refletindo a presença de calcário (ALVARENGA et al., 1982).

O clima da região é tropical úmido, com temperatura média de 22° (FILHO, W. S., & KARMANN, I, 2007). Na classificação de Köppen, o clima dessa região é do tipo Aw. (IBGE, 2005; FARIAS et al., 2004). Com relação à média anual de precipitação, registra-se cerca de 1.400 mm, variando entre 800 a 1.600 mm.

O Parque Nacional da Serra da Bodoquena está situado na Bacia do Alto Paraguai, a qual delimita uma área de cerca de 600.000 km<sup>2</sup>, abrangendo parte do território brasileiro, bem como parte dos territórios do Paraguai e da Bolívia. A porção brasileira desta bacia representa aproximadamente 61% de sua área total e corresponde a uma das 12 Regiões Hidrográficas brasileiras, denominada RH-Paraguai, sendo limítrofe às Regiões Hidrográficas Amazônica, Tocantins-Araguaia e Paraná (PCBAP, 2018).

Extenso divisor entre a bacia do rio Paraguai a Oeste e as sub-bacias do rio Apa ao Sul e Miranda a Leste, onde nasce parte dos rios que deságuam no Pantanal, como o rio Salobra, Formoso, Peixe, Perdido, Caracol e Aquidabã (Figura 2), além da região também ser importante para a recarga do Aquífero Guarani, uma das maiores reservas subterrâneas de água do País (ALVARENGA et al., 1982; BATARCE & MORETTI, 2006).



**FIGURA 2.** Hidrografia do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, MS

Compõe um carste principalmente autogênico caracterizado na porção sul por pavimentos cársticos (relevo com morros de topo plano recortados por vales na forma de fendas e corredores retilíneos com fundo estreito e vertentes verticais) gradando para áreas de carste poligonal dominado por cones cársticos (depressões poligonais com drenagem centrípeta e cones cársticos), próximo à planície do Rio Perdido, ambos com solo espesso ou ausente, formando lajedos (ALMEIDA, 1965).

O Rio Perdido é perene desde a nascente, uma grande área úmida cercada por pastagens, lavouras e morros esparsos com vegetação nativa. Trata-se de um rio naturalmente represado por tufas calcárias. Em decorrência disso, a água escoar lentamente, não raro formando belas cachoeiras ao ultrapassar as barreiras naturais representadas pelas tufas (ICMBio, 2013). Segundo Dias (2000), "... as águas que correm em superfície podem, abruptamente, passar a drenar subterraneamente, adentrando em canais abertos no interior do bloco calcário (sumidouros), dando origem ao" vale cego "e, a jusante, ressurgir, passando a correr em superfície novamente (ressurgências) (Figura3).





**FIGURA 3.** (A; B) Sumidouro; (C; D) Ressurgência do Rio Perdido no Parque Nacional da Serra da Bodoquena, MS

O rio Perdido possui aproximadamente 250 km da nascente a barra, sendo 62,4 km correspondentes ao trecho que corta o Parque Nacional da Serra da Bodoquena em seu fragmento sul. A vegetação ribeirinha do rio Perdido - Floresta Estacional Decidual Aluvial, se localiza em terreno inclinado, com declividade aproximada de 30 a 45 graus, altitude de 453m (DAMASCENO-JUNIOR et al., 2007). É caracterizada pela presença de grande quantidade de lianas no sub-bosque e árvores caídas. A mata ciliar do rio Perdido está localizada em uma área com relevo em “V” (Figura 4), o que permite que as espécies das matas decíduas consigam chegar muito próximo da margem do rio (DAMASCENO-JUNIOR et al., 2007).



**FIGURA 4.** Mata ciliar do Rio Perdido (Fonte: Via Rural)

O Planalto da Serra da Bodoquena encontra-se em localização privilegiada para a conexão dos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Pantanal. Este encontro do Cerrado com os domínios vizinhos propicia a existência de faixas de transição denominadas ecótonos (PEREIRA, 2009). Caracterizando-se pela elevada biodiversidade, sendo classificado como Área de Tensão Ecológica pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2004).



De relevante importância tem-se a relação entre a cobertura vegetal nativa de um Bioma e a proteção dos recursos hídricos. Ao manter a estabilidade do solo e a qualidade da água, aumentar a eficiência na ciclagem de nutrientes e estabilizar o ciclo hidrológico, a cobertura vegetal se insere no complexo ciclo de inter-relações entre o clima, o ambiente natural, os relevos e formas assim designadas pela natureza (PCBAP, 2018) (Figura 5).



**FIGURA 5.** (A; B) Cânions da porção Norte (Fonte: IBAMA); (C; D) Relevo da porção Norte do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, MS

## 1.2 OBJETIVOS

- ✓ Avaliar o efeito das variáveis ambientais e topográficas sob o potencial dos mecanismos de regeneração natural, por meio da composição florística da chuva de sementes e dinâmica da serapilheira de uma área do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, MS,

## 1.3 HIPÓTESES

- ✓ A dinâmica da chuva de sementes verificada por meio da síndrome de dispersão e pelo tamanho das sementes são influenciadas pelo gradiente topográfico observado no PARNA da Serra da Bodoquena;
- ✓ O gradiente topográfico exerce influência na produção, acúmulo e decomposição da serapilheira do PARNA da Serra da Bodoquena;

A dissertação está estruturada em dois artigos. O primeiro refere-se a caracterização da chuva de sementes, intitulado: **CHUVA DE SEMENTES EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA DE FLORESTA ESTACIONAL DECÍDUAL**, sob as normas da revista Ecology Letters (ISSN 1461-0248). E o segundo, caracteriza a dinâmica da serapilheira, intitulado: **DINÂMICA DA SERAPILHEIRA EM TOPOSSEQUENCIA DE FLORESTA DECÍDUA SOBRE AFLORAMENTO CÁRSTICO**, formatado de acordo com as normas da revista Plant and Soil (ISSN 0032-079X).

## 1.4 REFERÊNCIAS

AIBA, Shin-ichiro; KITAYAMA, Kanehiro; TAKYU, Masaaki. Habitat associations with topography and canopy structure of tree species in a tropical montane forest on Mount Kinabalu, Borneo. **Plant Ecology**, v. 174, n. 1, p. 147-161, 2004.

ALMEIDA, Fernando Flávio Marques. **Geologia da Serra da Bodoquena** (Mato Grosso). DNPM, 1965.

ALVARENGA, Silvia Maria; BRASIL, A. E.; DEL'ARCO, D. M. Geomorfologia. **IBGE-Levantamento de Recursos Naturais**, v. 28, p. 125-184, 1982.

ALVES, Luciana F. et al. Forest structure and live aboveground biomass variation along an elevational gradient of tropical Atlantic moist forest (Brazil). **Forest ecology and management**, v. 260, n. 5, p. 679-691, 2010.

ARAÚJO, RS de. **Chuva de sementes e deposição de serapilheira em três sistemas de revegetação de áreas degradadas na reserva biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ. 2002, 92f.** 2002. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em ciências Ambientais e Florestais)–Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BATARCE, A. P. A.; MORETTI, E. C. Criação do Parque Nacional da Serra da Bodoquena. **Acesso em**, v. 24, n. 09, 2006.

BLACKIE, R., Baldauf, C., Gautier, D., Gumbo, D., Kassa, H., Parthasarathy, N., ... & Sunderland, T. Tropical Dry Forests: The State of Global Knowledge and Recommendations for Future Research, vol. 2. **CIFOR, Indonesia**, 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS. **Biodiversidade brasileira; avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros.** 2002.

MMA-MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; MMA-MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Biodiversidade do Cerrado e Pantanal: áreas e ações prioritárias para conservação da biodiversidade. 2007.

BREG, Mateja. Degradation of dolines on Logaško polje (Slovenia). **Acta Carsologica**, v. 36, n. 2, 2007.

BRUN, Eleandro José et al. Relação entre a produção de serapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 2, p. 277-285, 2001.

BUMP, Joseph K. et al. Ungulate carcasses perforate ecological filters and create biogeochemical hotspots in forest herbaceous layers allowing trees a competitive advantage. **Ecosystems**, v. 12, n. 6, p. 996-1007, 2009.

CALÒ, Fabiana; PARISE, Mario. Evaluating the human disturbance to karst environments in southern Italy. **Acta Carsologica**, v. 35, n. 2-3, 2006.

CHAPIN III, F. Stuart; MATSON, Pamela A.; VITOUSEK, Peter. **Principles of terrestrial ecosystem ecology**. Springer Science & Business Media, 2011.

DAMASCENO-JUNIOR, G.; Pott, A.; Baptista-Maria, R.V.; Battilani, J.L.; Pott, J.V.; Scremin-Dias, E. Flora Terrestre. Avaliação Ecológica Rápida (AER) do Parque Nacional da Serra da Bodoquena/MS. Bonito/MS, 2007. (não publicado)

DAY, Mick. Challenges to sustainability in the Caribbean karst. **Geologia Croatica**, v. 63, n. 2, p. 149-154, 2010.

DIAS, Jailton. A região cárstica de Bonito, MS: uma proposta de zoneamento geocológico a partir de unidades de paisagem. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 4, n. 1, p. 9-43, 2000.

DICKOW, Kauana Melissa Cunha; MARQUES, Renato; PINTO, Carolina Benghi. Lixiviação de nutrientes da serapilheira recém-depositada em sucessão ecológica na Floresta Atlântica, litoral do Paraná. **Floresta**, v. 39, n. 1, 2009.

DINIZ, Anderson Ribeiro et al. Biomassa, estoques de carbono e de nutrientes em estádios sucessionais da Floresta Atlântica, RJ. **Embrapa Solos-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2015.

DUFOUR, Alexia et al. Plant species richness and environmental heterogeneity in a mountain landscape: effects of variability and spatial configuration. **Ecography**, v. 29, n. 4, p. 573-584, 2006.

EISENLOHR, P. V., Alves, L. F., Bernacci, L. C., Padgurschi, M. C., Torres, R. B., Prata, E. M., ... & Martins, F. R. Disturbances, elevation, topography and spatial proximity drive vegetation patterns along an altitudinal gradient of a top biodiversity hotspot. **Biodiversity and conservation**, v. 22, n. 12, p. 2767-2783, 2013.

ENSSLIN, A., Rutten, G., Pommer, U., Zimmermann, R., Hemp, A., & Fischer, M. Effects of elevation and land use on the biomass of trees, shrubs and herbs at Mount Kilimanjaro. **Ecosphere**, v. 6, n. 3, p. 1-15, 2015.

FARIAS DE SOUZA, A. L., Malheiros Ramos, A., Cunha Conde, F., Massambani, O., & Recuero, F. S. Comparação de dados climatológicos modelados e observados utilizando a técnica dos quantis. 2004.

FELFILI, Jeanine Maria. Fragmentos de florestas estacionais do Brasil Central: diagnóstico e proposta de corredores ecológicos. **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste. Campo Grande: Universidade Católica Dom Bosco**, p. 195-263, 2003.

FILHO, William Sallun; KARMANN, Ivo. Geomorphological map of the Serra da Bodoquena karst, west-central Brazil. **Journal of maps**, v. 3, n. 1, p. 282-295, 2007.

Girardin, C. A., Farfan-Rios, W., Garcia, K., Feeley, K. J., Jørgensen, P. M., Murakami, A. A., ... & Maldonado, C. Spatial patterns of above-ground structure, biomass and composition

in a network of six Andean elevation transects. **Plant Ecology & Diversity**, v. 7, n. 1-2, p. 161-171, 2014.

GROMBONE-GUARATINI, Maria Tereza; RODRIGUES, Ricardo Ribeiro. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil. **Journal of tropical ecology**, v. 18, n. 5, p. 759-774, 2002.

GRYTNES, John-Arvid; MCCAIN, Christy M. Elevational trends in biodiversity. **Encyclopedia of biodiversity**, v. 2, p. 1-8, 2007.

Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A. A., Tyukavina, A., ... & Kommareddy, A. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. **science**, v. 342, n. 6160, p. 850-853, 2013.

BIOMAS DO BRASIL, IBGE Mapa. Escala 1: 5.000. 000. **Rio de Janeiro: IBGE**, 2004.

IBGE. Mapa de Clima do Brasil. 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br.html>>.

IVANAUSKAS, NATÁLIA; RODRIGUES, RICARDO RIBEIRO. Florística e fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Piracicaba, São Paulo, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 23, n. 3, p. 291-304, 2000.

JÁNOS, M., Klaudia, K., Mária, S., Andrea, K. B., András, K., László, M., ... & Veronika, I. Hazards and landscape changes (degradations) on Hungarian karst mountains due to natural and human effects. **Journal of Mountain Science**, v. 10, n. 1, p. 16-28, 2013.

JANZEN, Daniel H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 940, p. 501-528, 1970.

Leuschner, C., Moser, G., Bertsch, C., Röderstein, M., & Hertel, D. Large altitudinal increase in tree root/shoot ratio in tropical mountain forests of Ecuador. **Basic and Applied Ecology**, v. 8, n. 3, p. 219-230, 2007.

LINARES-PALOMINO, Reynaldo; OLIVEIRA-FILHO, Ary T.; PENNINGTON, R. Toby. Neotropical seasonally dry forests: diversity, endemism, and biogeography of woody plants. In: **Seasonally dry tropical forests**. Island Press, Washington, DC, 2011. p. 3-21.

LOVETT, Jon C.; MARSHALL, Andrew R.; CARR, Jeff. Changes in tropical forest vegetation along an altitudinal gradient in the Udzungwa Mountains National Park, Tanzania. **African Journal of Ecology**, v. 44, n. 4, p. 478-490, 2006.

MILES, L., Newton, A. C., DeFries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., ... & Gordon, J. E. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of biogeography**, v. 33, n. 3, p. 491-505, 2006.

MOESLUND, J. E., Arge, L., Bøcher, P. K., Dalgaard, T., & Svenning, J. C. Topography as a driver of local terrestrial vascular plant diversity patterns. **Nordic Journal of Botany**, v. 31, n. 2, p. 129-144, 2013.

MOSER, Gerald; HERTEL, Dietrich; LEUSCHNER, Christoph. Altitudinal change in LAI and stand leaf biomass in tropical montane forests: a transect study in Ecuador and a pan-tropical meta-analysis. **Ecosystems**, v. 10, n. 6, p. 924-935, 2007.

MOSER, G., Leuschner, C., Hertel, D., Graefe, S., Soethe, N., & Iost, S. Elevation effects on the carbon budget of tropical mountain forests (S Ecuador): the role of the belowground compartment. **Global Change Biology**, v. 17, n. 6, p. 2211-2226, 2011.

MYERS, Jonathan A.; HARMS, Kyle E. Seed arrival, ecological filters, and plant species richness: a meta-analysis. **Ecology letters**, v. 12, n. 11, p. 1250-1260, 2009.

OLIVEIRA-FILHO, Ary T.; FONTES, Marco Aurélio L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate 1. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 793-810, 2000.

PEDRALLI, GILBERTO. Florestas secas sobre afloramentos de calcário em Minas Gerais: florística e fisionomia. **Bios**, v. 5, n. 5, p. 81-88, 1997.

PEREIRA, Z. F. Caracterização de Biodiversidade de Mato Grosso do Sul. YONAMINE, Sérgio Seiko (Coord. Geral). **Zoneamento Ecológico-Econômico do Mato Grosso do Sul: Contribuições Técnicas, Teóricas, Jurídicas e Metodológicas**. Campo Grande, v. 1, 2009.

POTT, A.; POTT, V. J. Espécies de fragmentos florestais em Mato Grosso do Sul. **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste**. Campo Grande: UCDB, p. 26-52, 2003.

PUIG, Henri. **A floresta tropical úmida**. 2008.

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. Fitofisionomias do bioma Cerrado. **Embrapa Cerrados-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 1998.

RODRIGUES, Ricardo R. A vegetação de Piracicaba e municípios do entorno. **Circular técnica IPEF**, v. 189, n. 1, p. 1-17, 1999.

SALZO, I.; MATOS, A. M. Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bodoquena. **ICMBio. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**, 2013.

Sanchez-Azofeifa, A., Powers, J. S., Fernandes, G. W., & Quesada, M. (Eds.). **Tropical dry forests in the Americas: ecology, conservation, and management**. CRC Press, 2013.

SCARIOT A E SEVILHA, A. C. Biodiversidade, estrutura e conservação de florestas estacionais decíduais no Cerrado. SCARIOT, A., SOUZA-SILVA, JC e FELFILI, JM **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 198-219, 2005.

SHACKLETON, C. M., Shackleton, S. E., Buiten, E., & Bird, N. The importance of dry woodlands and forests in rural livelihoods and poverty alleviation in South Africa. **Forest policy and economics**, v. 9, n. 5, p. 558-577, 2007.



SNYDER, P. K.; DELIRE, C.; FOLEY, J. A. Evaluating the influence of different vegetation biomes on the global climate. **Climate Dynamics**, v. 23, n. 3-4, p. 279-302, 2004.

Solon, J., ROO-ZIELIŃSKA, E., & Degorski, M. Landscape scale of topography-soil-vegetation relationship: influence of land use and land form. **Pol. J. Ecol**, v. 60, n. 1, p. 3-17, 2012.

Spehn, E. M., Rudmann-Maurer, K., Körner, C., & Maselli, D. **Mountain biodiversity and global change**. Global Mountain Biodiversity Assessment, 2010.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. Ecologia: de indivíduos a ecossistemas. 4ª. Edição. **Porto Alegre, Artmed**, 2007.

TSUI, Chun-Chih; CHEN, Zueng-Sang; HSIEH, Chang-Fu. Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan. **Geoderma**, v. 123, n. 1-2, p. 131-142, 2004.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira. **Adaptada a um Sistema Universal, IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro**, 1991.

Wright, S. J., Yavitt, J. B., Wurzbarger, N., Turner, B. L., Tanner, E. V., Sayer, E. J., ... & Garcia, M. N. Potassium, phosphorus, or nitrogen limit root allocation, tree growth, or litter production in a lowland tropical forest. **Ecology**, v. 92, n. 8, p. 1616-1625, 2011.

Zhao, L., Xiang, W., Li, J., Lei, P., Deng, X., Fang, X., & Peng, C. Effects of topographic and soil factors on woody species assembly in a Chinese subtropical evergreen broadleaved forest. **Forests**, v. 6, n. 3, p. 650-669, 2015.

## Artigo I

# CHUVA DE SEMENTES EM UMA TOPOSEQUÊNCIA DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL

Cleide Brachtvogel<sup>1</sup>, Zefa Valdivina Pereira<sup>2</sup>, Sandro Menezes Siva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bióloga, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Biologia Geral, Universidade Federal da Grande Dourados –UFGD, Dourados (MS). cleidebrachtvogel@gmail.com; <sup>2</sup>Bióloga, Dra., Professora da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados –UFGD, Dourados (MS). zefapereira@ufgd.edu.br; <sup>3</sup>Biólogo, Dr., Professor da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados –UFGD, Dourados (MS). sandromenezes@ufgd.edu.br

**Resumo:** A chuva de sementes é um processo ecológico, seus atributos funcionais são essenciais para a manutenção da dinâmica da regeneração natural. Este trabalho objetivou caracterizar a chuva de sementes ao longo de uma topossequência (Base: 512m; Encosta: 534m e Topo: 559m) identificando quais fatores ambientais são as principais influências no processo dispersão. Foram instalados 15 coletores de 1 m<sup>2</sup> em cada cota altimétrica. O material foi coletado mensalmente de setembro/2017 a fevereiro/2019. As sementes foram classificadas quanto à síndrome de dispersão, hábito e tamanho. Utilizou-se o Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) a fim de verificar a variação na composição e distribuição das espécies. Foi identificado o total de 20.217 propágulos, pertencentes a 65 espécies e 30 famílias, representando 449,26 sementes/m<sup>2</sup>. As famílias mais abundantes em riqueza de espécies foram Fabaceae, Sapindaceae e Euphorbiaceae. Das 65 espécies amostradas 71% são de hábito arbóreo. A maioria são zoocóricas (78%) e sementes muito pequenas corresponderam a 53%. Nossos resultados indicam que há heterogeneidade na composição florística da chuva de sementes entre os sítios amostrais na topossequência, corroborando com a hipótese de que os atributos funcionais da chuva de sementes são influenciados pelo gradiente topográfico no Parque Nacional da Serra da Bodoquena. Ressalta-se a importância da preservação deste ecossistema de grande relevância ecológica.

**Palavras chave:** Atributos funcionais, heterogeneidade, gradiente topográfico

**Abstract:** Seed rain is an ecological process, its functional attributes are essential for maintaining the dynamics of natural regeneration. This work aimed to characterize the seed rain along a toposequence (Base: 512m; Hillside: 534m and Top: 559m) identifying which environmental factors are the main influences in the dispersion process. 15 collectors of 1 m<sup>2</sup> were installed in each elevation level. The material was collected monthly from September / 2017 to February / 2019. The seeds were classified according to the dispersion syndrome, habit and size. Non-Metric Multidimensional Scaling (NMDS) was used to verify the variation in species composition and distribution. A total of 20,217 propagules were identified, belonging to 65 species and 30 families, representing 449.26 seeds / m<sup>2</sup>. The most abundant families in species richness were Fabaceae, Sapindaceae and Euphorbiaceae. Of the 65 species sampled, 71% are arboreal. Most are zoochoric (78%) and very small seeds corresponded to 53%. Our results indicate that there is heterogeneity in the floristic composition of the seed rain between the sampling sites in the toposequence, corroborating the hypothesis that the functional attributes of the seed rain are influenced by the topographic gradient in the Serra da Bodoquena National Park. The importance of preserving this ecosystem of great ecological importance is emphasized.

**Key words:** Functional attributes, heterogeneity, topographic gradient

## INTRODUÇÃO

As florestas cobrem 4,03 bilhões de hectares em todo o mundo, aproximadamente 30% da área total da Terra (FAO, 2010). Dentre elas destacamos a floresta tropical seca ou floresta estacional decidual (FED). Sua extensão total nas Américas é de 519.597 km<sup>2</sup>. América do Norte e da América Central ocupam 203.884 km<sup>2</sup>, enquanto a América do Sul contém 268.875 km<sup>2</sup>. As ilhas do Caribe compreendem 46.839 km<sup>2</sup>, e representam 9% da floresta seca tropical remanescente. Nas terras continentais, o México possui a maior quantidade de floresta seca tropical dentro de seus limites, compreendendo 38% de todas as florestas secas tropicais. A Bolívia e o Brasil também abrigam grandes porções de floresta seca (25% e 17%, respectivamente), seguidos pela Colômbia e Venezuela (6,5% e 6,2%, respectivamente) (PORTILLO-QUINTERO & SÁNCHEZ-AZOFEIFA, 2010).

No Brasil, as FED são encontradas principalmente na região central e nordeste do país (SALIS et al. 2004; TABARELLI, 2006; SEVILHA et al, 2004) e cobrem 6,02% do território brasileiro (EMBRAPA, 2011; ESPÍRITO-SANTO et al., 2008). Na Serra da Bodoquena encontra-se um dos últimos e maiores remanescentes de Floresta Estacional Decidual de grande extensão do Brasil, com qualidade preservada (POTT & POTT, 2003; SALZO & MATOS, 2013). O Parque Nacional da Serra da Bodoquena situa-se em área de prioridade extremamente alta no Mapa das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira (Ministério do Meio Ambiente, 2002 e 2007) e é também zona núcleo das Reservas da Biosfera do Pantanal e da Mata Atlântica, atuando como importante elo entre os biomas Mata Atlântica, Cerrado e Pantanal.

As FED fornecem importantes serviços ecossistêmicos, como regulação climática e armazenamento de carbono (SNYDER et al., 2004; SHACKLETON et al., 2007; BLACKIE et al., 2014) e são condicionadas por sazonalidade climática (PENNINGTON et al., 2006),

ocorrendo na forma de disjunções florestais com estrato arbóreo predominantemente caducifólio (VELOSO et al., 1991). Suas associações com componentes abióticos, principalmente clima e topografia permanecem praticamente desconhecidos (ARRUDA et al., 2013). Altitude e topografia são os principais gradientes ambientais que impulsionam a composição de espécies nestas florestas (HOMEIER et al., 2010), bem como fatores bióticos e abióticos influenciam os padrões de distribuição de espécies vegetais resultantes desses processos, e os padrões, por sua vez, influenciam a estrutura e a dinâmica da comunidade (CHARLES-DOMINIQUE, 1995; FRANKLIN et al., 2012), causando heterogeneidade espacial nas propriedades do solo (XIA et al., 2016). Assim como eventos estocásticos (dispersão aleatória, por exemplo) se confundem (GARBIN et al., 2013), o que tornam necessárias as informações sobre quais variáveis ambientais são mais responsáveis sobre a distribuição e abundância de espécies (SARCINELLI et al., 2012).

A produção e dispersão de sementes são atributos funcionais extremamente importantes para a persistência das populações de plantas, distribuição de espécies, composição da comunidade, o qual contribui para o fluxo gênico dentro e entre populações, possibilitando a colonização de novos locais, recuperação de habitats degradados e respostas às mudanças climáticas globais (HOWE & SMALLWOOD 1982; BACLES et al., 2006; MERRITT et al., 2010; VELLEND, 2010; MCCONKEY et al., 2012; KROISS & HILLERSLAMBERS, 2015; REID et al., 2015; MATEO et al., 2016).

A dispersão e o estabelecimento das sementes são influenciados pelo tamanho dos propágulos e podem se tornar especialmente importantes nas mudanças climáticas à medida que os habitats atuais começam a mudar (WESTOBY et al., 1992; WALCK et al., 2011). O tamanho da semente também pode ser influenciado por fatores locais que não estão relacionados ao clima, como o pH do solo (TAUTENHAHN et al., 2008) e irradiação solar (FOSTER & JANSON, 1985; FRENNE et al., 2011).

Conhecer essas interações bióticas e abióticas que regem as FED é imprescindível para o entendimento de sua dinâmica ecológica, sendo assim o objetivo desta pesquisa foi caracterizar a chuva de sementes em uma topossequência, identificar quais fatores ambientais influenciam seus atributos funcionais. Para isso testamos a hipótese: O gradiente topográfico influencia os atributos funcionais da chuva de sementes (síndrome de dispersão e tamanho dos propágulos) e o padrões temporais da chuva de sementes dependem principalmente dos elementos climáticos, como temperatura e precipitação.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O estudo foi realizado na porção sul do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, sob autorização número 56258-3 (ICMBIO) em uma topossequência no fragmento de Floresta Estacional Decidual, definida por três cotas altimétricas (base:512; encosta:534 e topo:559m) (Fig.1).

### **Figura 1.**

O clima da região é tropical úmido, com temperatura média de 22°C (FILHO & KARMMAN, 2007), sendo a sazonalidade determinada por massas tropicais e polares, com predomínio da Massa de Ar Polar Atlântica sobre a Massa de Ar Tropical Continental (MARIANI, 2004). Na classificação de Köppen, o clima dessa região é do tipo Aw. (IBGE, 2005; SOUZA et al., 2004). Com relação à média mensal anual de precipitação, registra-se cerca de 1.400 mm, variando entre 800 a 1.600 mm. Durante o estudo a precipitação variou de 0,2mm em julho de 2018 a 329 mm em outubro 2018. E a temperatura mínima foi de 19° C em junho 2018 e a máxima foi 28.8° C em março 2018 (INMET, Estação: Jardim-A758;2017, 2018, 2019). (Fig. 2).

### **Figura 2.**

**Modelo experimental:** Para o estudo, foram instalados 15 coletores de forma aleatória suspensos a um metro do solo (1x1 m; malha fina menor que 1mm) em cada cota altimétrica da topossequência, totalizando 45. As amostras foram coletadas a cada 30 dias, durante 18 meses. Os materiais depositados nos coletores foram recolhidos e levados para a triagem no LABRA (Laboratório de Restauração Ambiental). Na triagem foram separados os frutos e as sementes das impurezas. Os diásporos foram secos em estufa ou colocados em frascos com álcool 70%. Posteriormente, as sementes de todos os diásporos, foram contadas, separadas em morfoespécies e identificadas por meio de consulta a especialistas, literatura especializada e comparação com o acervo do herbário da Universidade Federal da Grande Dourados (DDMS). Para a atualização taxonômica e grafia dos autores foram realizadas consultas ao banco de dados da Flora do Brasil (FLORA DO BRASIL, 2020).

Os parâmetros avaliados foram: Densidade (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974). Os táxons foram separados quanto à forma de vida e quanto à síndrome de dispersão (VAN DER PIJL, 1982). As sementes foram classificadas em cinco classes de tamanho: 1: muito pequenas (< 1 a 3 mm de comprimento); 2: pequenas (3,1 a 6 mm); 3: médias (6,1 a 15 mm), 4: grandes (15,1 a 30 mm), 5: muito grandes (> 30 mm de comprimento) conforme proposto por Tabarelli & Peres (2002) e Melo et al.(2006).

Para verificar se os padrões temporais da chuva de sementes dependem principalmente dos elementos climáticos, como temperatura e precipitação utilizou-se o pacote Performance Analytics do programa estatístico R versão 3.5.1 (R Core Team, 2018).

Utilizou-se o Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) para realizar ordenações baseadas na matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis por meio do pacote Vegan (OKSANEN et al., 2018) do programa estatístico R versão 3.5.1 (R Core Team, 2018). A partir dos dados de abundância das espécies, síndrome de dispersão e tamanho da sementes

foram obtidos gradientes representativos da variação na composição das mesmas nos diferentes ambientes. Para testar a hipótese se a variação da abundância de espécies, as síndromes de dispersão e tamanho das sementes são afetadas pelo gradiente topográfico e pelo tempo de observação utilizou-se a MANOVA (*Análise de Variância Multivariada*) (FRIEDRICH et al., 2016).

## **RESULTADOS**

### **Riqueza, abundância, densidade**

A riqueza absoluta dos indivíduos amostrados na chuva de sementes em 18 meses apresentou 65 espécies, pertencentes a 30 famílias e 04 morfoespécies. As famílias mais ricas em espécies foram Fabaceae, Euphorbiaceae e Sapindaceae (Tab. 1). Já as espécies mais abundantes em número de sementes foram *Myrsine umbellata* (6.489 sementes), *Terminalia mameluco* (2.381 sementes), *Erythroxylum* (1.884 sementes) e *Cybianthus detergens* (1.648 sementes) representando 38% do total de propágulos amostrados. Em relação à densidade dos indivíduos foram registradas 20.217 sementes (449,26 sementes/ m<sup>2</sup>), sendo 13.820 sementes na base (68%), seguida de 3.898 na encosta (19%) e 2.499 no topo (13%) do total de propágulos amostrados.

### **Tabela 1.**

A variação na composição de espécies de plantas foi representada pela ordenação em duas dimensões (stress =0,25), sendo 93% da variância total na matriz de distância de Bray-Curtis recuperada pela ordenação NMDS (Fig. 3). As diferentes cotas altimétricas e os meses de coleta explicaram a variação na composição e abundancia de espécies (Pillai = Locais - 0.54478; gl 2 e 4; p<2.2 e -16 - Meses = 0.48851; gl 17 e 34; p= 065e-10), evidenciando características distintas entre as áreas.

### **Figura 3.**



No topo, ocorreram 7 espécies exclusivas, sendo elas: *Myracrodruon urundeuva*, *Lessingianthus scabrifolius*, *Diplopterys pubipetala*, *Olyra ciliatifolia*, *Tanaecium neobrasiliense*, *Helicteres lhotzkyana*, *Trichilia pallida*. Na encosta 9: *Fridericia florida*, Euphorbiaceae, *Manihot*, *Sapium glandulosum*, *Sclerolobium*, *Trichilia claussoni*, *Ficus*, *Calypttranthes*, *Chrysophyllum gonocarpum*. E na base 13: *Callichlamys latifolia*, *Parapiptadenia rigida*, Lauraceae, *Mascagnia cordifolia*, *Inga*, *Guazuma ulmifolia*, *Ceiba pubiflora*, *Maclura tinctoria*, *Eugenia*, *Eugenia florida*, *Sageretia elegans*, Sapindaceae e indeterminada 3.

A grande maioria das espécies (21) foi compartilhada entre as três cotas altimétricas, sendo elas: *Handroanthus heptaphyllus*, *Celtis iguanaea*, *Terminalia mameluco*, *Croton floribundus*, *Sebastiania brasiliensis*, *Anadenanthera colubrina*, *Guiboutia hymenifolia*, *Parapiptadenia rigida*, *Pterogyne nitens*, *Disciphania ernstii*, *Guapira opposita*, *Margaritaria nobilis*, *Cybianthus detergens*, *Myrsine umbellata*, *Randia ferox*, *Balfourodendron riedelianum*, *Zanthoxylum*, *Allophylus edulis*, *Averrhoidium paraguayense*, *Serjania caracasana*, *Vochysia* e indeterminada 1.

### **Tamanho das sementes**

A variação no tamanho das sementes foi representada pela ordenação em duas dimensões (stress = 0.13), sendo 98% da variância total na matriz de distância de Bray-Curtis recuperada pela ordenação NMDS (Fig. 4). As cotas altimétricas e os meses de coleta explicaram a variação na distribuição do tamanho das sementes (Pillai = Locais 0.03296; gl 1 e 365; p 0.002207; Meses = 0.32819; gl 17 e 732; p= 8.165e-14), evidenciando características distintas entre as áreas e entre os meses de coleta.

### **Figura 4.**

As sementes muito pequenas tiveram uma expressiva variação entre as cotas altimétricas, com 83% da quantidade de sementes na base, 14% no topo e apenas 3% das sementes muito pequenas foram registradas na encosta. Sementes grandes também variaram entre as cotas, sendo a base detentora da maioria destas.

O comprimento das sementes variou de 1mm para sementes de *Maclura tinctoria* à 40mm para sementes de *Hippocratea volubilis*. Sementes muito pequenas corresponderam a 53% (10.637 sementes) e representaram (14 espécies); sementes pequenas (16% - 3.312 sementes - 18 espécies); médias (11% - 2.163 sementes - 19 espécies); grandes (7% - 1.461 sementes - 9 espécies); muito grandes (13% - 2.547 sementes - 5 espécies) (Tab. 1).

### **Habito e síndrome de dispersão**

Das espécies amostradas na chuva de sementes, 71% (44) foram de habito arbóreo, 7% (4) arbustivo, 19% (12) lianas e 3% (2) herbáceo. Em relação ao número de sementes, as arvores corresponderam a 76% da chuva de sementes (15.152 sementes), arbustos 9% (1.664), lianas 15% (2.977).

Sementes de espécies zoocóricas predominaram na chuva de sementes nas três cotas altimétricas, correspondendo a 78% (37 espécies) com 15.546 sementes, seguida de anemocóricas com 22% (19 espécies) e 4.250 sementes e autocóricas (5 espécies) e 49 sementes. (Tab. 1).

A variação na síndrome de dispersão foi explicada pelas cotas altimétricas e pelos meses de coleta. A ordenação em duas dimensões resultou em um stress = 0.13 e recuperou 98% da variância total na matriz (Pillai = Locais 0.04510; gl 1 e 366; p 0.0002148; Meses = 0.51756; gl 17 e 734; p<2.2e-16) (Fig. 5).

### **Figura 5**

## **Sazonalidade**

Quanto ao padrão de variação temporal da produção de sementes, observou-se que as maiores deposições ocorreram entre o fim da estação seca e início da chuvosa. O período com maior produção de sementes foi de novembro a fevereiro, com picos nos meses de novembro e dezembro, enquanto que a menor produção ocorreu em abril e julho. A chuva de sementes apresentou caráter sazonal e com períodos de deposição de propágulos variados entre as cotas altimétricas. A figura 6 mostra que a correlação entre a abundância (número de indivíduos) e a precipitação foi baixa, a análise de variância da regressão linear revelou (p-valor: 0,17), ou seja, a relação entre as variáveis não é significativa a nível de p-valor  $\geq 0,05$ . Em relação a correlação entre a riqueza de espécies e a temperatura, também foi baixa e não foi significativa, pois a partir da análise de variância da regressão linear o p-valor obtido foi de 0,12 a nível de  $\geq 0,05$ .

## **Figura 6**

## **DISCUSSÃO**

O número de propágulos registradas neste estudo, foi semelhante ao de Scoti et al., 2011. Battilani, (2010) registrou 117 espécies em 3 anos de amostragem na zona de amortecimento do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, no qual nossa pesquisa foi desenvolvida. Baptista-Maria et al., (2009), em levantamento florístico das áreas florestais ribeirinhas presentes no Parque Nacional da Serra da Bodoquena e no rio Formoso encontrou 56 famílias e 307 espécies, Zavala et al., (2017) por sua vez, encontrou 96 espécies em ecótono no Planalto da Bodoquena. Sugerimos que o grande número de propágulos registrados em nossa pesquisa fornece suporte para manutenção e regeneração da floresta, pois a FED abriga níveis substanciais de biodiversidade, diversidade de estratégias de reprodutivas e heterogeneidade. As famílias mais representativas em número de espécies

registradas em nossa pesquisa foram Fabaceae que está incluída entre uma das mais intrínsecas nos ecossistemas brasileiros (OLIVEIRA et al., 2016), tem sua importância reconhecida para a maioria das espécies quanto a capacidade de fixação de nitrogênio e melhoramento das condições do solo, sendo considerada facilitadora de sucessão ecológica (CANOSA et al., 2012). Sapindaceae que é considerada a mais diversificada no Brasil nas regiões Norte - Floresta Amazônica - e Sudeste, no domínio da Mata Atlântica, onde se concentra a maioria das espécies de *Serjania*, o gênero mais abundante em número de espécies (117 no Brasil, SOMNER et al., 2010). Estas desempenham importante papel na dinâmica ambiental formando verdadeiros "corredores biológicos" no dossel das florestas (ASCHOFF, 2012) e Euphorbiaceae que por sua vez, tem como característica o rápido crescimento, geralmente compondo estádios iniciais de sucessão, e podem contribuir para a formação da cobertura vegetal na área (AMARAL et al., 2013).

Variações inter e intraespecíficas na produção de sementes e na síndrome de dispersão influenciaram diretamente a distribuição temporal das sementes no período deste estudo. Estas variações podem estar relacionadas às características fenológicas e reprodutivas das espécies presentes na vegetação, conforme verificado em estudos de chuva de sementes em nível de espécies (HAMPE et al., 2004; MASAKI et al., 2007) e em nível de comunidades (ARMESTO et al., 2001; ARAÚJO et al., 2004; AU et al., 2006; SHEN et al., 2007). Verificamos também variações na composição das espécies da chuva de sementes entre os coletores de sementes e entre as cotas altimétricas. Estas variações foram influenciadas pela ocorrência de espécies exclusivas em habitats específicos e pelas variações na distribuição espacial da abundância de sementes em nível de espécie. A composição de espécies na chuva de sementes, em geral, é similar a vegetação existente na comunidade local (PENHALBER & VANI, 1997), no entanto, tende a ser diferente entre áreas (AU et al., 2006; PIVELLO et al., 2006; ROTHER et al., 2009), entre habitats (MARTINI & SANTOS, 2007), embaixo de

árvores com diferentes formas de dispersão (CLARK et al., 2004) e entre coletores de sementes num mesmo trecho da floresta (HARDESTY & PARKER, 2002). Essas variações estão relacionadas a uma série de fatores, dentre os quais a heterogeneidade ambiental, composição florística, fenologia das plantas na comunidade local, atividade de agentes dispersores de sementes e o gradiente topográfico, que foi um dos maiores preditores testados na chuva de sementes. O gradiente topográfico é uma variável ambiental que influencia indiretamente uma série de outros fatores ambientais intimamente relacionados aos padrões de distribuição da vegetação na Mata Atlântica (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000; MEIRELES et al., 2008; EISENLOHR et al., 2013; OLIVEIRA-FILHO et al., 2013; PEDRONI et al., 2013). Nossos resultados confirmam a hipótese que o gradiente topográfico afeta a composição de espécies da chuva de sementes, com maior número de propágulos na base. As diferenças na abundância e riqueza das chuvas de sementes entre as cotas altimétricas ao longo do gradiente topográfico da floresta podem ser consequência de vários fatores, visto que outros estudos concluíram que na base, as condições do solo e a topografia, como propriedades microclimáticas, são diferentes quando comparadas ao meio e ao topo (VELOSO & KLEIN, 1959; KLEIN, 1980, 1984; FERREIRA-JÚNIOR et al., 2007; FERREIRA-JÚNIOR et al., 2012; JONES et al., 2011; MARANGON et al., 2013).

A influência significativa da topossequência é reforçada pela existência de espécies indicadoras para cada um dos setores analisados, como *Parapiptadenia rigida* na base, *Allophylus edulis* na encosta e *Sebastiania brasiliensis* no topo. Wolf et al., (2012) observou que maior riqueza de espécies é esperada onde variações na topografia em escala local resultam em maior disponibilidade de água no solo. Sendo que a espécie observada como indicadora na base já foi relatada como preferencial por áreas úmidas e ribeirinhas em outros trabalhos (MORO et al., 2001; BORGHI et al., 2004). Considerando que vários outros trabalhos relatam a influência da topografia sobre a organização de comunidades de espécies

vegetais (CARDOSO & SCHIAVINI, 2002; RODRIGUES et al., 2007; HIGUCHI et al., 2012b; HIGUCHI et al., 2013b), infere-se que a ocorrência das indicadoras na encosta e topo também podem ser parcialmente explicadas pelas exigências ecológicas destas espécies, associadas a nicho ecológicos distintos.

A expressiva quantidade de sementes pequenas registradas na base provavelmente está relacionada à composição das espécies associadas a áreas úmidas, como a *Maclura tinctoria*, *Myrsine umbellata*, Myrtaceae e *Cissus erosa*, espécies características destes ambientes. Espécies que produzem sementes menores, sob condições ambientais favoráveis, apresentam maior taxa de crescimento em comparação com espécies de sementes maiores é mais vantajosa do que frutos grandes e carnosos, pois eleva a quantidade de sementes ingeridas pelos dispersores (GRAHAM et al., 1995; MOLES & WESTOBY, 2006; MULLER-LANDAU, 2010; PEREIRA et al., 2013; LARSON et al., 2015). Em contrapartida, as sementes grandes têm quantidade maior de recursos armazenados em comparação com as espécies de sementes pequenas. Isso pode fornecer a elas uma maior probabilidade de germinar (PESENDORFER et al., 2016), e melhor capacidade de lidar com condições ambientais adversas e competição no estágio de plântulas (FENNER & THOMPSON, 2005; LEBRIJA-TREJOS et al., 2016). No entanto, sementes maiores estão mais susceptíveis a predação pós-dispersão devido ao seu maior valor nutricional (JANSEN et al., 2004).

Essa enorme diversidade no tamanho dos propágulos é especialmente interessante, pois foi demonstrado que a massa de sementes influencia fortemente outras características importantes. O tamanho, forma e o tipo de deiscência dos frutos são caracteres imprescindíveis para a classificação, bem como para estudos sobre sua distribuição geográfica e interações com a fauna (BARROSO et al., 2004). Visto que na base foram registrados mais indivíduos zoocóricos que o esperado para uma distribuição uniforme, podendo estar relacionado à proximidade do curso d'água, onde há abundância de indivíduos de *Myrsine*

*umbellata*, que são produtoras de frutos atrativos a fauna. A acentuada porcentagem de espécies zoocóricas por toda a extensão do gradiente em nossa pesquisa, confirmou a importância dos agentes bióticos no fluxo gênico em formações florestais. Junior et al., (2012) ressaltam que a relação planta/ frugívoro na zoocoria é essencial para a conservação e manutenção dos ecossistemas. A proporção de espécies e sementes zoocóricas registradas na chuva de sementes seguiu o padrão de dispersão descrito para as florestas tropicais (HOWE & SMALLWOOD, 1982; STEFANELLO et al., 2010). As espécies de sementes anemocóricas ocorreram em menor quantidade, estas, em geral são pioneiras, de ambientes secos e são menos frequentes que espécies zoocóricas em florestas tropicais (WILKANDER, 1984). Autores como Mantovani & Martins, 1988; Vieira & Scariot, 2006; Martins et al., 2012; Capellesso et al., 2015; evidenciaram que espécies pioneiras contribuem na restauração florestal, visto que auxiliam na regeneração das florestas, garantindo a sua resiliência, atuando no processo de sucessão florestal após distúrbios naturais ou antrópicos.

A distribuição dos propágulos de acordo com o hábito na chuva de sementes foi influenciada pela composição de espécies na vegetação associada aos coletores de sementes, pela fenologia das plantas no período deste estudo e pela movimentação dos vetores de dispersão. Nota-se o predomínio de famílias constituídas predominantemente por espécies de hábito arbóreo nas três cotas altimétricas da topossequência. O predomínio de espécies arbóreas numa formação florestal é algo esperado, pois alguns estudos já demonstraram que as espécies desta forma de vida são responsáveis por cerca de 50% da riqueza encontrada na Floresta Atlântica (LIMA et al., 1994; IVANAUSKAS et al., 2001).

Apesar de o maior número de indivíduos terem sido amostrados entre o meio da estação chuvosa e o início da estação seca, e nos meses mais frios e secos, não houve correlação significativa com a precipitação e temperatura durante todo o período de estudo. Setzer (1946), Thornthwaite (1948), Talora & Morrellato (2000), sugerem que a baixa

sazonalidade oferece condições pouco restritivas para o desenvolvimento e amadurecimento dos frutos durante todo o ano, podendo explicar a coleta de sementes durante o ano inteiro e a não correlação com os dados de temperatura e pluviosidade. Além disso, de acordo com Snow (1965) e Hilty (1980) a produção contínua de frutos e a predominância de dispersão zoocórica seria uma estratégia para a manutenção de recursos aos animais dispersores de sementes. Zellweger et al., (2015) afirmam que a precipitação e a temperatura não influenciam diretamente na riqueza das espécies, porém, estas variáveis condicionam o recrutamento de novos indivíduos de diferentes espécies. Porém, ao longo do gradiente topográfico, observamos variações ambientais associadas ao tipo de solo, a declividade, umidade e ao microclima, assim como observado por Oliveira-Filho et al., 1998; Webb & Peart, 1999; Thomas & Winner, 2002; Homeier et al., 2010.

Apesar de próximas geograficamente, nossos resultados indicam que há singular heterogeneidade edafoclimática e diferenças significativas na composição florística da chuva de sementes em pequena escala local nas três cotas altimétricas da topossequência, principalmente a base, que apresentou um maior número de espécies exclusivas. Corroborando com a hipótese de que os atributos funcionais da chuva de sementes são influenciados pelo gradiente topográfico no Parque Nacional da Serra da Bodoquena.



## REFERENCIAS

Amaral, W. G., Pereira, I. M., Machado, E. L. M., Oliveira, P. A., Dias, L. G., Mucida, D. P., & Amaral, C. S. (2013). Relação das espécies colonizadoras com as características do substrato em áreas degradadas na Serra do Espinhaço Meridional. *BIOSCI J*, 29(5).

Araujo, M. M., Longhi, S. J., Barros, P. D., & Brena, D. A. (2004). Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. *SCI FOR*, 66(1), 128-141.

Armesto, J. J., Díaz, I., Papic, C., & Willson, M. F. (2001). Seed rain of fleshy and dry propagules in different habitats in the temperate rainforests of Chiloé Island, Chile. *AUSTRAL ECOL*, 26(4), 311-320.

Arruda, DM, Ferreira-Junior, GT, Duque-Brasil, R. e Schaefer, CE (2013). Padrões fitogeográficos de florestas secas sensu stricto no norte de Minas Gerais, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 85 (2), 623-634.

Aschoff, L. (2012). Variação Sazonal e Longitudinal na Ecologia do Guariba-de-Mãos-Ruivas, *Alouatta belzebul* (Primates, Atelidae), na Fazenda Pacatuba, Paraíba. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação. UFSE, São Cristóvão, SE, Brasil. Disponível em: <http://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/4435>

Au, A. Y., Corlett, R. T., & Hau, B. C. (2006). Seed rain into upland plant communities in Hong Kong, China. *PLANT ECOL*, 186(1), 13-22.

Bacles, C. F., Lowe, A. J., & Ennos, R. A. (2006). Effective seed dispersal across a fragmented landscape. *Science*, 311(5761), 628-628.

Baptista-Maria, V. R., Rodrigues, R. R., Damasceno Junior, G., Maria, F. D. S., & Souza, V. C. (2009). Composição florística de florestas estacionais ribeirinhas no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *ACTA BOT BRAS*, 23(2), 535-548.

Barroso, G.M.; Morim, M.P.; Peixoto, A.L.; Ichaso, C.L. F. (2004). Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: Ed. UFV, 443p.

Battilani, J. (2010). Chuva de sementes em trecho de floresta ripária, Mato Grosso do Sul, Brasil. (Doctoral dissertation, Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação) -Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande). Disponível em: [http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/2010\\_10%20chuva%20de%20sementes%20em%20tr%20echo%20de%20floresta%20riparia%20mato%20grosso%20do%20sul%20brasil.pdf](http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/2010_10%20chuva%20de%20sementes%20em%20tr%20echo%20de%20floresta%20riparia%20mato%20grosso%20do%20sul%20brasil.pdf)

Blackie, R., Baldauf, C., Gautier, D., Gumbo, D., Kassa, H., Parthasarathy, N., ... & Sunderland, T. (2014). Tropical dry forests: The state of global knowledge and recommendations for future research (Vol. 2). Cifor.

Borghetti, W. A., Martins, S. S., Del Quiqui, E. M., & Nanni, M. R. (2004). Caracterização e avaliação da mata ciliar à montante da Hidrelétrica de Rosana, na Estação Ecológica do Caiuá, Diamante do Norte, PR. *Cadernos de Biodiversidade*, 4(2), 9-18.

Canosa, G. A.; Faria, S. M.; Moraes, L. F. M. (2102). Leguminosas florestais da Mata Atlântica brasileira fixadoras de nitrogênio atmosférico. Comunicado Técnico 144: Embrapa Seropédica, RJ, 13p.

Capellesso, E. S., Santolin, S. F., & Zanin, E. M. (2015). Banco e chuva de sementes em área de transição florestal no Sul do Brasil. *REV ARVORE*, 39(5), 821-829.

Cardoso, E., & Schiavini, I (2002). Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). *Revista Brasileira de Botânica*, 25(3), 277-289.

Charles-Dominique, P. (1995). Food distribution and reproductive constraints in the evolution of social structure: Nocturnal primates and other mammals. In *Creatures of the Dark* (pp. 425-438). Springer, Boston, MA.

Clark, C. J., Poulsen, J. R., Connor, E. F., & Parker, V. T. (2004). Fruiting trees as dispersal foci in a semi-deciduous tropical forest. *Oecologia*, 139(1), 66-75.

Eisenlohr, P. V., Alves, L. F., Bernacci, L. C., Padgurschi, M. C., Torres, R. B., Prata, E. M., ... & Martins, F. R. (2013). Disturbances, elevation, topography and spatial proximity drive vegetation patterns along an altitudinal gradient of a top biodiversity hotspot. *Biodiversity and conservation*, 22(12), 2767-2783.

Embrapa. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Mapa da cobertura vegetal do Brasil. Disponível em: <http://www.cobveget.cnpm.embrapa.br/> acesso em 01/04/2020.

Espírito-Santo, M. M., Fagundes, M., Sevilha, A. C., Scariot, A. O., Sanchez-Azofeifa, G. A., Noronha, S. E., & Fernandes, G. W. (2008). Florestas estacionais decíduas brasileiras: distribuição e estado de conservação. *MG Biota*, 1(2), 5-13.

Fenner, M. K., Fenner, M., & Thompson, K. (2005). *The ecology of seeds*. Cambridge University Press, 260p.

Ferreira-Junior WG, Schaefer CEGR, Silva AFS. 2012. Uma visão pedogeomorfologica sobre as formacoes florestais da Mata Atlantica. In: Martins SV. (ed.) *Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil*. Vicosa, Editora UFV, p. 141-174.

Ferreira-Junior WG, Silva AF, Schaefer CEGR, et al. 2007. Influence of soils and topographic gradients on tree species distribution in a Brazilian Atlantic Tropical Semideciduous Forest. *Edinburgh Journal of Botany* 64 (2), 137-157.

Filho, W. S., & Karmann, I. (2007). Geomorphological map of the Serra da Bodoquena karst, west-central Brazil. *Journal of maps*, 3(1), 282-295.

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 21 Jan. 2020.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Forestry Department (Rome). (2010). *Global forest resources assessment 2010: Main report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Foster, S., & Janson, C. H. (1985). The relationship between seed size and establishment conditions in tropical woody plants. *Ecology*, 66(3), 773-780.

Franklin, O., Johansson, J., Dewar, R. C., Dieckmann, U., McMurtrie, R. E., Brännström, Å., & Dybzinski, R. (2012). Modeling carbon allocation in trees: a search for principles. *TREE PHYSIOL*, 32(6), 648-666.

Frenne, P., Brunet, J., Shevtsova, A., Kolb, A., Graae, B. J., Chabrierie, O., ... & Gruwez, R. (2011). Temperature effects on forest herbs assessed by warming and transplant experiments along a latitudinal gradient. *GLOB CHANGE BIOL*, 17(10), 3240-3253.

Garbin, M. L.; Carrijo, T. T.; Mendonça, E. S. Relação entre comunidades vegetais e solos no espaço: uma trilha antiga, mas com um longo caminho a ser percorrido. In: Tomaz, M. A.; Amaral, J. F. T. do; Oliveira, F. L. de; Coelho, R. I. (Ed.). 2013. Tópicos Especiais em Produção Vegetal IV. 1ed. Alegre, ES: CAUFES, 2013, v. 4, p. 667-683.

Graham, C. H., Moermond, T. C., Kristensen, K. A., & Mvukiyumwami, J. (1995). Seed dispersal effectiveness by two bulbuls on *Maesa lanceolata*, an African montane forest tree. *Biotropica*, 479-486.

Hampe, A. (2004). Extensive hydrochory uncouples spatiotemporal patterns of seedfall and seedling recruitment in a 'bird-dispersed' riparian tree. *J ECOL*, 92(5), 797-807.

Hardesty, B. D., & Parker, V. T. (2003). Community seed rain patterns and a comparison to adult community structure in a West African tropical forest. *PLANT ECOL*, 164(1), 49-64.

Higuchi, P., da Silva, A. C., de Almeida, J. A., da Costa Bortoluzzi, R. L., Mantovani, A., de Souza Ferreira, T., ... & da Silva, K. M. (2013). Florística e estrutura do componente arbóreo e análise ambiental de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana no município de Painel, SC. *CIENC FLOREST*, 23(1), 153-164.

Higuchi, P., da Silva, A. C., de Souza Ferreira, T., de Souza, S. T., Gomes, J. P., da Silva, K. M., ... & da Silva Paulino, P. (2012). Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. *CIENC FLOREST*, 22(1), 79-90.

Hilty, S. L. (1980). Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in Pacific Colombia. *Biotropica*, 292-306.

Homeier, J., Breckle, S. W., Günter, S., Rollenbeck, R. T., & Leuschner, C. (2010). Tree diversity, forest structure and productivity along altitudinal and topographical gradients in a species-rich Ecuadorian montane rain forest. *Biotropica*, 42(2), 140-148.

Howe, H. F., & Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. *Annual review of ecology and systematics*, 13(1), 201-228.

IBGE. Mapa de Clima do Brasil. 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br.html>>.

Ivanauskas, N.M.; Monteiro, R.; Rodrigues, R.R. 2001. Levantamento florístico de um trecho de Floresta Atlântica em Pariquera-Açu, SP. *Naturalia*, 26, 97-129.

- Jansen, P. A., Bongers, F., & Hemerik, L. (2004). Seed mass and mast seeding enhance dispersal by a neotropical scatter-hoarding rodent. *ECOL MONOGR*, 74(4), 569-589.
- Jones MM, Szyska B, Kessler M. (2011). Microhabitat partitioning promotes plant diversity in a tropical montane forest. *GLOBAL ECOL BIOGEOGR*, 20, 558-569.
- Junior, M. M., Barbosa, R. I., da Silva, S. J. R., & Casadio, G. M. L. (2012). Reproductive phenology of the main tree species in the Roraima savanna, Brazilian Amazon. *ECOTROPICA*, 18, 81-92.
- Klein RM. 1980. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. *Sellowia*, 32, 165-389.
- Klein RM. 1984. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. *Sellowia*, 36, 5-54.
- Kroiss, S. J., & HilleRisLambers, J. (2015). Recruitment limitation of long-lived conifers: implications for climate change responses. *Ecology*, 96(5), 1286-1297.
- Larson, J. E., Sheley, R. L., Hardegree, S. P., Doescher, P. S., & James, J. J. (2015). Seed and seedling traits affecting critical life stage transitions and recruitment outcomes in dryland grasses. *J APPL ECOL*, 52(1), 199-209.
- Lebrija-Trejos, E., Reich, P. B., Hernández, A., & Wright, S. J. (2016). Species with greater seed mass are more tolerant of conspecific neighbours: a key driver of early survival and future abundances in a tropical forest. *ECOL LETT*, 19(9), 1071-1080.
- Lima, M. P. M., Guedes-Bruni, R. R., & de Janeiro, J. B. D. R. (1994). Reserva ecológica de Macaé de Cima, Nova Friburgo, RJ: aspectos florísticos das espécies vasculares. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*.
- Magnago, L. F. S., Edwards, D. P., Edwards, F. A., Magrath, A., Martins, S. V., & Laurance, W. F. (2014). Functional attributes change but functional richness is unchanged after fragmentation of Brazilian Atlantic forests. *J ECOL*, 102(2), 475-485.
- Mantovani, W., & Martins, F. R. (1988). Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu. *Revta. Brasil. Bot*, 11, 101-112.
- Mariani, M. A. P. (2004). Geografia e Turismo no Paraíso das Águas: O Caso de Bonito; In: *Reflexões em Turismo: Mato Grosso do Sul*. Campo Grande: UFMS, 100 p.
- Martini, A. M. Z., & Dos Santos, F. A. M. (2007). Effects of distinct types of disturbance on seed rain in the Atlantic forest of NE Brazil. *PLANT ECOL*, 190(1), 81-95.
- Martins, S. V., Rodrigues, R. R., Gandolfi, S., & Calegari, L. (2012). Sucessão ecológica: fundamentos e aplicações na restauração de ecossistemas florestais. *Ecologia de florestas tropicais do Brasil*, 2, 21-52.
- Masaki, T., Osumi, K., Takahashi, K., Hoshizaki, K., Matsune, K., & Suzuki, W. (2007). Effects of microenvironmental heterogeneity on the seed-to-seedling process and tree coexistence in a riparian forest. *ECOL RES*, 22(5), 724-734.

Mateo, R. G., Broennimann, O., Normand, S., Petitpierre, B., Araújo, M. B., Svenning, J. C., ... & Suarez, G. M. (2016). The mossy north: an inverse latitudinal diversity gradient in European bryophytes. *SCI REP-UK*, 6, 25546.

McConkey, K. R., Prasad, S., Corlett, R. T., Campos-Arceiz, A., Brodie, J. F., Rogers, H., & Santamaria, L. (2012). Seed dispersal in changing landscapes. *BIOL CONSERV*, 146(1), 1-13.

Meireles, L. D., Shepherd, G. J., & Kinoshita, L. S. (2008). Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma floresta ombrófila densa alto-montana na Serra da Mantiqueira, Monte Verde, MG. *BRAZ J BIOL*, 31 (4), 559-574.

Melo, F. P. L., Dirzo, R., & Tabarelli, M. (2006). Biased seed rain in forest edges: evidence from the Brazilian Atlantic forest. *BIOL CONSERV*, 132(1), 50-60.

Merritt, D. M., Nilsson, C., & Jansson, R. (2010). Consequences of propagule dispersal and river fragmentation for riparian plant community diversity and turnover. *ECOL MONOGR*, 80(4), 609-626.

Moles, A. T., & Westoby, M. (2006). Seed size and plant strategy across the whole life cycle. *Oikos*, 113(1), 91-105.

Moro, R. S., Schmitt, J., & Diedrichs, L. A. (2001). Estrutura de um fragmento da mata ciliar do Rio Cará-Cará, Ponta Grossa, PR. *Publicatio UEPG-Biological and Health Sciences*, 7(1), 19-38.

Ellenberg, D., & Mueller-Dombois, D. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: Wiley. 547p.

Muller-Landau, H. C. (2010). The tolerance–fecundity trade-off and the maintenance of diversity in seed size. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(9), 4242-4247.

Oliveira, A. K. M., de Freitas Lemes, F. T., & Pulchério-Leite, A. (2013). Consumo de frutos de *Cecropia pachystachya* trécul e *Ficus gomelleira* Kunt & CD Bouché por *Platyrrhinus lineatus* (E. Geoffroy, 1810) e seu efeito sobre a germinação de sementes. *REV BIOL TROP*, 10(2), 1-8.

Oliveira, M., Ril, F. L., Peretti, C., Capellesso, E. S., Sausen, T. L., & Budke, J. C. (2016). Biomassa e estoques de carbono em diferentes sistemas florestais no sul do Brasil. *PERSPECTIVA*, 40 (149), 09-20.

Oliveira-Filho, A. T., & Fontes, M. A. L. (2000). Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate 1. *Biotropica*, 32(4b), 793-810.

Oliveira-Filho, A. T., Curi, N., Vilela, E. A., & Carvalho, D. A. (1998). Effects of Canopy Gaps, Topography, and Soils on the Distribution of Woody Species in a Central Brazilian Deciduous Dry Forest 1. *Biotropica*, 30(3), 362-375.

Pedroni, F., Eisenlohr, P. V., & Oliveira-Filho, A. T. (2013). Changes in tree community composition and structure of Atlantic rain forest on a slope of the Serra do Mar range,

southeastern Brazil, from near sea level to 1000 m of altitude. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 208(3), 184-196.

Penhalber, E. D. F., & Vani, W. M. (1997). Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo, SP. *BRAZ J BOT*, 20(2), 205-220.

Pennington, R. T., & Ratter, J. A. (2006). *Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation*. CRC press. 508p.

Pereira, S. R., Laura, V. A., & Souza, A. L. T. D. (2013). Seed dormancy overcoming as a strategy for forest restoration in tropical pasture. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(2), 148-156.

Pesendorfer, M. B., Sillett, T. S., Morrison, S. A., & Kamil, A. C. (2016). Context-dependent seed dispersal by a scatter-hoarding corvid. *J ANIM ECOL*, 85(3), 798-805.

Pivello, V. R., Petenon, D., Jesus, F. M. D., Meirelles, S. T., Vidal, M. M., Alonso, R. D. A. S., ... & Metzger, J. P. (2006). Chuva de sementes em fragmentos de Floresta Atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. *ACTA BOT BRAS*, 20(4), 845-859.

Portillo-Quintero, C. A., & Sánchez-Azofeifa, G. A. (2010). Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *BIOL CONSERV*, 143(1), 144-155.

Pott, A., & Pott, V. J. (2003). Espécies de fragmentos florestais em Mato Grosso do Sul. Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste. Campo Grande: UCDB, 26-52.

Reid, J. L., Holl, K. D., & Zahawi, R. A. (2015). Seed dispersal limitations shift over time in tropical forest restoration. *ECOL APPL*, 25(4), 1072-1082.

Rodrigues, L. A., de Carvalho, D. A., de Oliveira Filho, A. T., & Curi, N. (2007). Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. *REV ARVORE*, 31(1), 25-35.

Rother, D. C., Rodrigues, R. R., & Pizo, M. A. (2009). Effects of bamboo stands on seed rain and seed limitation in a rainforest. *FOREST ECOL MANAG*, 257(3), 885-892.

Salis, S. M., Silva, M. P. D., Mattos, P. P. D., Silva, J. S., Pott, V. J., & Pott, A. (2004). Fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Corumbá, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. *BRAZ J BOT*, 27(4), 671-684.

Salzo, I., & Matos, A. M. (2013). Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bodoquena. *ICMBio. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade*.

Sarcinelli, T. S., Fernandes Filho, E. I., Schaefer, C. E. G. R., Júnior, P. D. M., & Leite, F. P. (2012). Representatividade fisiográfica e pedológica de fragmentos de floresta nativa em áreas de plantios homogêneos de eucalipto. *REV ARVORE*, 36(3), 499-509.

Scoti, M. S. V., Araujo, M. M., Wendler, C. F., & Longhi, S. J. (2011). Mecanismos de regeneração natural em remanescente de Floresta Estacional Decidual. **CIENC FLOREST**, 21(3), 459-472.

Setzer, J. (1946). Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo.

Sevilha, A. C., Scariot, A., & Noronha, S. E. (2004). Estado atual da representatividade de unidades de conservação em Florestas Estacionais Deciduais no Brasil. *Biomass florestais*. Editora da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1-63.

Shackleton CM, Shackleton SE, Buiten E, Bird N (2007). The importance of dry woodlands and forests in rural livelihoods and poverty alleviation in South Africa. **FOREST POLICY ECON** 9, 558–577.

Shen, Z. H., Tang, Y. Y., Lü, N., Zhao, J., Li, D. X., & Wang, G. F. (2007). Community Dynamics of Seed Rain in Mixed Evergreen Broad-leaved and Deciduous Forests in a Subtropical Mountain of Central China. **J INTEGR PLANT BIOL**, 49(9), 1294-1303.

Snow, D. W. (1965). A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. *Oikos*, 274-281.

Snyder PK, Delire C, Foley JA (2004) Evaluating the influence of diferente vegetation biomes on the global climate. **CLIM DYNAM**, 23, 279–302.

Somner, G.V., Ferrucci, M.S., Acevedo-Rodríguez, P. & Coelho, R.L.G. 2010. Sapindaceae. In *Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil* (R.C. Forzza et al., eds.). Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 1606-1620.

Souza, A.L.F.; Ramos, A.M.; Conde, F.C.; Massambani, O.; Recuero, F.S. Comparação de Dados Climatológicos Modelados e Observados Utilizando a Técnica dos Quantis. In: XXVIII Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española, Badajoz. 2004. p. 33-41.

Stefanello, D., Ivanauskas, N. M., Martins, S. V., & Kuz, S. H. (2010). Síndromes de dispersão de diásporos das espécies de trechos de vegetação ciliar do rio das Pacas, Querência–MT. **ACTA AMAZON**, 40(1), 141-150.

Tabarelli, M., Melo, M., & Lira, O. (2006). Os estados da mata atlântica. *CAMPANILI, M.; PROCHNOW (orgs). Mata Atlântica: uma rede pela floresta. Rede de Ongs da Mata Atlântica, Brasília.*

Tabarelli, M., Peres, C.A., 2002. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. **BIOL CONSERV**, 106, 165-176.

Talora, D. C., & Morellato, P. C. (2000). Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **BRAZ J BOT**, 13-26.

Tautenhahn, S., Heilmeier, H., Götzenberger, L., Klotz, S., Wirth, C., & Kühn, I. (2008). On the biogeography of seed mass in Germany—distribution patterns and environmental correlates. **ECOGRAPHY**, 31(4), 457-468.

- Thomas, S. C., & Winner, W. E. (2002). Photosynthetic differences between saplings and adult trees: an integration of field results by meta-analysis. **TREE PHYSIOL**, 22(2-3), 117-127.
- Thornthwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. **GEOGR REV**, 38(1), 55-94.
- Van der Pijl, L. 1982. Principles of dispersal in higher plants. Springer Verlag. New York. 212p.
- Vellend, M. (2010). Conceptual synthesis in community ecology. *The Quarterly review of biology*, 85(2), 183-206.
- Veloso HP, Klein RM. 1959. As comunidades e associacao vegetais da mata pluvial do sul do Brasil. II. Dinamismo e fidelidade das espécies em associacoes do municipio de Brusque, Estado de Santa Catarina. *Sellowia*, 10, 9-124.
- Vieira, D. L., & Scariot, A. (2006). Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. **RESTOR ECOL**, 14(1), 11-20.
- Walck, J. L., Hidayati, S. N., Dixon, K. W., Thompson, K. E. N., & Poschlod, P. (2011). Climate change and plant regeneration from seed. **GLOBAL CHANGE BIOL**, 17(6), 2145-2161.
- Webb, C. O., & Peart, D. R. (1999). Seedling density dependence promotes coexistence of Bornean rain forest trees. *Ecology*, 80(6), 2006-2017.
- Westoby, M., Jurado, E., & Leishman, M. (1992). Comparative evolutionary ecology of seed size. **TRENDS ECOL EVOL**, 7(11), 368-372.
- Wikander, T. (1984). Mecanismos de dispersión de diásporas de una selva decídúa en Venezuela. *Biotropica*, 276-283.
- Wolf, J., Fricker, G., Meyer, V., Hubbell, S., Gillespie, T., & Saatchi, S. (2012). Plant species richness is associated with canopy height and topography in a neotropical forest. **REMOTE SENS-BASEL**, 4(12), 4010-4021.
- Xia, S. W., Chen, J., Schaefer, D., & Goodale, U. M. (2016). Effect of topography and litterfall input on fine-scale patch consistency of soil chemical properties in a tropical rainforest. **PLANT SOIL**, 404(1-2), 385-398.
- Zavala, C. B. R., Fernandes, S. S. L., Pereira, Z. V., & Silva, S. M. (2017). Análise fitogeográfica da flora arbustivo-arbórea em ecótono no Planalto da Bodoquena, MS, Brasil. **CIENC FLOREST**, 27(3), 907-921.
- Zellweger, F., Braunisch, V., Morsdorf, F., Baltensweiler, A., Abegg, M., Roth, T., ... & Bollmann, K. (2015). Disentangling the effects of climate, topography, soil and vegetation on stand-scale species richness in temperate forests. **FOREST ECOL MANAG**, 349, 36-44.



**Tabela 1.** Lista das espécies amostradas na chuva de sementes nos três sítios amostrais da topossequência (base, encosta e topo), localizadas no Parque Nacional Serra da Bodoquena MS, 2017/2019.

Família	Espécie	Habito	Síndrome de dispersão	Nº de propágulos			Tamanho
				Base	Encosta	Topo	
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Arv	Ane			138	MP
Apocynaceae	<i>Forsteronia pubescens</i> A.DC.	Lia	Ane	43	14		M
Asteraceae	<i>Lessingianthus scabrifolius</i> (Hieron.) H.Rob.	Abt	Ane			10	MP
Bignoneaceae	<i>Callichlamys latifolia</i> (Rich.) K.Schum.	Lia	Ane	1			G
	<i>Fridericia florida</i> (DC.) L.G.Lohmann	Lia	Ane		5		G
	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> . (Vell.) Mattos.	Arv	Ane	99	96	24	G
	<i>Tanaecium neobrasiliense</i> L.G.Lohmann	Lia	Ane			6	M
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Arv	Zoo	40	53	10	P
Celastraceae	<i>Hippocratea volubilis</i> L.	Herb	Ane	14	3		MG
Combretaceae	<i>Terminalia mameluco</i> . Pickel.	Arv	Ane	2296	51	34	MG
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea multiflora</i> Mart. ex Griseb.	Lia	Ane	13	3		G
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> P. Browne	Arv	Zoo		1882	2	P
Euphorbiaceae	<i>Adelia membranifolia</i> (Müll.Arg.) Chodat & Hassl.	Arv	Aut		1	11	M
	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Arv	Zoo	20	2	1	P

	Euphorbiaceae					1		MP
	<i>Manihot</i> Mill.	Abt	Zoo			4		M
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Arv	Zoo	7	6	32		P
	<i>Sapium glandulosum</i> . (L.) Morong.	Arv	Zoo			10		P
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Arv	Ane	5	7	5		G
	<i>Guibourtia hymenifolia</i> (Moric.) J. Leonard	Arv	Zoo	2	6	4		M
	<i>Inga</i> Mill.	Arv	Zoo	93				M
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Arv	Zoo	276	40	107		M
	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Arv	Ane	21	2	11		MG
	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	Arv	Aut		6	4		M
	<i>Senegalia polyphylla</i> . (DC.) Britton & Rose	Arv	Aut	6	3			M
	<i>Sclerolobium</i> Vogel	Arv	Aut		4			G
Lauraceae	Lauraceae			236				P
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez.	Arv	Zoo	1	1			M
Lecythidaceae	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	Arv	Ane	112	1			MG
Malpighiaceae	<i>Diplopterys pubipetala</i> (A.Juss.) W.R.Anderson & C.C.Davis	Abt	Ane			2		MG
	<i>Mascagnia cordifolia</i> (A. Juss.) Griseb.	Lia	Ane	14				G

Malvaceae	<i>Ceiba pubiflora</i> (A.St.-Hil.) K.Schum.	Arv	Ane	10			P
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Arv	Zoo	180			MP
	<i>Helicteres lhotzkyana</i> (Schott & Endl.) K.Schum.	Lia	Aut			1	MP
	<i>Heliocarpus</i> L.	Arv	Aut	3	22		MP
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Arv	Zoo	5	1		P
	<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	Arv	Zoo		544	4	M
	<i>Trichilia clauseni</i> C.DC.	Arv	Zoo		1		M
	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Arv	Zoo			6	P
Menispermaceae	<i>Disciphania ernstii</i> Eichler	Lia	Zoo	193	2	123	M
Moraceae	<i>Ficus</i> L.	Arv	Zoo		67		MP
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	Arv	Zoo	140			MP
Myrtaceae	<i>Calyptranthes</i> Sw.	Arv	Zoo		6		P
	<i>Eugenia</i> L.	Arv	Zoo	4			M
	<i>Eugenia florida</i> DC.	Arv	Zoo	306			P
	Myrtaceae	Arv	Zoo		2	3	P
	<i>Psidium</i> L.	Arv	Zoo	1	4		MP
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Arv	Zoo	2	1	74	M

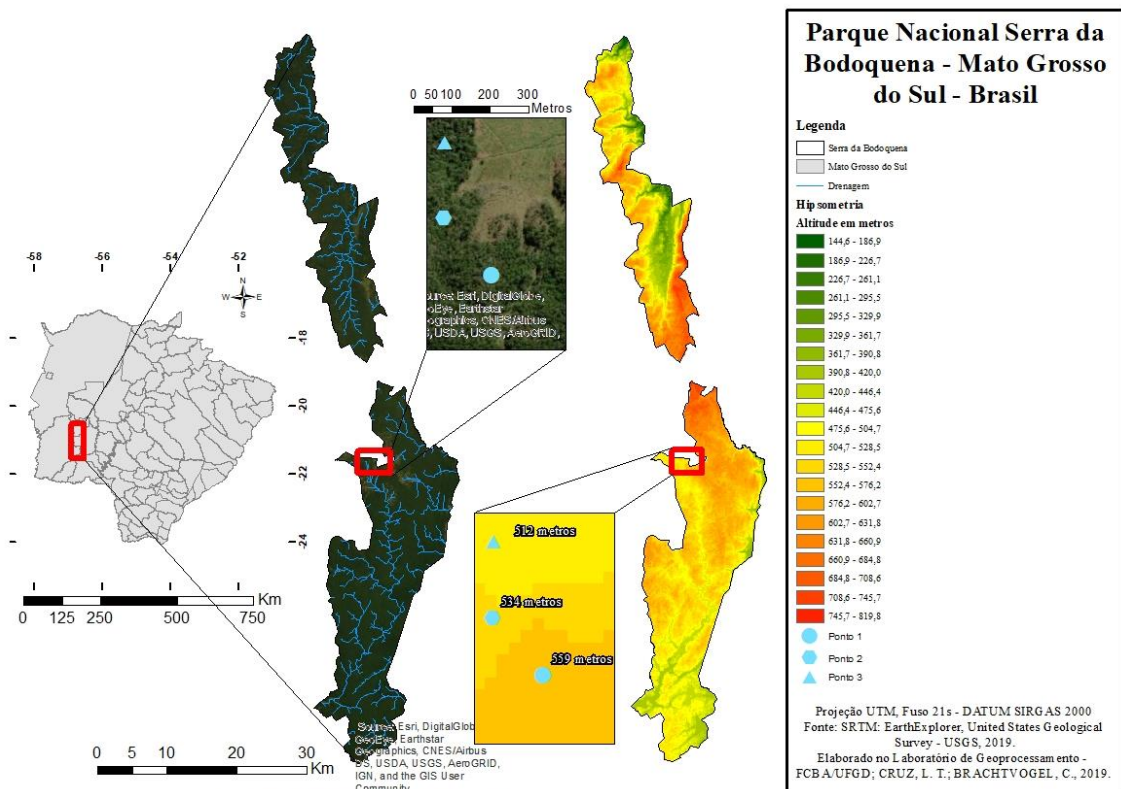
Phyllanthaceae	<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	Arv	Zoo	39	72	5	P
Poaceae	<i>Olyra ciliatifolia</i> Raddi	Herb	Zoo			47	MP
Primulaceae	<i>Cybianthus detergens</i> . Mart.	Abt	Zoo	1522	117	9	MP
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Arv	Zoo	5932	141	416	MP
Rhamnaceae	<i>Sageretia elegans</i> (Kunth) Brongn.	Lia	Zoo	108			P
Rubiaceae	<i>Randia ferox</i> (Cham. & Schltld.) DC.	Arv	Zoo	5	2	34	P
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Arv	Ane	1	1	12	G
	<i>Zanthoxylum</i> L.	Arv	Zoo	2	5	814	MP
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	Arv	Zoo	74	211	90	P
	<i>Averrhoidium paraguayense</i> Radlk.	Arv	Zoo	1	297	37	M
	<i>Cardiospermum grandiflorum</i> . Sw.	Lia	Zoo	179	36		M
	<i>Cupania castaneaefolia</i> Mart.	Arv	Zoo	3		3	P
	<i>Serjania caracasana</i> (Jacq.) Willd.	Lia	Ane	658	131	382	G
	Sapindaceae				26		
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> . (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	Arv	Zoo		12		M
Vitaceae	<i>Cissus erosa</i> Rich.	Lia	Zoo	1051		14	MP
Vochysiaceae	<i>Vochysia</i> Aubl.	Arv	Ane	4	15	6	M

Indeterminada1	23	2	16	P
Indeterminada2	45	3		P
Indeterminada3	4			M
Indeterminada4		2	2	MP

---

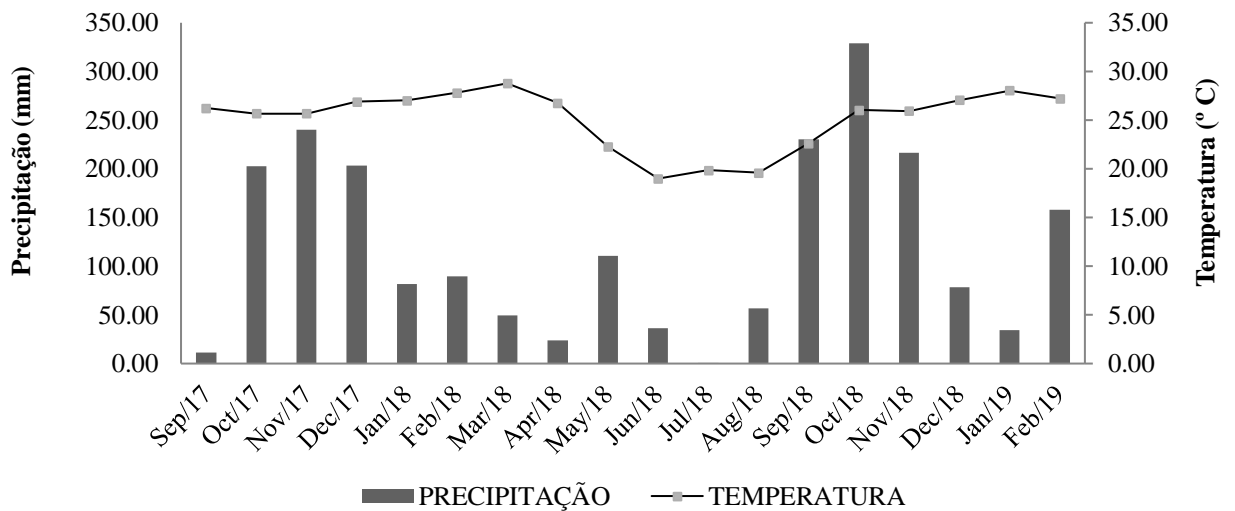
\*Legenda: Lia-liana; Arv-árvore; Abt-arbusto; Herb-herbácea; Ane- anemocórica; Zoo-zoocórica; Aut-autocórica; Tamanho: MP- muito pequena; P- pequena; M- media; G- grande; MG- muito grande

**Figura 1.**



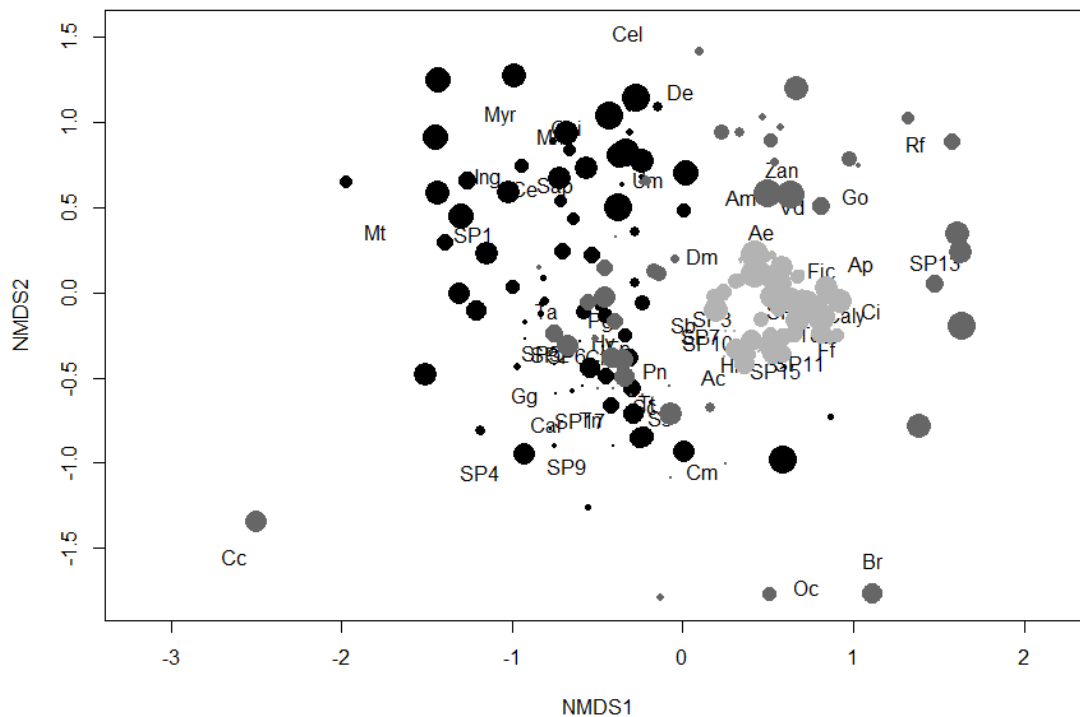
**Figura 1.** Localização da área de estudo, Parque Nacional Serra da Bodoquena, MS

**Figura 2.**



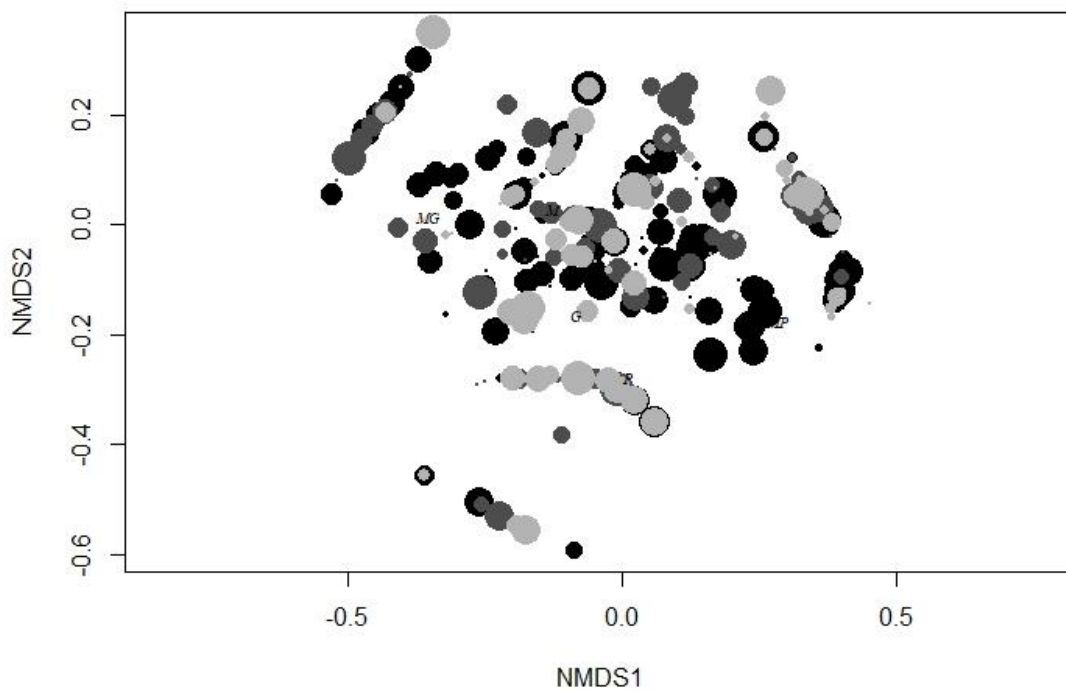
**Figura 2.** Dados meteorológicos (precipitação e temperatura) entre setembro de 2017 a fevereiro 2019. Fonte: Inmet/Semagro/Agraer/Cemtec-MS

**Figura 3**



**Figura 3.** Ordemção NMDS da composição de espécies nos locais de amostragem. Tamanho dos círculos representam os meses de coleta do 1 ao 18; as cores representam o gradiente: preto - base, cinza claro – topo e cinza escuro – encosta. A contribuição de cada espécie é dada pela posição no gráfico: quanto mais longe das coordenadas “0.0”, maior a contribuição da espécie para diferenciar as amostras.

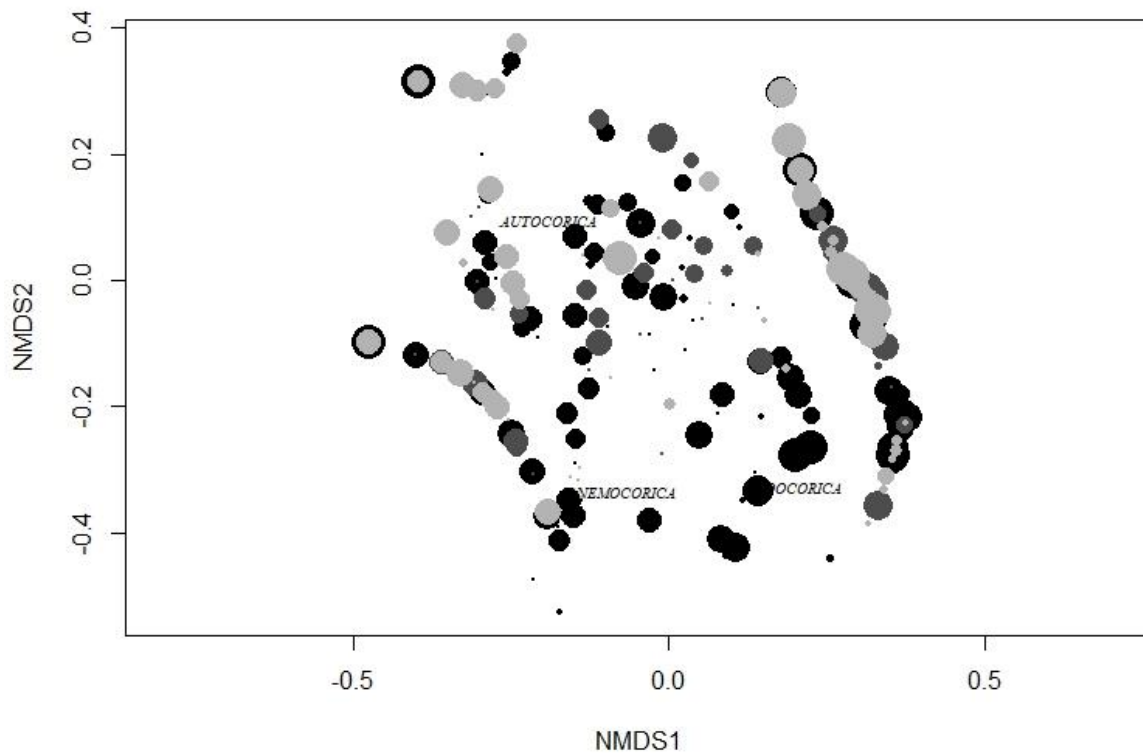
**Figura 4**



**Figura 4.** Ordenação NMDS do tamanho das sementes nos locais de amostragem. Tamanho dos círculos representam os meses de coleta do 1 ao 18; as cores representam o gradiente: preto - base, cinza claro – topo e cinza escuro – encosta. A contribuição de cada tamanho é dada pela posição no gráfico: quanto mais longe das coordenadas “0.0”, maior a contribuição do tamanho para diferenciar as amostras. Tamanhos das Sementes: MP: muito pequena, P: Pequena; M: Média; G: Grande; MG: Muito grande.

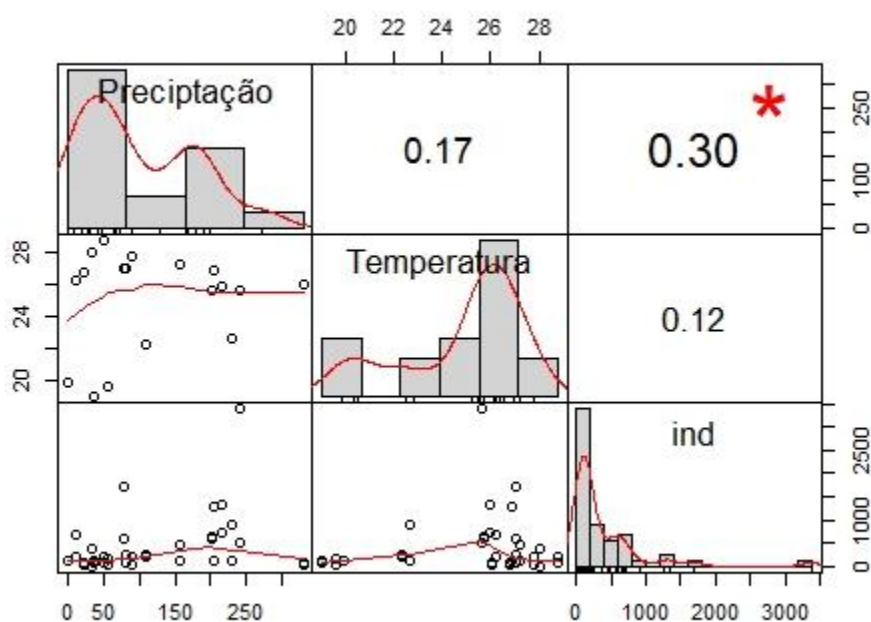


**Figura 5**



**Figura 5.** Ordenação NMDS da síndrome de dispersão nos locais de amostragem. Tamanho dos círculos representam os meses de coleta do 1 ao 18; as cores representam o gradiente: preto - base, cinza claro – topo e cinza escuro – encosta. A contribuição de cada síndrome é dada pela posição no gráfico: quanto mais longe das coordenadas 0, 0, maior a contribuição da síndrome de dispersão para diferenciar as amostras.

**Figura 6**



**Figura 6.** Variação e correlações pareadas de Pearson entre número de indivíduos relacionadas a precipitação e a temperatura. Os histogramas para o número de indivíduos, precipitação e temperatura são exibidos ao longo da diagonal. À esquerda e abaixo da diagonal, existem gráficos de dispersão contendo indivíduos. A linha vermelha no gráfico de dispersão representa a linha de melhor ajuste. Os coeficientes de correlação de Pearson entre as características relacionadas ao rendimento são mostrados acima e à direita da diagonal. Os níveis de significância da correlação são: \*  $p = 0,05$ , \*\*  $p = 0,01$  e \*\*\*  $p = 0,001$ , e o tamanho dos valores do coeficiente é proporcional à força da correlação.

## **Anexo I- Informações da revista *Ecology Letters*.**

Artigo – Escrito de acordo com as normas da revista ***Ecology Letters***.

Qualis A1 – Biodiversidade, fator de impacto 8.69

### **Link com as normas para publicação**

<https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/14610248/homepage/ForAuthors.html#tips1>

### **Aims and Scope**

*Ecology Letters* is a forum for the very rapid publication of the most novel research in ecology. Manuscripts relating to the ecology of all taxa, in any biome and geographic area will be considered, and priority will be given to those papers exploring or testing clearly stated hypotheses. The journal publishes concise papers that merit urgent publication by virtue of their originality, general interest and their contribution to new developments in ecology. We discourage purely descriptive papers and those merely confirming or extending results of previous work. Articles are published free of charge unless the author elects to publish their paper as open access via the OnlineOpen service.

## Artigo II

### DINÂMICA DA SERAPILHEIRA EM FLORESTA DECÍDUA SOBRE AFLORAMENTO CÁRSTICO

Cleide Brachtvogel<sup>1</sup>, Zefa Valdivina Pereira<sup>2</sup>, Shaline Séfara Lopes Fernandes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bióloga, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Biologia Geral, Universidade Federal da Grande Dourados –UFGD, Dourados (MS). cleidebrachtvogel@gmail.com; <sup>2</sup>Bióloga, Dra., Professora da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados –UFGD, Dourados (MS). zefapereira@ufgd.edu.br; <sup>3</sup>Agrônoma, Dra., em Recursos Naturais ( PGRN ) Dourados (MS). shaline\_sefara@hotmail.com

**Resumo:** Esta pesquisa teve por objetivo caracterizar a dinâmica da serapilheira e suas relações com o solo em topossequência identificando quais fatores ambientais são as principais influências neste processo. Foram utilizados 15 coletores (1 m<sup>2</sup>) em cada cota altimétrica (base, encosta e topo). Cada coletor foi utilizado para estimar a produtividade mensal e anual de serapilheira. Realizamos a correlação linear simples de Pearson (r). Foram realizadas duas coletas de serapilheira acumulada, com o auxílio de gabarito quadrangular vazado (1 m<sup>2</sup>). Folhas senescentes foram coletadas e acondicionadas em (litterbags), distribuídos na superfície do piso florestal de cada cota. Estatisticamente, a dinâmica da serapilheira foi representada pela análise dos componentes principais (PCA). Avaliamos a perda da biomassa seca e estimamos o percentual de massa remanescente, taxas de decomposição (k) e o tempo de meia-vida (t ½). A estimativa de produção total de serapilheira foi 31.509,28 t/ha-1. Já para o acúmulo foi 12.091 t/ha-1 (estação chuvosa) e para a estação seca 12.980 t/ha-1. A constante de decomposição (k) no período de 180 dias foi maior na base (51,92%), conseqüentemente o tempo de meia vida foi maior no topo (253,27 dias). Corroborando com a hipótese, inferimos que o gradiente topográfico influencia na dinâmica da serapilheira.

**Palavras chave:** Gradiente topográfico, heterogeneidade, ciclagem de nutrientes

**Abstract:** This research aimed to characterize the dynamics of litter and its relations with the soil in toposequence identifying which environmental factors are the main influences in this process. 15 collectors (1 m<sup>2</sup>) were used in each elevation level (base, slope and top). Each collector was used to estimate the monthly and annual litter productivity. We performed Pearson's simple linear correlation (r). Two collections of accumulated litter were made with the aid of a hollow square template (1 m<sup>2</sup>). Senescent leaves were collected and packed in (litterbags), distributed on the forest floor surface of each level. Statistically, the litter dynamics was represented by the analysis of the main components (PCA). We evaluated the loss of dry biomass and estimated the percentage of remaining mass, decomposition rates (k) and the half-life (t<sub>1/2</sub>). The total litter production estimate was 31,509.28 t / ha-1. For the accumulation it was 12,091 t / ha-1 (rainy season) and for the dry season 12,980 t / ha-1. The decomposition constant (k) in the period of 180 days was greater at the base (51.92%), consequently the half-life was greater at the top (253.27 days). Corroborating the hypothesis, we infer that the topographic gradient influences the dynamics of the litter.

**Key words:** Topographic gradient, heterogeneity, nutrient cycling

## INTRODUÇÃO

Sendo o principal elo entre a vegetação e o solo, a serapilheira é essencial para a ciclagem de nutrientes, gera condições microclimáticas que favorecem habitats para decompositores (FLORESTAL et al., 2013; HANDA et al., 2014; SILVA et al., 2018) e mantém estoques de carbono e fluxos de nutrientes que sustentam a fertilidade do solo (ARYAL et al., 2015; LU & LIU, 2012). A serapilheira quando depositada sobre o solo exerce inúmeras funções no equilíbrio e dinâmica dos ecossistemas, compreendendo a camada mais superficial do solo em ambientes florestais (COSTA et al., 2010). O conhecimento sobre a dinâmica de produção, acúmulo e decomposição da serapilheira contribui para o entendimento das propriedades ecológicas e dos fatores limitantes no estabelecimento e desenvolvimento de ecossistemas florestais (FERREIRA et al., 2014; GODINHO et al., 2013; NUNES & PINTO, 2012). Porém existe lacunas sobre os processos ecológicos que regem as comunidades de Floresta Estacional Decidual (FED) (CAMPO & MERINO, 2016; CECCON et al., 2006), especialmente em ecossistemas cársticos, um mosaico de estruturas horizontais da comunidade, alta biodiversidade e extensa heterogeneidade de habitats (SONG et al., 2015). Nesta geologia única e ecossistema altamente heterogêneo, a maioria dos fatores abióticos (por exemplo, disponibilidade de água no solo, profundidade do solo, cobertura do solo e nutrientes do solo) mostra tendências significativas ao longo dos gradientes topográficos (GUO et al., 2017a; GUO et al., 2017c).

A topografia tem grandes impactos nas propriedades físico-químicas do solo, ciclos biogeoquímicos e microclima (BOMFIM et al., 2019; CHADWICK & ASNER, 2016; JUCKER et al., 2018; WEINTRAUB et al., 2015) moldando a estrutura e função das comunidades vegetais e microbianas (JUCKER et al., 2018; POULOS & CAMP, 2010; STEWART et al., 2014). Como a inclinação controla o movimento da água e dos materiais em uma encosta, a posição topográfica afeta a distribuição espacial de um conjunto de propriedades do solo, incluindo carbono orgânico do solo (SOC), N disponível, Fe extraível, P disponível, Ca e Mg trocáveis, pH e estequiometria de C, N e P (SEIBERT et al., 2007; TSUI et al., 2004). Estudos realizados em florestas tropicais e boreais revelam que os processos de ciclagem N do solo, incluindo mineralização, nitrificação e desnitrificação do N, são afetados pela topografia (STEWART et al., 2014; WEINTRAUB et al., 2015). GUO et al., 2017a, verificaram que a elevação influencia o conteúdo de nutrientes do solo geralmente ao longo do gradiente do vale até o cume das florestas cársticas.

A decomposição da serapilheira é determinada por três fatores principais: clima, qualidade e organismos decompositores (BRADFORD et al., 2017; COÛTEAUX,

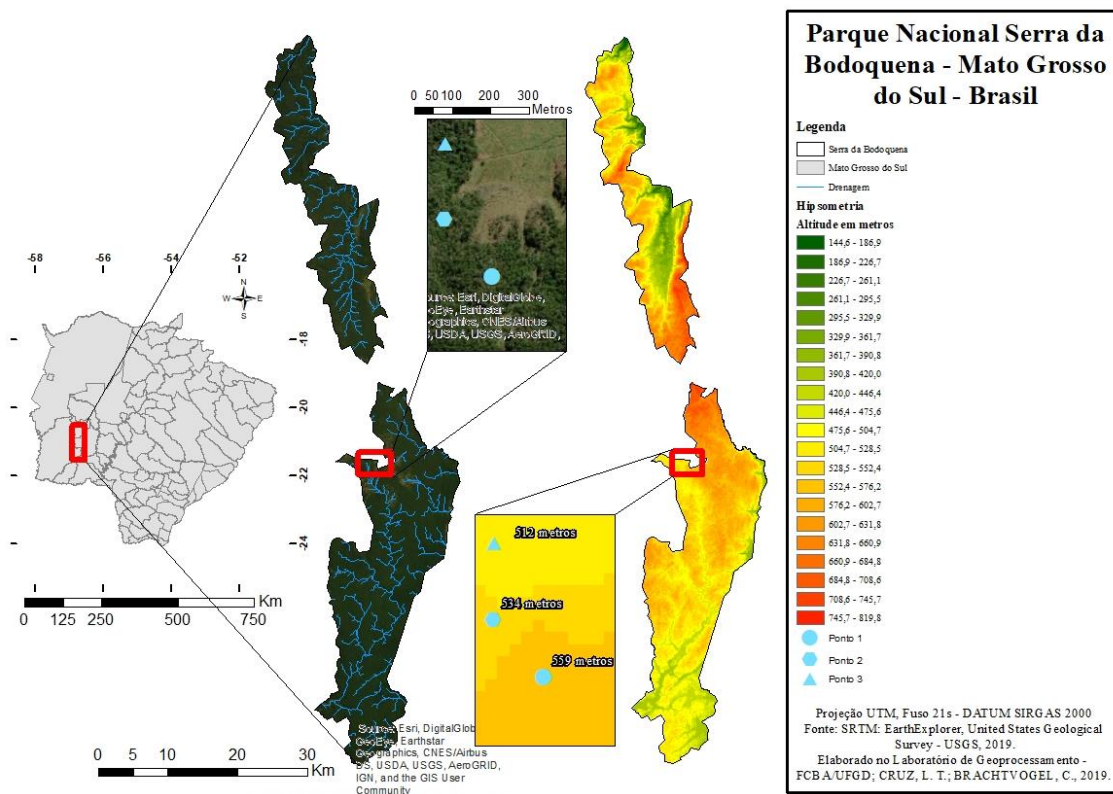
BOTTNER & BERG, 1995; GARCÍA-PALACIOS et al., 2016). A ciclagem de nutrientes é um processo natural, responsável por interações entre a vegetação florestal e o solo. Sua relação com os ciclos biogeoquímicos promove a manutenção e diversidade das florestas (COSTA et al., 2010), sendo responsável por fornecer nutrientes ao solo, colaborando na construção da fração orgânica do ambiente florestal (CEPÁROVÁ & FROUZ, 2015; SELLE, 2007; WANG et al., 2013). Em florestas tropicais esse ciclo sofre alterações mais intensas pela elevada diversidade de ambientes. Por essa razão, a ciclagem se comportará de maneira divergente de acordo com a formação florestal e os fatores abióticos (CUNHA et al., 2013).

Na Serra da Bodoquena encontra-se um dos últimos e maiores remanescentes de FED de grande extensão do país, com qualidade preservada (POTT & POTT, 2003; SALZO & MATOS, 2013). O Parque Nacional da Serra da Bodoquena situa-se em área de prioridade extremamente alta no Mapa das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira (Ministério do Meio Ambiente, 2002 e 2007) e é também zona núcleo das Reservas da Biosfera do Pantanal e da Mata Atlântica, atuando como importante elo entre os biomas Mata Atlântica, Cerrado e Pantanal. Caracterizando-se pela elevada biodiversidade, sendo classificado como Área de Tensão Ecológica pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2004).

Tendo em vista a importância da serapilheira para a manutenção dos ecossistemas, este trabalho tem por objetivo caracterizar a dinâmica da serapilheira e suas relações com o solo em topossequência identificando quais fatores ambientais são as principais influências neste processo. Para isso testamos a hipótese: A dinâmica de produção, acúmulo e decomposição da serapilheira são influenciadas pelo gradiente topográfico no PARNA da Serra da Bodoquena, bem como os teores nutricionais foliares e do solo são induzidos pelo gradiente topográfico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

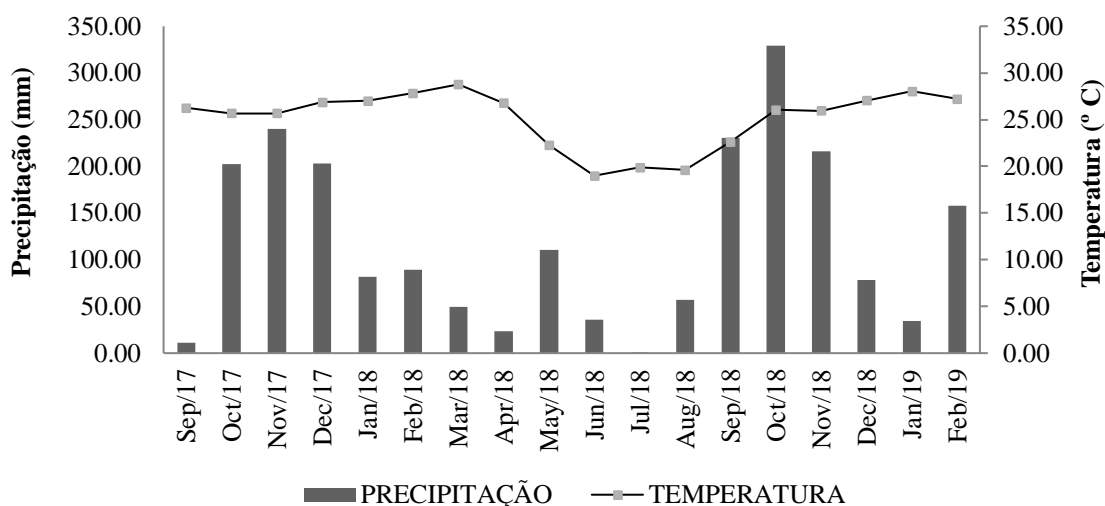
O estudo foi realizado na porção sul do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, sob autorização número 56258-3 (ICMBIO) em uma topossequência no fragmento de Floresta Estacional Decidual, definida por três cotas altimétricas (512, 534, 559 m) (Fig.1).



**Figura 1.** Localização da área de estudo, Parque Nacional Serra da Bodoquena, MS

O clima da região é tropical úmido, com temperatura média de 22° (FILHO & KARMMAN, 2007), sendo a sazonalidade determinada por massas tropicais e polares, com predomínio da Massa de Ar Polar Atlântica sobre a Massa de Ar Tropical Continental (MARIANI, 2004). Na classificação de Köppen, o clima dessa região é do tipo Aw. (IBGE, 2005; SOUZA et al., 2004). Com relação à média mensal anual de precipitação, registra-se cerca de 1.400 mm, variando entre 800 a 1.600 mm. No Mato Grosso do Sul, a época chuvosa varia de outubro a maio e a estação seca varia de junho e setembro (CEMTEC, 2020) Durante o estudo a precipitação variou de 0,2mm em julho de 2018 a 329 mm em outubro 2018. E a temperatura mínima foi de 19° C em junho 2018 e a máxima foi 28.8° C em março 2018 (INMET, Estação: Jardim-A758;2017, 2018, 2019). (Fig. 2).





**Figura 2.** Dados meteorológicos (precipitação e temperatura) entre setembro de 2017 a fevereiro 2019. Fonte: Inmet/Semagro/Agraer/Cemtec-MS

**Aporte mensal de serapilheira** - Para o estudo, foram instalados 15 coletores de forma aleatória suspensos a um metro do solo (1x1 m; malha fina menor que 1mm) em cada cota altimétrica, totalizando 45. As amostras foram coletadas a cada 30 dias, durante 18 meses. Os materiais depositados nos coletores foram recolhidos e levados para a triagem no LABRA (Laboratório de Restauração Ambiental). Em laboratório, as amostras de serapilheira foram separadas em cinco grupos: folha, ramos, casca, material reprodutivo (flores e frutos) e miscelânea, secas em estufa a 65° C, por 24 horas e quantificadas a massa seca em balança de precisão.

Cada coletor foi utilizado para estimar a produtividade mensal de serapilheira na FED. Uma vez quantificados, os valores dos estoques das frações, em gramas (g) pela área do gabarito utilizado nas coletas (g/área do gabarito), foram convertidos em quilogramas por hectare (kg/ha<sup>-1</sup>), onde a produção de serapilheira (PAS), mensal e anual, foi estimada usando a expressão matemática segundo Lopes et al. (2002):  $PAS = (PS \times 10.000)/Ac$ , em que: PAS = produção média anual de serapilheira (kg ha<sup>-1</sup> ano); PS = produção média mensal de serapilheira (kg ha<sup>-1</sup> mês); e Ac = área do coletor (m<sup>2</sup>) obtendo então a estimativa da produção de serapilheira em kg/ha.

Para investigar a possível correlação entre produtividade de serapilheira com fatores climáticos, foram utilizados dados meteorológicos mensais incluindo temperatura média e

precipitação. Os dados meteorológicos utilizados no estudo são provenientes da estação meteorológica do município de Jardim – MS (INMET).

**Serapilheira acumulada** – Foram realizadas duas coletas de serapilheira acumulada (estação seca e chuvosa), com o auxílio de um gabarito de formato quadrangular vazado 1 m<sup>2</sup> (100 x 100 cm) colocado na superfície do solo, e todo o material orgânico presente em seu interior foi coletado e armazenado em sacos de papel. Os sacos de papel com a serapilheira coletada foram conduzidos ao LABRA e inseridos em estufa de circulação fechada e renovação de ar a 65 °C, até alcançar massa seca constante. Posteriormente, o material foi pesado para obtenção da massa seca da serapilheira. Em cada cota altimétrica, foram realizadas 10 coletas, de forma aleatória, em seu interior. O valor médio da massa seca de serapilheira foi empregado para avaliar a dinâmica de acúmulo total de serapilheira remanescente no solo (SPERANDIO et al., 2012).

**Decomposição** - O material da serapilheira acumulada (primeira coleta) foi seco em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas e em seguida foi realizada a pesagem de 10 gramas para inserir em cada bolsa de *litterbag*. O *litterbag* utilizado é constituído de material de polivinil, para resistir às condições ambientais em campo e possui dimensão de 20x20cm, com malha de 5mm de espessura. Essas dimensões permitem a entrada de pequenos organismos da fauna do solo, como cupins, besouros e artrópodes, assim como microrganismos (bactérias, fungos, nematoides e protozoários) (PINTO et al., 2016).

Para cada área foram utilizados 90 *litterbags*, que foram etiquetados e distribuídos aleatoriamente na superfície do piso florestal. Aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias foram retirados 5 repetições por cota altimétrica, para avaliar a taxa de decomposição pela análise de perda de massa ao longo do tempo. O tempo de avaliação da decomposição foi definido com base nos intervalos utilizados por diversos autores, que variaram de 120 a 180 dias (SANCHES et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2012; SILVA et al., 2014; FERREIRA et al., 2014; PINTO et al., 2016).

Após a coleta, os *litterbags* foram encaminhados para o laboratório e com o auxílio de um pincel fino, excessos de solos aderidos na serapilheira advindos do ambiente externo, e de organismos presos às folhas foram retirados. A serapilheira foi seca em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C por 72 horas. A sua massa foliar remanescente foi pesada em balança semi-analítica de precisão e a taxa de decomposição da serapilheira foi quantificada acordo com Olson (1963). O tempo de meia-vida ( $t_{1/2}$ ), que corresponde ao tempo necessário para

que ocorra a transformação de metade da quantidade inicial do folheto foi calculado segundo Rezende et al. (1997).

**Análise química da serapilheira acumulada** - As amostras de serapilheira foram secas em estufa de circulação forçada de ar, trituradas em moinho Willey e encaminhadas ao Laboratório de Fertilidade de Solo – UFGD, seguindo a metodologia determinada pela EMBRAPA (1997).

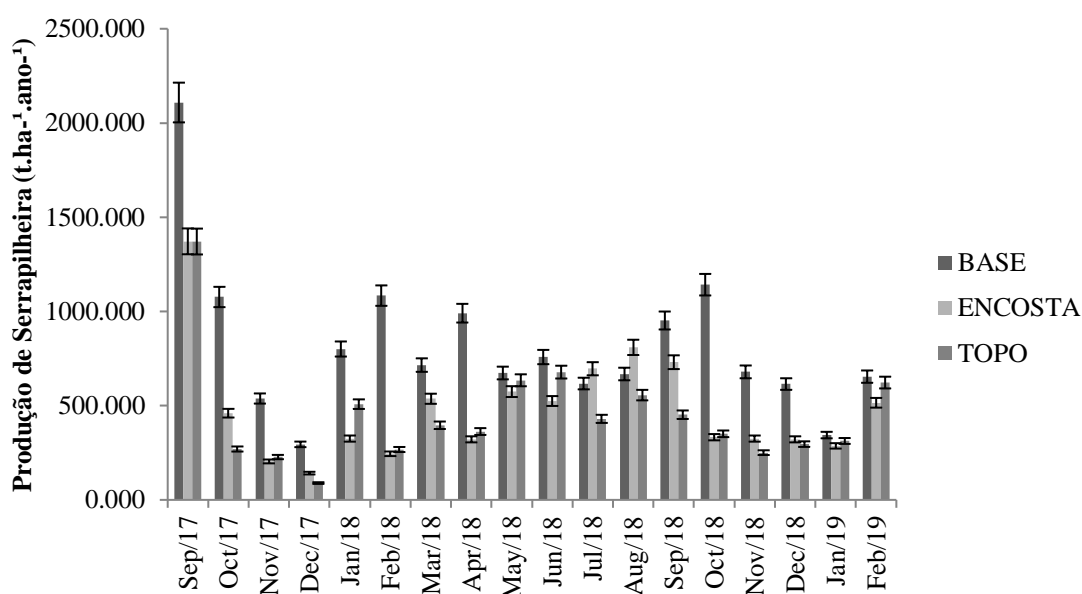
**Análise química do solo** – Foram coletadas quatro amostras de solo em cada cota altimétrica na profundidade de 0 a 20 cm, com auxílio de trado. Posteriormente as amostras foram enviadas ao AP AgroSciences - Laboratório de Análises (Maracaju – MS). As amostras coletadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2,0 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar – TFSA. Na caracterização química do solo foram determinados o pH em água (relação 1:2,5); Acidez Potencial ( $H^{++}Al^{3+}$ ) extraída com solução de acetato de cálcio  $Ca(OAc) 2$  0,5 mol L<sup>-1</sup> ajustada a pH 7,0 e determinada por titulação com NaOH (0,025 mol L<sup>-1</sup>); K e Na trocáveis: extrator Mehlich-1 e determinação por espectrofotometria de chama; P disponível: extrator Mehlich-1 e determinação por colorimetria;  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $Al^{3+}$  extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e determinação por titulometria ( $Al^{3+}$ ) alcalina (NaOH, 0,025 mol L<sup>-1</sup>) e espectrometria de absorção atômica ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) conforme descrito em Embrapa (2011).

**Análise estatística**- Foi realizado a análise de componentes principais (PCA), com auxílio do ambiente computacional R (2017) versão 3.3.1 utilizando os pacotes “factoextra” descrito por Kassambara & Mundt, 2016 e “corrplot” descrito por Wei & Simko, 2016.

## RESULTADOS

### Aporte de serapilheira

A maior estimativa de produção de serapilheira foi na base que alcançou 14.711,28 t/ha<sup>-1</sup> sendo constituída em sua maioria, por folhas (63%). O menor resultado foi obtido no topo com serapilheira total de 8.074,95 t/ha<sup>-1</sup> destes 74 % eram folhas. Na encosta a serapilheira total encontrada foi de 8.722,6 t/ha<sup>-1</sup>, com 76 % de folhas. A produção total de serapilheira teve significativa contribuição da fração foliar (21.832,47 t/ha<sup>-1</sup>), representando 69% da quantidade de serapilheira produzida no período de estudo, seguida pela fração ramos (4.687,17 t/ha<sup>-1</sup>), evidenciando a importância da fração folhas para a serapilheira (Fig. 3) e (Tab. 1).



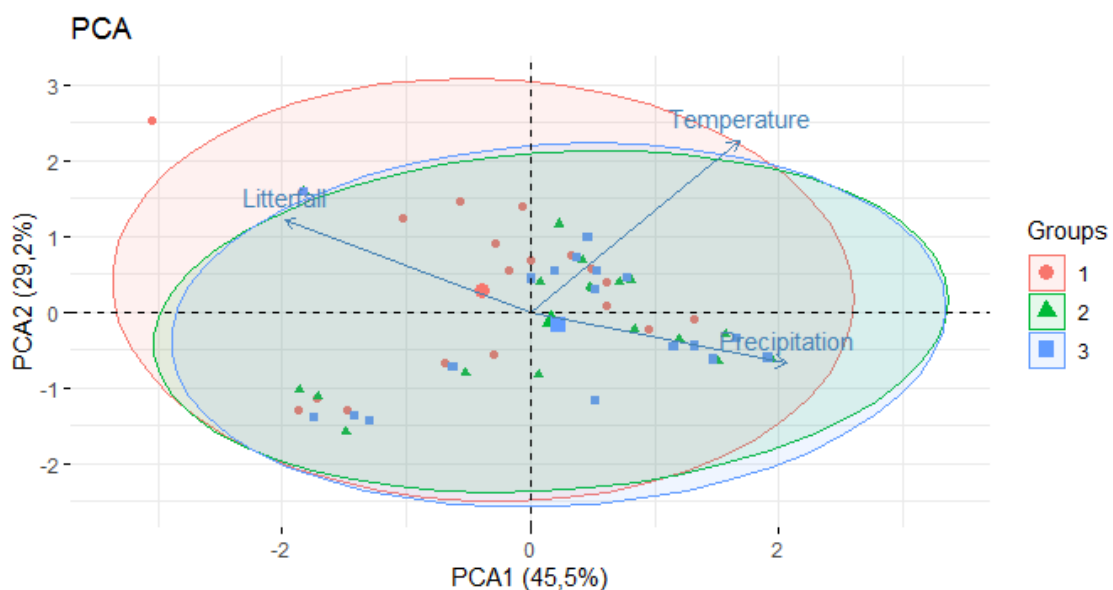
**FIGURA 3.** Variação mensal na deposição de serapilheira (t/ha<sup>-1</sup>), na toposequência do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, MS

**TABELA 1.** Estimativa de produção de serapilheira (t/ha<sup>-1</sup>) e dos componentes do material formador da serapilheira (folhas, ramos, material reprodutivo, casca e miscelânea) no período de setembro/2017 a fevereiro/2019 na toposequência do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, MS.

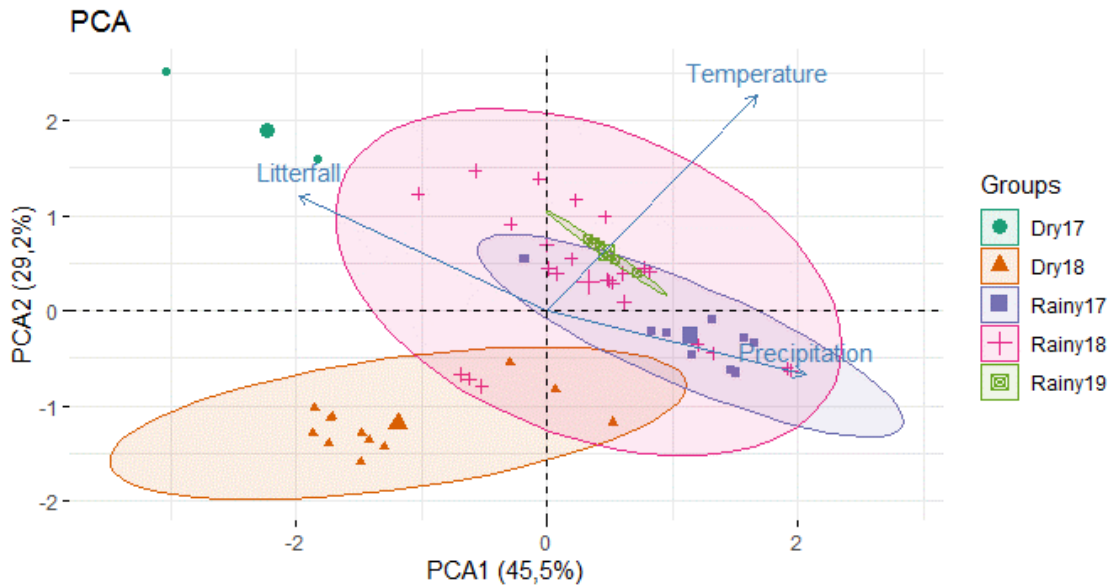
	Folhas	Ramos	Material reprodutivo	Casca	Miscelânea
<b>Base</b>	9.211,25	2.276,63	346,64	271,942	2.609,28
<b>Encosta</b>	6.676,62	1.181,94	71,32	21,3	774,61
<b>Topo</b>	5.944,6	1.228,6	36,65	137,27	728,62
<b>Total</b>	21.832,5	4.687,17	454,61	430,512	4.112,51

O mês de setembro (2017) apresentou a mais alta deposição de serapilheira (2.108, 660 t/ha<sup>-1</sup>). Em janeiro (2019), houve uma baixa na produção de serapilheira (344 t/ha<sup>-1</sup>) (Fig. 3). Na encosta os meses de setembro (2017) e agosto (2018) apresentaram a mais alta deposição de serapilheira e dezembro (2017) foi a mais baixa (142 t/ha<sup>-1</sup>), os meses subsequentes apresentaram variações na taxa de produção de serapilheira. Resultados semelhantes foram encontrados no topo, alta taxa de produção de serapilheira obtida em setembro (2017) (1.371 t/ha<sup>-1</sup>), uma diminuição em dezembro (89,33 t/ha<sup>-1</sup>), e nos demais meses, houve variações na deposição de serapilheira.

A dinâmica da serapilheira foi representada pela análise dos componentes principais (PCA) sendo 74,77% da variabilidade total dos dados explicado pela PCA, na qual a primeira componente explica 45,54% e a segunda explica 29,22% (Fig. 4a; 4b). A figura 4a, demonstra a distribuição da serapilheira nos grupos (grupo 1: base, grupo 2: encosta e grupo 3: topo). Na figura 4b, observa-se dinâmica da serapilheira em relação à sazonalidade climática. As áreas e as estações explicaram a dinâmica da serapilheira (Pillai: Área = 0.40123; gl 1 e 46; p 2.703e-05. Estação = 1.61578; gl 4 e 144; p < 2.2e-16, evidenciando características distintas entre as áreas.



**FIGURA 4a.** Análise de Componentes Principais (PCA) da serapilheira e dados ambientais na toposequência do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, MS

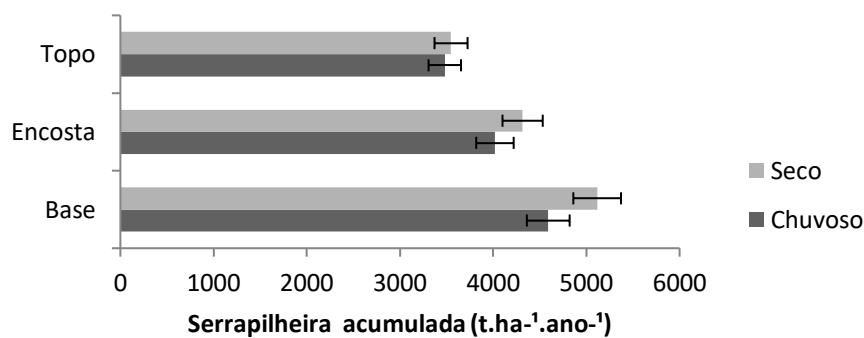


**FIGURA 4b.** Análise de Componentes Principais

(PCA) da serapilheira de acordo com as estações do ano na topossequência do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, MS

### Serapilheira acumulada

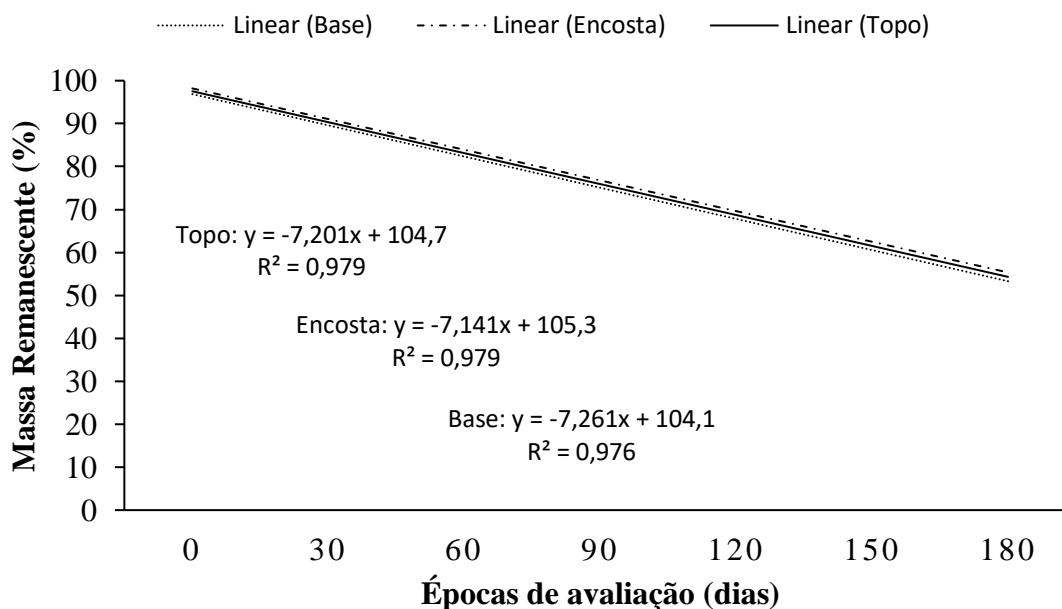
A serapilheira acumulada variou entre as cotas altimétricas de acordo com a sazonalidade climática das Florestas Estacionais de 5.136 t/ha<sup>-1</sup> na base durante a estação seca a 3.483 t/ha<sup>-1</sup> no topo durante a estação chuvosa. Com relação às estações do ano, foram identificadas diferenças no acúmulo de serapilheira, as quais variaram de 4.591 t/ha<sup>-1</sup> na base durante o verão a 5.136 t/ha<sup>-1</sup> (Fig.5). Tanto na estação chuvosa quanto na seca, não houve diferença significativa no acúmulo de serapilheira entre as cotas altimétricas (p= 0,10 e p= 0,13), respectivamente.



**FIGURA 5.** Variação sazonal da serapilheira acumulada (t/ha<sup>-1</sup>), na topossequência do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, MS

## Decomposição

Na Figura 6, observam-se as curvas que representam o padrão de decomposição da serapilheira nas cotas altimétricas ao longo do tempo. Verifica-se que a serapilheira do topo foi a que apresentou a menor taxa de decomposição e a base a maior, ao longo dos 180 dias de observação.



**FIGURA 6.** Massa foliar remanescente da serapilheira em topossequência no Parque Nacional da Serra da Bodoquena, MS durante o período de 180 dias. 2017-2018.

Destaca-se uma rápida decomposição inicial na base, sendo verificado que aos 30 dias houve uma queda de 14,48% na massa remanescente, aos 180 dias, o resultado foi de 48,8% de perda do total inicial. A encosta obteve um percentual de perda da massa remanescente 12,86% aos 30 dias e aos 180 dias, 45,8%. O topo foi a área que apresentou velocidade de decomposição mais baixa, com perda de massa inicial 12,36% e final 39,28% (Fig. 5).

Para as três áreas da topossequência a perda da biomassa foliar foi mais acelerada inicialmente, aos 30 dias, não havendo diferenças significativas entre as áreas ( $p = 0,97$ ). A área com maior percentual de massa remanescente foliar ao final dos 180 dias foi a base, acredita-se que este resultado se deu devido as condições edáficas.

A constante de decomposição ( $K$ ) e o tempo de meia-vida ( $t_{1/2}$ ) da serapilheira são apresentadas na Tabela 2. Verifica-se menor constante  $K$  para base (0,0036), seguida da encosta (0,0034) e topo (0,0028). O maior tempo de meia-vida obtido foi para o topo (253,27 dias), seguido da encosta (204,04 dias) e base (190,86 dias). Cabe ressaltar que a taxa de decomposição foi baseada, exclusivamente, na decomposição da fração folhas.

**TABELA 2.** Constante de decomposição (*k*) e tempo de meia-vida (*t* ½) ao fim de 180 dias, em topossequência de Floresta Estacional Decidual do Mato Grosso do Sul. 2017-2018.

Floresta Estacional Decidual	Constante de decomposição ( <i>k</i> )	Tempo de meia vida ( <i>t</i> ½)
	(g g <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	(dias)
Base	0,0036	190,86
Encosta	0,0034	204,04
Topo	0,0028	253,27

#### Atributos químicos do solo e da serapilheira

De acordo com os resultados da análise química do solo apresentado na tabela 4, as três áreas da topossequência apresentaram valores de pH, Fósforo muito baixo, Potássio, Cálcio, Magnésio, muito alto e não foram registrados teores de Alumínio nas amostras.

**TABELA 4.** Atributos químicos do solo (0-20 cm de profundidade) na topossequência no Parque Nacional da Serra da Bodoquena, MS.

Solo	pH		C.0 g/dm-3	P g/kg	K g/kg	Ca g/ kg	Mg g/kg	AL g/kg
	H2O	CaCl2						
<b>Base</b>	7,95	7,55	33,5	0,00282	17	1905	85	0
<b>Encosta</b>	7,67	7,25	38,5	0,01175	28	2852,5	190	0
<b>Topo</b>	7,35	6,9	32	0,01675	32	3210	195	0

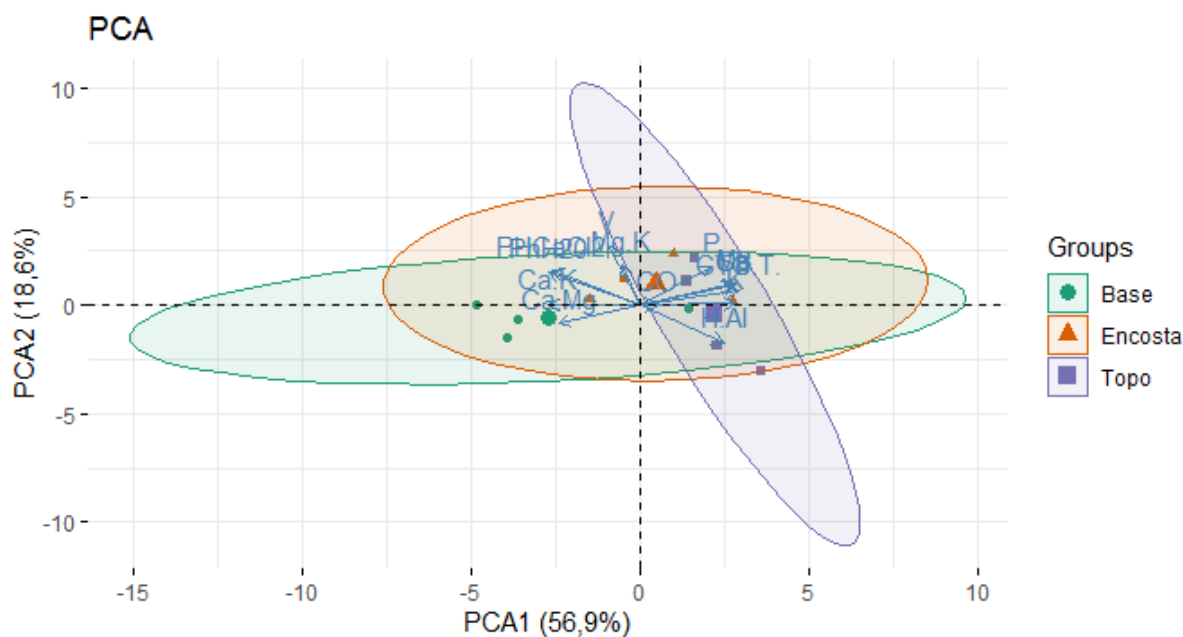
Os valores da análise química da serapilheira são apresentados na tabela 5. Não encontramos correlação significativa entre as cotas altimétricas ( $p=0,91$ ).



**TABELA 5.** Atributos químicos da serapilheira acumulada na topossequência no Parque Nacional da Serra da Bodoquena, MS.

Serapilheira	P	K	Ca	Mg	Cu	N	Mn	Fe	Zn
	g/kg	g/kg	g/ kg	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
<b>Base</b>	2,25	9,5	707,70	1,74	12,84	2	103,74	1200,44	68,6
<b>Encosta</b>	1,99	7	816,80	2,47	8,35	2,1	146,23	1836,25	66,21
<b>Topo</b>	3,065	5,5	868,30	2,04	8,905	1,65	240,41	947,33	60,15

A variação na distribuição dos nutrientes do solo foi representada pela Análise dos Componentes Principais (PCA), a componente principal 1 explica 56,88% da variabilidade dos dados e a componente principal 2: 18,57 %, totalizando 75,45% da variabilidade total (Fig. 7).



**FIGURA 7.** Análise de Componentes Principais (PCA) dos nutrientes do solo e das áreas na topossequência do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, MS

## DISCUSSÃO

### Aporte de serapilheira

A Base foi a área que apresentou os maiores resultados tanto para o aporte de serapilheira quanto para o acúmulo, isso provavelmente está relacionado a fitofisionomia desta área e as condições do solo, que visualmente observado apresenta diferenças em relação as demais áreas), assim como os estudos de Banin et al., 2014 e Dent et al., 2006. Nas florestas tropicais, as taxas de queda de serapilheira tendem a diminuir com o aumento da altitude (GIRARDIN et al., 2010; PROCTOR, 1983). Os resultados obtidos neste trabalho mostram que a fração foliar da serapilheira foi maior em todas as cotas altimétricas, somados 63%, seguida da fração miscelânea (18%) da serapilheira total, assim como em outros estudos realizados em Floresta Atlântica (BIANCHIN et al., 2016; CALVI et al., 2009; DICKOW et al., 2012; ESPIG et al., 2009; PIRES et al., 2006; PROTIL et al., 2009; SLOBODA et al., 2017; WOICIECHOWSKI, 2015).

A partir dos resultados gerados pela PCA foram evidenciadas importantes informações acerca da correlação entre serapilheira e variáveis ambientais, atestando diferenças significativas em função do período sazonal e dos sítios amostrais, sustentando a hipótese de que o gradiente topográfico influencia a deposição de serapilheira. O maior aporte de serapilheira foi registrado entre o final da época seca e início da chuvosa, sendo este o período de retomada do crescimento vegetal, onde as árvores renovam suas copas, depositando altas quantidades de folhas no solo (CALDEIRA et al., 2013). A deposição de serapilheira teve dois picos de deposição mais expressivos, nos meses de setembro e outubro. Esse pico de deposição também foi verificado por Bianchin et al. (2016). A maior deposição de serapilheira ocorreu no mês de setembro devido à queda de folhas de espécies caducifólias, corroborando com os estudos de Kleinpaul et al. (2013).

A deposição total de serapilheira encontrada no presente estudo (31.508,83 t.ha<sup>-1</sup> foi superior ao observado por outros autores, em Floresta Estacional Decidual (ARATO et al., 2003; BRUN et al., 2001; CUNHA et al., 1993; CUNHA, 1997; GODINHO et al., 2013; KÖNIG et al., 2002; MARTINEZ-YRIZAR, 1996; VITOUSEK, 1984). Este resultado pode estar associado a uma menor taxa de decomposição (NUNES & PINTO, 2012) ou a uma predominância de espécies pioneiras capazes de promover grande aporte de fitomassa (BROWN LUGO, 1990; GASCON et al., 2000; SOARES FILHO, 2012).

A produção de serapilheira em floresta sazonalmente seca é influenciada de acordo com a variação da composição florística do fragmento florestal (ALMEIDA et al., 2015; LONGHI et al., 2011) e por fatores como microclima e atributos do solo (DICKOW et al.,

2012). Pinto et al., (2008), Godinho et al., (2013) e Delarmelina (2015) também observaram a sazonalidade de deposição, com maiores quantidades de serapilheira depositada no período com maior déficit hídrico, indicando ser este um dos principais fatores que determina a produção de serapilheira em FED.

### **Serapilheira acumulada**

A quantidade de serapilheira depositada sobre o solo na FED ( $25.071 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) foi superior a  $19,93 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , encontrado por (VIEIRA et al., 2010). Outros estudos realizados em diferentes fragmentos de Floresta Estacional no estado do Rio Grande do Sul demonstram valores inferiores de serapilheira depositada à deste trabalho, como o de Cunha (1997)  $6,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Brun et al. (2001)  $7,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

A serapilheira acumulada variou entre as áreas de acordo com as estações do ano, de  $4.591 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  na base, durante a estação chuvosa a  $5.116 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  na estação seca. Esses valores são próximos aos valores obtidos em outros estudos desenvolvidos em Floresta Atlântica (BORÉM & RAMOS, 2002; CALDEIRA et al., 2008; CORREIA et al., 2016; SILVEIRA, 2015; WOICIECHOWSKI, 2015). Tanto no período seco quanto no chuvoso, a base foi a detentora da maioria da serapilheira, constituída em sua maioria pela fração foliar, corroborando com (BIANCHIN et al., 2016; DICKOW et al., 2012; SLOBODA et al., 2017; WOICIECHOWSKI, 2015).

### **Decomposição**

Os resultados do percentual da massa foliar remanescente apontam de modo geral uma tendência decrescente na velocidade de decomposição, não diferindo significativamente entre as áreas, porém, nossos resultados corroboram com a hipótese de que o gradiente topográfico influencia na velocidade de decomposição. As folhas são frequentemente relatadas como o principal componente da serapilheira aportada e por essa razão se destacam quanto a importância no processo de decomposição (HOLANDA et al., 2017; LIMA et al., 2015; SOUZA et al., 2016). Representam até cerca da metade da produtividade primária líquida acima do solo nas florestas tropicais, e desempenha um papel importante na determinação do ciclo biogeoquímico nos ecossistemas, mas essa proporção varia com o clima e a sazonalidade (ARYAL et al., 2015; CHAVE et al., 2010; CHEN e CHEN, 2018; MALHI et al., 2011; MALHI, 2012; ZHANG et al., 2014), tipo de floresta e composição de espécies (HANDA et al., 2014; RENTERÍA & JARAMILLO, 2011), determinando a heterogeneidade

e a taxa de decomposição da serapilheira (DESCHEEMAEK et al., 2006; MATA et al., 2011; SAURAMAS et al., 2012; VANDERBILT et al., 2008).

Em nossa pesquisa, verificamos que o tempo de meia vida foi menor na base (190,86 dias), isto se deve ao fato de que as formas do relevo influenciam a composição florística local em termos das condições (micro) ambientais dada pelos fatores climáticos vinculados à altitude, assim como pelo condicionamento aos fluxos hídricos conformando um gradiente de disponibilidade de umidade no solo (HIGUCHI et al., 2012). Outros pesquisadores também observaram maior velocidade de decomposição da serapilheira em fundos de vale, como por exemplo Borém & Ramos (2002) e Clevelário Júnior (1996), relacionando este fato às maiores concentrações de umidade no fundo de vale, condicionadas pela topografia.

Encontramos valores de  $k$  (constante de decomposição) 0,0036 na base, seguido de 0,0034 e 0,0028 para encosta e topo, respectivamente. Em geral, maiores valores de  $k$  representam menor tempo para que a serapilheira acumulada sobre o solo se renove e conseqüentemente, efetuando a ciclagem de nutrientes no ecossistema (ARATO et al., 2003; SCHUMACHER et al., 2013). A decomposição da serapilheira resulta na incorporação de C orgânico no solo e na ciclagem de nutrientes das plantas, que fornecem recursos prontamente disponíveis para o crescimento das plantas (AUSTIN & VIVANCO, 2006; CHENG et al., 2010). Assim sendo é possível inferir que, dentre as cotas altimétricas, a base seria a mais eficiente na ciclagem de nutrientes, uma vez que a decomposição da serapilheira foliar dessa área ocorre de forma mais acelerada, o que pode implicar em uma mais rápida liberação de nutrientes para o solo e posterior absorção pela vegetação. A maior velocidade de decomposição observada para a base provavelmente se deve ao fato desta área apresentar maior umidade a qual afeta diretamente a comunidade decompositora como sugerido por SWIFT et al., (1979)

### **Nutrientes do solo**

Os nutrientes do solo deste estudo apresentam heterogeneidade espacial, confirmando a hipótese de que a ciclagem de nutrientes é influenciada pelo gradiente topográfico. A faixa de pH foi de 7,65, superior a faixa de 2,4 em floresta seca tropical nas Índias Ocidentais (GONZALEZ & ZAK, 1994). Os maiores valores de pH possivelmente estão associados a calcificação pela ascendência de material carbonatado, pois nesse ambiente ocorre uma maior quantidade de afloramentos rochosos cuja litologia associada aos carbonatos de cálcio contribui para que sejam disponibilizados ao solo durante o processo de intemperismo da rocha maiores quantidades de calcário (SANTOS et al., 2013)

As parcelas localizadas na base são relativamente mais férteis, associadas aos maiores teores de bases trocáveis (Ca, Mg, K), teor de areia e maior pH. Em contrapartida, as parcelas do topo estão associadas a solo mais ácido, mais pobre em bases, com baixo pH e maior teor de argila, enquanto as parcelas da encosta apresentam condição intermediária entre o topo e a base. Resultados semelhantes foram encontrados por Martins et al. (2003) que identificaram alterações nas propriedades físicas e químicas do solo ao longo de gradiente topográfico num fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa – MG.

Fósforo apresentou-se no solo em quantidades distintas entre as áreas, apresentando teores muito baixos de P disponível no solo, de fato a maioria dos solos tropicais são naturalmente muito pobres nesse nutriente (FURTINI-NETO et al., 2001; GATIBONI, 2003), embora Schaefer et al., (2012) afirmem que as Matas Secas apresentam quando em afloramentos calcários teores médios a altos de P disponível nas camadas superficiais do solo.

Os solos das parcelas da base apresentaram maior fertilidade natural, sendo estes atributos associados à ambiente de menor declividade. Enquanto os solos das parcelas de topo, associados à área de maior elevação apresentaram-se mais ácidos. Quanto menor o declive do terreno, maior é a fertilidade química e estabilidade do solo, em razão da menor vulnerabilidade à ação da água. De acordo com Fujii et al., (2011), os nutrientes do solo estão constantemente sendo lixiviados das encostas superiores e, em parte, interceptados em sua passagem pelas encostas mais baixas, por exemplo, pelas raízes e superfícies das argilas. Segundo o modelo conceitual proposto por Werner e Homeier (2015) que descrevem a origem e manutenção da heterogeneidade de habitats ao longo de gradientes topográficos em Florestas Tropicais, os processos de lixiviação de nutrientes e perdas de solo causam a perda de nutrientes das posições mais altas do relevo e ajudam a manter a alta concentração de nutrientes do solo nas posições mais baixas.

Os resultados sugerem a dinâmica natural do solo, na qual o conteúdo dos cátions nutrientes e a reatividade do complexo sortivo estão relacionados à variação topográfica, onde constante lixiviação de bases e processos de desagregação do solo torna-o susceptível a erosão. A composição química das rochas e o relevo afeta diretamente os estoques de nutrientes no solo (PULLA et al., 2016).

### **Concentração de macro e micronutrientes na serapilheira acumulada**

Os padrões para o teor estimado de nutrientes na massa de folhas secas diferiram entre as áreas. Calcio foi o nutriente que sobressaiu sobre os demais e teve uma expressiva magnitude no topo. Teores elevados de Ca na serapilheira, em relação a outros

macronutrientes, são frequentes em estudos realizados em Floresta Atlântica (BIANCHIN, 2013; BORÉM & RAMOS, 2002; CALDEIRA et al., 2008; DICKOW, 2010; ESPIG et al., 2009; PROTIL et al., 2009; SILVA et al., 2013; SILVEIRA, 2015; SLOBODA et al., 2017; VIERA et al., 2010; WOICIECHOWSKI, 2015), o que se deve em parte à sua baixa mobilidade interna na planta (RAIJ, 2011). Essas diferenças também podem ser devidas aos afloramentos rochosos calcários dessa floresta, que são desenvolvidos, formando blocos extensos e espessos ao longo da área (ROSSATTO et al., 2015). Nas florestas atlânticas, solos rasos são geralmente menos lixiviados e menos ácidos do que os solos bem desenvolvidos (GUILHERME et al., 2012), o que pode favorecer a retenção de nutrientes na camada superficial. Além disso, Rossatto et al., (2015) afirmam que os solos jovens são ricos em macronutrientes, particularmente Ca, Mg e P, mostrando maior saturação de base.

As concentrações de N na serapilheira acumulada apresentaram variabilidade entre as áreas. As condições eutróficas do solo com presença de afloramentos calcários contribuíram para uma concentração significativamente maior de N na encosta. Além disso, essas diferenças podem surgir do efeito da fertilidade no aumento da riqueza de espécies (GENTRY, 1988), o que aumenta a probabilidade de encontrar espécies fixadoras de nitrogênio (SILVA et al., 2013b).

Estudos manipulativos anteriores mostraram que a queda da serapilheira afeta os nutrientes do solo (LEFF et al., 2012; SAYER, 2006; SAYER & TANNER, 2010; SAYER et al., 2012), sendo a topografia a variável mais importante na distribuição espacial e na estrutura das florestas tropicais (RODRIGUES et al., 2007; WERNER & HOMEIER, 2015; WILCKE et al., 2008), modificando as condições de drenagem e propriedades dos solos, por exemplo, estrutura, porosidade, densidade do solo e teor de nutrientes (CAMPOS et al., 2012). Em consequência, podem-se criar condições limitantes de nutrientes capazes de afetar o crescimento das espécies vegetais e sua distribuição em diferentes escalas ao longo do tempo e espaço (CAMPOS et al., 2010; DUBUIS et al., 2013; FRANZEN et al., 2006; TOLEDO et al., 2009; TOWNSEND et al., 2008; WERNER & HOMEIER, 2015).

## **CONCLUSÃO**

Corroborando com a hipótese inicial, nossos resultados possibilitaram inferir que as características edafoclimáticas exercem forte influência na dinâmica da serapilheira. Essa interação reflete nas características das Florestas Deciduais, as quais são ecossistemas heterogêneos.

## REFERÊNCIAS

Almeida, E. J.; Luizão, F.; Rodrigues, D. J. Produção de serapilheira em florestas intactas e exploradas seletivamente no sul da Amazônia em função da área basal da vegetação e da densidade de plantas. *Acta Amazônica*, v. 45, n. 2, p. 157-166, 2015.

Arato, H. D.; Martins, S. V., Ferrari, S. H. S. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa - MG. *Revista Árvore*, v.27, n 5, p.715-721, 2003.

Aryal, D. R., De Jong, B. H., Ochoa-Gaona, S., Mendoza-Vega, J., & Esparza-Olguin, L. (2015). Successional and seasonal variation in litterfall and associated nutrient transfer in semi-evergreen tropical forests of SE Mexico. *Nutrient cycling in agroecosystems*, 103(1), 45-60.

Aryal, D. R., De Jong, B. H., Ochoa-Gaona, S., Mendoza-Vega, J., & Esparza-Olguin, L. (2015). Successional and seasonal variation in litterfall and associated nutrient transfer in semi-evergreen tropical forests of SE Mexico. *Nutrient cycling in agroecosystems*, 103(1), 45-60.

Austin AT, Vivanco L. 2006. Plant litter decomposition in a semi-arid ecosystem controlled by photodegradation. *Nature* 442: 555-558.

Banin, L., Lewis, S.L., Lopez-Gonzalez, G. et al. (2014) Tropical forest wood production: a cross-continental comparison (ed. N. Wurzburger). *Journal of Ecology*, 102, 1025–1037.

Bianchi, N., J. E. Aporte de fitomassa e nutrientes em florestas secundárias da Mata Atlântica no litoral do Paraná. Curitiba, 102 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

Bianchin, J. E. (2013). Aporte de fitomassa e nutrientes em florestas secundárias da Mata Atlântica no litoral do Paraná.

Bianchin, J. E.; Marques, R.; Britez, R. M.; Capretz, R. L. Deposição de fitomassa em formações secundárias na Floresta Atlântica do Paraná. *Floresta e Ambiente*, v.23, n.4, p.524-533, 2016.

Bomfim, B., Silva, L. C., Doane, T. A., & Horwath, W. R. (2019). Interactive effects of land-use change and topography on asymbiotic nitrogen fixation in the Brazilian Atlantic Forest. *Biogeochemistry*, 142(1), 137-153

Borém, R. A. T.; Ramos, D. P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de Mata Atlântica. *Cerne*, v.8, n.2, p.42-59, 2002

Bradford, M. A., Veen, G. C., Bonis, A., Bradford, E. M., Classen, A. T., Cornelissen, J. H. C., ... & Manrubia-Freixa, M. (2017). A test of the hierarchical model of litter decomposition. *Nature ecology & evolution*, 1(12), 1836.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Biodiversidade Brasileira. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Biodiversidade do Cerrado e Pantanal: áreas e ações prioritárias para conservação. Brasília: MMA, 2007. 540 p. (Série Biodiversidade, 17).

Brown, S., & Lugo, A. E. (1990). Tropical secondary forests. *Journal of tropical ecology*, 6(1), 1-32.

Brun, E. J., Schumacher, M. V., Spathelf, P. 2001. Relação entre a produção de serapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 9 (2), 227-285.

Caldeira, M. V. W., Vitorino, M. D., Schaadt, S. S., Moraes, E., & Balbinot, R. (2008). Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. *Semina: Ciências Agrárias*, 29(1), 53-68.

Caldeira, M. V. W.; Silva, R. D.; Kunz, S. H.; Zorzanelli, J. P. F.; Castro, K. C.; Godinho, T. O. Biomassa e nutrientes da serapilheira em diferentes coberturas florestais. *Comunicata Scientiae*. v.4, n.2, p. 111-119, 2013.

Caldeira, M. V. W.; Vitorino, M. D.; Schaadt, S. S.; Moraes, E.; Balbinot, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. *Semina: Ciências Agrárias*, v.29, n.1, p.53-68, 2008.

Calvi, G. P.; Pereira, M. G.; Espíndula Júnior, A. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes em áreas de Floresta Atlântica em Santa Maria de Jetibá, ES. *Ciência Florestal*, v.19, n.2, p.131-138, 2009.

Campo, J., & Merino, A. (2016). Variations in soil carbon sequestration and their determinants along a precipitation gradient in seasonally dry tropical forest ecosystems. *Global Change Biology*, 22(5), 1942-1956.

Campos, M. C. C. et al. Interferências dos pedoambientes nos atributos do solo em uma topossequência de transição Campos/Floresta. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 4, P. 527-535, 2010.

Campos, M. C. C. et al. Topossequência de solos na transição Campos Naturais-Floresta na região de Humaitá, Amazonas. *Acta Amazonica*, v. 42, p. 387-398, 2012. CAMPOS, M. C. C. et al. Topossequência de solos na transição Campos Naturais-Floresta na região de Humaitá, Amazonas. *Acta Amazonica*, v. 42, p. 387-398, 2012.

Ceccon, E., Huante, P., & Rincón, E. (2006). Abiotic factors influencing tropical dry forests regeneration. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49(2), 305-312.

CEMTEC. Banco de dados climatológicos. Disponível em: <http://www.cemtec.ms.gov.br/boletins-meteorologicos/>. Acesso em: 30 de março de 2020.



- Cepáková, Š., & Frouz, J. (2015). Changes in chemical composition of litter during decomposition: a review of published <sup>13</sup>C NMR spectra. *Journal of soil science and plant nutrition*, 15(3), 805-815.
- Chadwick, K. D., & Asner, G. P. (2016). Tropical soil nutrient distributions determined by biotic and hillslope processes. *Biogeochemistry*, 127(2-3), 273-289.
- Chave, J., Navarrete, D., Almeida, S., Alvarez, E., Aragao, L.E.O.C., Bonal, D., Chatelet, P., Silva-Espejo, J.E., Goret, J.Y., von Hildebrand, P., Jimenez, E., Patino, S., Penuela, M.C., Phillips, O.L., Stevenson, P., Malhi, Y., 2010. Regional and seasonal patterns of litterfall in tropical South America. *Biogeosciences* 7, 43–55.
- Chen, X., Chen, H.Y.H., 2018. Global effects of plant litter alterations on soil CO<sub>2</sub> to the atmosphere. *Global Change Biol.* 24, 3462–3471.
- Cheng X, Luo Y, Su B, et al. 2010. Experimental warming and clipping altered litter carbon and nitrogen dynamics in a tallgrass prairie. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 138: 206-213.
- Clevelario Júnior, J. **Distribuição de carbono e de elementos minerais em um ecossistema florestal tropical úmido baixo-montana.** 1996. 135 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.
- Costa, C. C. D. A., Camacho, R. G. V., Macedo, I. D. D., & Silva, P. C. M. D. (2010). Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na FLONA de Açu-RN. *Revista Árvore*.
- Coûteaux, M. M., Bottner, P., & Berg, B. (1995). Litter decomposition, climate and litter quality. *Trends in ecology & evolution*, 10(2), 63-66.
- Cunha, A. P. M. D. A., Alvalá, R. C. D. S., & Oliveira, G. S. D. (2013). Impactos das mudanças de cobertura vegetal nos processos de superfície na região semiárida do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 28(2), 139-152.
- Cunha, G. C. Aspectos da ciclagem de nutrientes em diferentes fases sucessionais de uma floresta estacional do Rio Grande do Sul. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciências/Ciências Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1997.
- Costa da Cunha, G., Almiro Grendene, L., Antão Durlo, M., & Bressan, D. A. (1993). Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. *Ciência florestal*, 3(1), 35-64.
- Delarmelina, W. M. Fertilidade, estoque de carbono orgânico do solo e serapilheira em uma Floresta Estacional Semidecidual Submontana. 2015. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2015.
- Dent, D. H., Bagchi, R., Robinson, D., Majalap-Lee, N., & Burslem, D. F. (2006). Nutrient fluxes via litterfall and leaf litter decomposition vary across a gradient of soil nutrient supply in a lowland tropical rain forest. *Plant and Soil*, 288(1-2), 197-215.

- Descheemaeker, K. et al. Litter production and organic matter accumulation in exclosures of the Tigray highlands, Ethiopia. *Forest Ecology and Management*, v. 233, n. 1, p. 21-35, 2006.
- Dickow, K. M. C.; Marques, R.; Pinto, C. B.; Höfer, H. Produção de serapilheira em diferentes fases sucessionais de uma Floresta Atlântica secundária, em Antonina, PR. *Cerne*, v.18, n.1, p.75-86, 2012.
- Dickow, K. *Ciclagem de fitomassa e nutrientes em sucessão secundária na Floresta Atlântica, Antonina, PR. Curitiba* (Doctoral dissertation, Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)–Universidade Federal do Paraná, 2010. 215p).
- Dubuis, A. et al. Improving the prediction of plant species distribution and community composition by adding edaphic to topo-climatic variables. *Journal of Vegetation Science*, v. 24, p. 593–606, 2013.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de solos. 2. ed., 1997. 212 p.
- Espig, S. A., Freire, F. J., Marangon, L. C., Ferreira, R. L. C., Freire, M. B. G. D. S., & Espig, D. B. (2009). Sazonalidade, composição e aporte de nutrientes da serapilheira em fragmento de Mata Atlântica. *Revista Árvore*, 33(5), 949-956.
- Espig, S. A.; Freire, F. J.; Marangon, L. C.; Ferreira, R. L. C.; Freire, M. B. S, Espig, D. B. Sazonalidade, composição e aporte de nutrientes da serapilheira em fragmento de Mata Atlântica. *Revista Árvore*, v.33, n.5, p.949-956, 2009.
- Ferreira, M. L., Silva, J. L., Pereira, E. E., & Lamano-Ferreira, A. P. D. N. (2014). Litter fall production and decomposition in a fragment of secondary Atlantic Forest of São Paulo, sp, southeastern Brazil. *Revista Árvore*, 38(4), 591-600.
- Ferreira, M. L.; Silva, J. L.; Pereira, E. E.; Lamano-Ferreira, A. P. N. Litter fall production and decomposition in a fragment of secondary atlantic forest of São Paulo, SP, Southeastern Brazil, *Revista Árvore*, v.38, n.4, p.591-600, 2014.
- Filho, W. S., & Karmann, I. (2007). Geomorphological map of the Serra da Bodoquena karst, west-central Brazil. *Journal of maps*, 3(1), 282-295.
- Florestal, C., Vieira Cunha Neto, F., Santos Leles, P. S., Gervasio Pereira, M., HelmeierBellumath, V. G., & Makhlouta Alonso, J. (2013). Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. *Ciência Florestal*, 23(3), 379-387.
- Franzen, D.W.; Nanna, T.; Norvell, W. A. A survey of soil attributes in North Dakota by landscape position. *Agronomy Journal*, v. 98, n. 4, p. 1015-1022, 2006.
- Fujii, K. et al. Acidification of tropical forest soils derived from serpentine and sedimentary rocks in East Kalimantan, Indonesia. *Geoderma*, v. 160, n. 3, p. 311-323, 2011.
- Furtini Neto, A. E., Vale, F. D., Resende, A. D., Guilherme, L. R. G., & Guedes, G. D. A. (2001). Fertilidade do solo. *Lavras: Ufla/Faepe*, 252.

- García-Palacios, P., McKie, B. G., Handa, I. T., Frainer, A., & Hättenschwiler, S. (2016). The importance of litter traits and decomposers for litter decomposition: a comparison of aquatic and terrestrial ecosystems within and across biomes. *Functional Ecology*, 30(5), 819-829.
- Gascon, C., Williamson, G.B., Fonseca, G.A.B., 2000. Ecology-receding forest edges and vanishing reserves. *Science* 288, 1356–1358.
- Gatiboni, L. C. (2003). *Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas* (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Santa Maria).
- Gentry AH. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 1-34.
- Girardin, C.A.J., Malhi, Y., Aragão, L.E.O.C., Manani, M., Huaraca Huasco, W., Durand, L., et al. (2010). Net primary productivity allocation and cycling of carbon along a tropical forest elevational transect in the Peruvian Andes. *Glob. Change Biol.*, 16, 3176–3192.
- Godinho, T. D. O., Caldeira, M. V. W., Caliman, J. P., Prezotti, L. C., Watzlawick, L. F., Azevedo, H. D., & Rocha, J. H. T. (2013). Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, 41(97), 131-144.
- Gonzalez OJ, Zak DR (1994) Geostatistical analysis of soil properties in a secondary tropical dry forest, St. Lucia, West Indies. *Plant Soil* 163:45–54. doi:10.1007/BF00033939
- Guilherme FAG, Ferreira TO, Assis MA, Torrado PV, Morellato LPC. 2012. Soil profile, relief features and their relation to structure and distribution of Brazilian Atlantic rain forest trees. *Scientia Agricola* 69: 61-69.
- Guo, D., Mou, P., Jones, R. H., & Mitchell, R. J. (2004). Spatio-temporal patterns of soil available nutrients following experimental disturbance in a pine forest. *Oecologia*, 138(4), 613-621.
- Guo, Y. L., Li, D., Wang, B., Bai, K., Xiang, W., & Li, X. (2017). C, N and P stoichiometric characteristics of soil and litter fall for six common tree species in a northern tropical karst seasonal rainforest in Nonggang, Guangxi, southern China. *Biodiversity Science*, 25, 1085-1094.
- Guo, Y., Wang, B., Mallik, A. U., Huang, F., Xiang, W., Ding, T., ... & Li, X. (2017). Topographic species–habitat associations of tree species in a heterogeneous tropical karst seasonal rain forest, China. *Journal of Plant Ecology*, 10(3), 450-460.
- Handa, I. T., Aerts, R., Berendse, F., Berg, M. P., Bruder, A., Butenschoen, O., ... & McKie, B. G. (2014). Consequences of biodiversity loss for litter decomposition across biomes. *Nature*, 509(7499), 218.
- Higuchi, P. et al. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de floresta ombrófila mista Montana em Lages, SC. *Ciência Florestal*, v.22, n.1, p.79-90, 2012.

Holanda, A. C. et al. Aporte de serapilheira e nutrientes em uma área de Caatinga. *Ciência Florestal*, v. 27, n. 2, p. 621-633, 2017.

IBGE. Mapa de Biomas do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/tematicos>>.

IBGE. Mapa de Clima do Brasil. 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br.html>>.

Jucker, T., Bongalov, B., Burslem, D. F., Nilus, R., Dalponte, M., Lewis, S. L., ... & Coomes, D. A. (2018). Topography shapes the structure, composition and function of tropical forest landscapes. *Ecology letters*, 21(7), 989-1000.

König, F. G.; Schumacher, M. V.; Brun, E. J.; Seling, I. Devolução de nutrientes via serapilheira em um fragmento de Floresta Estacional Decidual no município de Santa Maria, RS. *Brasil Florestal*, v. 72, p. 45-52, 2002.

Leff JW, Wieder WR, Taylor PG, Townsend AR, Nemergut DR, Grandy AS, Cleveland CC (2012) Experimental litterfall manipulation drives large and rapid changes in soil carbon cycling in a wet tropical forest. *Glob Chang Biol* 18:2969– 2679. doi:10.1111/j.1365-2486.2012.02749.x

Lima, A. L. A. et al. Aporte e decomposição da serapilheira na Caatinga no sul do Piauí. *Floresta e Ambiente*, v. 22, n. 1, p.42-49, 2015.

Longhi, R. V; Longhi, S. J.; Belmonte, L. C.; Farinha, L. W.; Ebling, A. A. Produção de serapilheira e retorno de macronutrientes em três grupos florísticos de uma Floresta Ombrófila Mista, RS. *Ciência Florestal*, v. 21, n. 4, p. 699-710, 2011.

Lu, S. W., & Liu, C. P. (2012). Patterns of litterfall and nutrient return at different altitudes in evergreen hardwood forests of Central Taiwan. *Annals of forest science*, 69(8), 877-886.

Malavolta, E., Vitti, G. C., & Oliveira, S. A. D. (1997). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.

Malhi, Y., 2012. The productivity, metabolism and carbon cycle of tropical forest vegetation. *J. Ecol.* 100, 65–75.

Malhi, Y., Doughty, C., Galbraith, D., 2011. The allocation of ecosystem net primary productivity in tropical forests. *Philos. Trans. Royal Soc. B: Biolog. Sci.* 366, 3225–3245.

Mariani, M. A. P. (2004). Geografia e Turismo no Paraíso das Águas: O Caso de Bonito; In: *Reflexões em Turismo: Mato Grosso do Sul*. Campo Grande: UFMS, 100 p.

Martínez-Yrizar, A., Maass, J., Perez-Jimenez, L., Sarukhán, J., 1996. Net primary productivity of a tropical deciduous forest ecosystem in western Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 12, 169–175.

Martins, S. E. A., Silva, N. R. S., Souza, A. D., & Meira Neto, J. A. A. (2003). Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. *Scientia forestalis*, 64, 172-181.

- Mata, D. I. et al. Floristic composition and soil characteristic of tropical freshwater forested wetlands of Veracruz on the coastal plain of the Gulf of Mexico. *Forest Ecology and Management*, v. 262, n. 8, p. 1514-1531, 2011
- Nunes, F. P. & Pinto, M. T. C. 2012. Decomposição do folheto em reflorestamento ciliar na bacia hidrográfica do rio São Francisco, Minas Gerais. *Cerne*, 18(3): 423-431.
- Olson, J.S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, v. 44, n. 2, p. 322-331, 1963.
- Pinto, H.C.A.; Barreto, P.A.B.; Rogrigues, E.F.G.; Oliveira, F.G.R.B.; De Paula, A.; Amaral, A.R. Decomposição da serapilheira foliar de floresta nativa e plantios de *Pterogyne nitens* e *Eucalyptus urophylla* no sudoeste da Bahia, *Ciência Florestal*, v. 26, n. 4, p. 1141-1153, 2016.
- Pinto, S. I. Do C.; Martins, S. V.; Barros, N. F. De; Carlos, H.; Dias, T. Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual na reserva mata do paraíso, em Viçosa, MG. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 32, n. 3, p. 545-556, 2008.
- Pires, L. A.; Britez, R. M.; Martel, G. E; Pagano, S. N. Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, v. 20, n. 1, p. 173-184, 2006.
- Pott, A., & Pott, V. J. (2003). Espécies de fragmentos florestais em Mato Grosso do Sul. Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste. Campo Grande: UCDB, 26-52.
- Poulos, H. M., & Camp, A. E. (2010). Topographic influences on vegetation mosaics and tree diversity in the Chihuahuan Desert Borderlands. *Ecology*, 91(4), 1140-1151.
- Proctor J. 1983. Tropical forest litterfall. I. Problems of data comparison. In: Sutton SL, Whitmore TC, Chadwick AC. (eds.) *Tropical rain forest: ecology and management*. Oxford, Blackweel. p. 267-273.
- Protil, C. Z. Marques, R.; Protil, R. M. Variação sazonal e redistribuição de bioelementos de quatro espécies arbóreas em três tipologias florestais da Floresta Atlântica do Paraná. *Floresta*, v.39, n.3, p.699-717, 2009.
- Protil, C. Z., Marques, R., & Protil, R. M. (2009). Variação sazonal e redistribuição de bioelementos de quatro espécies arbóreas em três tipologias florestais da Floresta Atlântica do Paraná. *Floresta*, 39(3).
- Pulla, S. et al. Controls of soil spatial variability in a dry Tropical Forest. *Plos One*, v. 11, n. 4, 2016.
- Renteria, L. Y. & JARAMILLO, V. J. 2011. Rainfall drives leaf traits and leaf nutrient resorption in a tropical dry forest in Mexico. *Oecologia* 165:201–211.
- Rodrigues, L. A. et al. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em Luminárias, MG. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 25-35, 2007.

Rossatto DR, Carvalho FA, Haridasan M. 2015. Soil and leaf nutrient content of tree species support deciduous forests on limestone outcrops as a eutrophic ecosystem. *Acta Botanica Brasilica* 29: 231-238.

Salzo & Mattos. Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bodoquena: Encarte II. Bonito: IBAMA, 2006

Sanches, L., Valentini, C. M. A., Biudes, M. S. & Nogueira, J. S. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, n. 2, p. 183–189, 2009.

Saura-Mas et al. Effects of climate change on leaf litter decomposition across post-fire plant regenerative groups. *Environmental and Experimental Botany*, v. 77, p. 274-282, 2012.

Sayer, E. J., & Tanner, E. V. (2010). Experimental investigation of the importance of litterfall in lowland semi-evergreen tropical forest nutrient cycling. *Journal of Ecology*, 98(5), 1052-1062.

Sayer, E. J., J. S. Powers, And E. V. J. Tanner. 2012. Increased litterfall in tropical forests boosts the transfer of soil CO<sub>2</sub> to the atmosphere. *PLoS ONE* 2: e1299. doi:10.1371/journal.pone.0001299.

Sayer, E.J., 2006. Using experimental manipulation to assess the roles of leaf litter in the functioning of forest ecosystems. *Biol. Rev.* 81, 1–31.

Schaefer, C. E. G. R., Mendonça, B. A. F., Ferreira Júnior, W. G., Valente, E., & Correa, G. R. (2012). Relações solo-vegetação em alguns ambientes brasileiros: fatores edáficos e florístico. *Ecologia de florestas tropicais do Brasil 2ed'*. (Ed. SV Martins) pp, 143-184.

Schumacher, M. V., Corrêa, R. S., Viera, M., & Araújo, E. F. D. (2013). Produção e decomposição de serapilheira em um povoamento de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus maidenii*. *Cerne*, 19(3), 501-508.

Seibert, J., Stendahl, J., & Sørensen, R. (2007). Topographical influences on soil properties in boreal forests. *Geoderma*, 141(1-2), 139-148.

Selle, G. L. (2007). Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. *Bioscience Journal*, 23(4).

Silva DM, Batalha MA, Cianciaruso MV. 2013b. Influence of fire history and soil properties on plant species richness and functional diversity in a neotropical savanna. *Acta Botanica Brasilica* 27: 490-497.

Silva, A. G., Gonçalves, M. A. M., & dos Reis, E. F. (2013). Decomposição e teor de nutrientes da serapilheira foliar em um fragmento de Floresta Atlântica no sul do estado do Espírito Santo. *Revista Ecologia e Nutrição Florestal-ENFLO*, 1(2), 63-71.

Silva, L. C., Clemente, L. H., Vieira, M. C., & Nascimento, A. R. T. (2014). Regeneração natural da comunidade arbórea em um remanescente de Floresta Estacional Decidual, Uberlândia-MG. *Biota*, 2(5), 4-22.

Silva, L. C., de Araújo, E. J. G., de Angeli Curto, R., Nascimento, A. M., dos Santos Ataíde, D. H., & Morais, V. A. (2018). Estoques de biomassa e carbono em unidade de conservação no Bioma Mata Atlântica. *BIOFIX Scientific Journal*, 3(2), 243-251.

Silveira, F. D. M. (2015). Ciclagem de nutrientes em estágios sucessionais da floresta ombrófila densa do Paraná.

Silveira, F. M. Ciclagem de nutrientes em estágios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa do Paraná. Curitiba, 142 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

Sloboda, B., Marques, R., Blum, H., Bianchin, J., Donha, C., Silveira, F., & Capretz, R. (2017). Litterfall and nutrient dynamics in an old-growth Atlantic Rainforest in Brazil. *Floresta e Ambiente*, 24, 1-9.

Sloboda, B.; Marques, R.; Blum, H.; Bianchin, J. E.; Donha, C. G.; Silveira, F. M.; Capretz, R. L. Litterfall and nutrient dynamics in an old-growth Atlantic Rainforest in Brazil. *Floresta e Ambiente*, 2017, in press.

Soares Filho, A. O., Harley, A. M. G., & Souza, A. O. (2012). Conservação do Parque e Refúgio da Serra dos Montes Altos. *Territórios e ambientes da Serra de Monte Alto: região sudoeste da Bahia. Edições UESB, Vitória da Conquista*, 195-208.

Solos, E. (2013). Sistema brasileiro de classificação de solos. *Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro*.

Song, T. Q., Wang, K. L., Zeng, F. P., Peng, W. X., & Du, H. (2015). Plants and Environment in Karst Areas of Southwest China.

Souza Correia, G. G., Martins, S. V., Neto, A. M., & de Almeida Silva, K. (2016). Estoque de serapilheira em floresta em restauração e em Floresta Atlântica de tabuleiro no sudeste brasileiro. *Revista Árvore*, 40(1), 13-20.

Souza, A.L.F.; Ramos, A.M.; Conde, F.C.; Massambani, O.; Recuero, F.S. Comparação de Dados Climatológicos Modelados e Observados Utilizando a Técnica dos Quantis. In: XXVIII Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española, Badajoz. 2004. p. 33-41.

Souza, B. V. et al. Avaliação da sazonalidade da deposição de serapilheira em área de preservação da Caatinga na Paraíba, Brasil. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 12, n. 3, p. 325-331, 2016.

Sperandio, H. V., Cecílio, R. A., Silva, V. H., Leal, G. F., Brinate, I. B. & Caldeira, M. V. W. 2012. Emprego da serapilheira acumulada na avaliação de sistemas de restauração florestal em Alegre- ES. *Floresta e Ambiente*, 19(4): 460-467.

Stewart, K. J., Grogan, P., Coxson, D. S., & Siciliano, S. D. (2014). Topography as a key factor driving atmospheric nitrogen exchanges in arctic terrestrial ecosystems. *Soil Biology and Biochemistry*, 70, 96-112.

Swift, M. J.; Heal, O. W.; Anderson, J. M. *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Oxford: Blackwell, 1979. 372p.

Teixeira, M. B.; Loss, A.; Pereira, M. G. & Pimentel, C. Decomposição e ciclagem de nutrientes dos resíduos de quatro plantas de cobertura do solo, *Idesia*, v.30, n. 1, p. 55-64, 2012

Toledo, L. O. et al. Análise multivariada de atributos pedológicos e fitossociológicos aplicada na caracterização de ambientes de cerrado no norte de Minas Gerais. *Revista Árvore*, Viçosa - MG, v. 33, n. 5, p. 957-968, 2009.

Townsend, A. R.; Asner, G. P.; Cleveland, C. C. The biogeochemical heterogeneity of tropical forests. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 23, n.8, 2008.

Tristão, R. B. A., & Pessoa, D. R. (2002). Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de mata atlântica. *Cerne*, 8(2), 42-59.

Tsui, C. C., Chen, Z. S., & Hsieh, C. F. (2004). Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan. *Geoderma*, 123(1-2), 131-142.

Vanderbilt, C. S. et al. Aboveground decomposition in arid environments: results of a long-term study in central New Mexico. *Journal of Arid Environments*, v. 72, n. 5, p. 696-709, 2008

Viera, M., & Schumacher, M. V. (2010). Teores e aporte de nutrientes na serapilheira de *Pinus taeda* L., e sua relação com a temperatura do ar e pluviosidade. *Revista árvore*, 34(1), 85-94.

Viera, M., Caldato, S. L., Rosa, S. F. D., Kanieski, M. R., Araldi, D. B., Santos, S. R. D., & Schumacher, M. V. (2010). Nutrientes na serapilheira em um fragmento de floresta estacional decidual, Itaara, RS. *Ciência Florestal*, 20(4), 611-619.

Vitousek, P. M. (1984). Litterfall, nutrient cycling, and nutrient limitation in tropical forests. *Ecology*, 65(1), 285-298.

Wang, Q., Zhong, M., & He, T. (2013). Home-field advantage of litter decomposition and nitrogen release in forest ecosystems. *Biology and Fertility of Soils*, 49(4), 427-434.

Weintraub, S. R., Taylor, P. G., Porder, S., Cleveland, C. C., Asner, G. P., & Townsend, A. R. (2015). Topographic controls on soil nitrogen availability in a lowland tropical forest. *Ecology*, 96(6), 1561-1574.

Werner, F. A.; Homeier, J. Is tropical montane forest heterogeneity promoted by a resource-driven feedback cycle? Evidence from nutrient relations, herbivory and litter decomposition along a topographical gradient, *Functional Ecology*, v. 29, n. 3, p. 430-440, 2015.



Woiciechowski, T. (2015). *Ciclagem de fitomassa e nutrientes na Floresta Ombrófila Densa Submontana no litoral do Paraná. Curitiba, 133 p* (Doctoral dissertation, Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba).

Wilcke, W. et al. Soil properties and tree growth along an altitudinal transect in Ecuadorian tropical montane forest. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v. 171, n. 2, p. 220-230, 2008.

Woiciechowski, T. *Ciclagem de fitomassa e nutrientes na Floresta Ombrófila Densa Submontana no litoral do Paraná. Curitiba, 133 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.*

Zhang, Y.J., Guo, S.L., Liu, Q.F., Jiang, J.X., 2014. Influence of soil moisture on litter respiration in the semiarid Loess Plateau. *Plos One* 9, 1e20

## **Anexo II- Informações da revista Plant and Soil.**

Artigo – Escrito de acordo com as normas da revista **Plant and Soil**.

Qualis A1 – Biodiversidade, fator de impacto **3.761**

### **Link com as normas para publicação**

<https://www.springer.com/journal/11104/submission-guidelines?IFA>

### **Aims and Scope**

*Plant and Soil publishes original papers and review articles exploring the interface of plant biology and soil sciences, and that enhance our mechanistic understanding of plant-soil interactions. We focus on the interface of plant biology and soil sciences, and seek those manuscripts with a strong mechanistic component which develop and test hypotheses aimed at understanding underlying mechanisms of plant-soil interactions. Manuscripts can include both fundamental and applied aspects of mineral nutrition, plant water relations, symbiotic and pathogenic plant-microbe interactions, root anatomy and morphology, soil biology, ecology, agrochemistry and agrophysics, as long as they are hypothesis-driven and enhance our mechanistic understanding. Articles including a major molecular or modelling component also fall within the scope of the journal. All contributions appear in the English language, with consistent spelling, using either American or British English.*

*Plant and Soil provides rapid publication of full-length papers describing the results of original research. Articles accepted for publication in Plant and Soil report novel findings of general significance. Reviews, mini-reviews and commentaries are usually solicited by members of the Editorial Board. However, individuals who wish to prepare a review or a mini-review are encouraged to contact the Editor-in-Chief ([hans.lambers@uwa.edu.au](mailto:hans.lambers@uwa.edu.au)) prior to submitting a manuscript. Occasionally Plant and Soil will publish Special Issues containing a collection of articles on a theme considered by the editors to be of general interest to our readers. These Special Issues may consist of a selection of presentations from a scientific meeting or a collection of papers organised by an individual or group. In all cases, manuscripts submitted for publication as part of a Special Issue will be subject to the same rigorous peer-review process required of regular submissions. Individuals or groups wishing to organise a Special Issue of Plant and Soil should contact the Managing Editor, LieveBultynck ([plso-plants@uwa.edu.au](mailto:plso-plants@uwa.edu.au)) to discuss the feasibility of the project.*

## **CONCLUSÃO GERAL**

Esta dissertação contribui para o conhecimento sobre a flora existente no Parque Nacional da Serra da Bodoquena, fornecendo também, informações sobre os determinantes ambientais influentes sobre a estrutura de sua fitofisionomia. Demonstramos que, em pequena escala espacial, o relevo representa uma importante fonte de heterogeneidade do componente vegetacional, determinada pelo fato da área de estudo se localizar em uma região formada por terrenos geologicamente complexos, com litologias variadas aflorando lado a lado, com fitofisionomias integrando um mosaico moldado pela junção da topografia, clima e altitude.

Nossos resultados sugerem que o gradiente topográfico e edáfico ocasionam mudanças nas condições ambientais em curtas distâncias, que influenciam na distribuição das espécies e na riqueza local. Por meio deste estudo foi observado que as propriedades do solo podem variar e serem influenciadas por variações topográficas e climáticas. Tais condições permitiram diferentes condições de umidade e drenagem no solo de forma a afetar a distribuição das espécies vegetais no ambiente. Na abordagem deste estudo, ficou elucidado que a heterogeneidade ambiental determina a adaptabilidade e desenvolvimento das espécies florestais no gradiente topográfico de Floresta estacional decidual. Percebemos que dentre outros fatores, a disponibilidade de nutrientes no solo/ serapilheira, precipitação e temperatura produzindo feedbacks entre plantas e solo, garantindo a sobrevivência das espécies florestais nos ambientes de melhor adaptação. Essa interação é variável na paisagem e conseqüentemente, condiciona efeitos diversos sobre a estrutura e função do ecossistema.