



Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal



**A influência do tamanho insular sobre a fenologia de plantas em bancadas lateríticas (cangas)
de Corumbá, Mato Grosso do Sul**

Mestranda: Priscilla Pessoa de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Arnildo Pott

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Centro de Ciências
Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal,
Campo Grande, MS, Brasil.

Coorientadora: Prof^a. Dr^a Adriana Takahasi

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus do
Pantanal, Laboratório de Botânica, Corumbá, MS, Brasil.

Abril/2016



Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal



**A influência do tamanho insular sobre a fenologia de plantas em bancadas lateríticas (cangas)
de Corumbá, Mato Grosso do Sul**

**“Dissertação apresentada como um dos requisitos para a
obtenção de grau de Mestre em Biologia Vegetal junto ao
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.”**

Dedicatória

Dedico esta dissertação aos meus pais: Manoel Divino de Oliveira e Maria Josefina Ferreira Pessoa. As minhas irmãs Lyanne Pessoa de Oliveira e Lanainne Pessoa de Oliveira. E ao meu noivo Matheus Santos Ortiz. Que são a minha base, pelo incentivo e apoio.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por ter me proporcionado oportunidades para chegar até aqui.

À minha família e amigos, por me apoiarem e me compreenderem. Principalmente meus pais, pela educação, esforços e por sempre acreditarem em mim.

Ao meu noivo Matheus, pelo apoio, ajuda, paciência e compreensão.

Aos meus orientadores: Profº Dr. Arnido Pott e Profª Dra. Adriana Takahasi, pelo incentivo, conselhos e por se dedicarem à minha formação profissional.

Ao Msc. Marcus Vinícius Santiago Urquiza pelo incentivo, conselhos, conversas, por estar sempre disponível a me ajudar no campo e na elaboração deste trabalho.

À Camila Bárbara pela amizade e por sempre estar disposta a ajudar nas coletas e a discutir os resultados deste trabalho.

A todos os estagiários da Botânica que foram a campo e me ajudaram na coleta de dados enfrentando sol e chuva.

Aos meus colegas de mestrado os quais tive o privilégio de conhecer, pela amizade, carinho, tristezas e alegrias.

A todos os professores do PPBV, pelas palavras de incentivo e conselhos, aos quais foram essenciais a minha formação profissional.

À Profª Dra. Camila Aoki, do Campus de Aquidauana, pela ajuda e sugestões para este trabalho.

À Profª Dra. Leonor Patrícia Cedreira Morellato, da UNESP Câmpus de Rio Claro, pela acolhida, atenção e sugestões essenciais.

À Dra. Maria Gabriela G. de Camargo, por ter sido um importante elo juntamente com a Profª Dra. Adriana Takahasi para que eu pudesse participar da disciplina de Fenologia na UNESP Câmpus de Rio Claro. Também pela acolhida, carinho, ajuda e sugestões.

À Dra. Vanessa Grazielle Staggemeier, pela ajuda e sugestões de análises.

À doutoranda Bruna Alberton, pelo acolhimento em sua residência no período de minha permanência em Rio Claro, SP.

E à FUNDECT (processo n. 23/200.626/2012), pelo apoio financeiro para execução deste trabalho e à Capes pela bolsa (n. 1386396) concedida a mim ao longo desse período.

Resumo- A influência do tamanho insular sobre a fenologia de plantas em bancadas lateríticas (cangas) de Corumbá, Mato Grosso do Sul.

A fenologia da vegetação das bancadas lateríticas (cangas) de Corumbá, Mato Grosso do Sul, é pouco conhecida. As ilhas de solo formam-se devido ao acúmulo de sedimentos em leves depressões no substrato endurecido, onde crescem plantas vasculares. Nosso objetivo foi determinar se o padrão fenológico das espécies de fanerógamas em ilhas de solo varia em função do tamanho insular. Marcamos as ilhas de solo arbustivo-arbóreas e as classificamos em três classes de tamanho: pequenas (2 a 9,50 m²), médias (10 a 59 m²) e grandes (60 a 180 m²). Sorteamos 10 ilhas de solo de cada classe de tamanho para o acompanhamento fenológico mensal. Registramos as fenofases floração (botões florais e antese), frutificação (frutos imaturos e frutos maduros), queda de folhas e brotamento, e quantificamos seus índices de atividade e intensidade durante o período de abril de 2014 a dezembro de 2015. Avaliamos o pico de intensidade de cada espécie para testar tendências sazonais e possíveis diferenças entre as fenofases nas classes de tamanhos de ilhas de solo. Dessa forma, encontramos um padrão fenológico sazonal para as fenofases reprodutivas e vegetativas, com a floração, frutificação e brotamento concentrados na estação chuvosa e queda foliar na estação seca. Não houve variação do padrão fenológico em função do tamanho insular, mas diferenças nos graus de sazonalidade. Concluimos que o tamanho das ilhas de solo determina diferentes estratégias fenológicas usadas pelas espécies da bancada laterítica. Tais estratégias ainda precisam ser melhor investigadas.

Palavras chave: Campos ferruginosos, Vegetação de canga, Vegetação rupícola.

Abstract - The influence of insular size on plant phenology of ironstone outcrops at Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brazil

The phenology of the vegetation of ironstone outcrops (“cangas”) at Corumbá, Mato Grosso do Sul, is little known. Soil islets are formed due to the build-up sediments on slight depressions on the hardened substrate, where vascular plants grow. Our objective was to determine if the phenological pattern of the phanerogamic species in soil islets varies by function of insular size. We labeled the shrubby-arboreal soil islets and classified them in three size classes: small (2 to 9.50 m²), medium (10 to 59 m²) and large (60 to 180 m²). We draw 10 soil islets of each size class for monthly phenological sampling. We recorded the phenophases flowering (floral buds and anthesis), frutification (mature and imature fruits), leaf fall and leaf bud, and we quantified their indices of activity and intensity from April 2014 to December 2015. We evaluated the peak of intensity of each species to test seasonal trends and possible differences between phenophases in the size classes of soil islets. We found a seasonal phenological pattern for the reproductive and vegetative phenophases, with flowering, frutification and leaf bud concentrated in the rainy season and leaf fall in the dry season. We did not detect variation of the phenological pattern by function of insular size, but differences in degrees of seasonality. We concluded that the size of soil islets determines different phenological strategies used by the species of ironstone outcrops. Such strategies need yet to be better investigated.

Keywords: Ferruginous savanna, Rupicolous vegetation, Xerophytes.

Lista de figuras

1.3. Bancadas lateríticas (cangas) de Corumbá-MS

Página

Figura 1. A) Solo endurecido, típico das bancadas lateríticas (cangas) de Corumbá, Mato Grosso do Sul, no qual observamos no lado superior direito a instalação de plantas diretamente sobre a canga. B) Ilha de solo formada por agrupamento de *Deuterocohnia meziana* Kuntze ex Mez (Bromeliaceae). 18

Figura 2. Vista geral da área de estudo com destaque para as ilhas de solo arbustivas do Parque Natural Municipal de Piraputangas (Corumbá, Mato Grosso do Sul) permeadas pelo estrato herbáceo recobrimdo a superfície da bancada laterítica (canga).20

Capítulo 1. Fenologia em ilhas de solo de bancadas laterítica (cangas), Corumbá, Mato Grosso do Sul

Página

Figura 1: Localização do Parque Municipal Piraputangas e área de bancada laterítica estudada no município de Corumbá, MS. Fonte: Google Earth. 59

Figura 2. Diagrama climático da cidade de Corumbá, Mato Grosso do Sul, construído para o período de 1993 a 2003. Fonte: Damasceno- Júnior 2005. 60

Figura 3. Dados de fotoperíodo (A), temperatura média e precipitação total (B) mensais entre abril de 2014 e março de 2015 para Corumbá, MS. Fonte dos dados climáticos: CEMTEC/ AGRAER. 61

Figura 4. Padrões fenológicos de floração (A) frutificação (B) e queda foliar e brotamento (C) conforme o índice de atividade para espécies da comunidade de vegetação das ilhas de solo na bancada laterítica (canga) do Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, MS, no período de abril de 2014 a março de 2015. Área em cinza= período chuvoso baseado no climatograma de Corumbá, Mato Grosso do Sul. 62

Figura 5. Padrões de floração (A-C) frutificação (D-F) queda foliar e brotamento (G-I) conforme a intensidade de Fournier para as diferentes classes de tamanho de ilhas de solo amostradas na bancada laterítica (canga) no Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, Mato Grosso do Sul no período de abril de 2014 a março de 2015. (A) Floração em ilhas pequenas, (B) em ilhas médias e (C) em ilhas grandes; (D) frutificação em ilhas pequenas, (E) em ilhas médias, (F) em ilhas grandes; (G) queda foliar e brotamento em ilhas pequenas, (H) em ilhas médias e (I) em ilhas grandes. Área em cinza= período chuvoso baseado no climatograma de Corumbá, Mato Grosso do Sul. 63

Figura 6. Histogramas circulares com distribuição dos picos de intensidade de floração (botão e antese) para as espécies herbáceas-arbustivas presente em ilhas de solo da bancada laterítica (cangas) do Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, Mato Grosso do Sul no período de abril de 2014 a março de 2015. (A) botão em ilhas pequenas, (B) botão em ilhas médias, (C) botão em ilhas grandes, (D) antese em ilhas pequenas, (E) antese em ilhas médias, (F) antese em ilhas grandes. A seta indica o ângulo médio da distribuição. 64

Figura 7. Histogramas circulares com os picos de intensidade de frutificação (frutos imaturos e maduros) para as espécies herbáceas-arbustivas nas ilhas de solo da bancada laterítica (cangas) do

Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, Mato Grosso do Sul no período de abril de 2014 a março de 2015. (A) fruto imaturo ilhas pequenas, (B) fruto imaturo ilhas médias, (C) fruto imaturo ilhas grandes, (D) fruto maduro ilhas pequenas, (E) fruto maduro ilhas médias e (F) fruto maduro ilhas grandes. A seta indica o ângulo médio da distribuição. 65

Figura 8. Histogramas circulares com os picos de intensidade das fenofases vegetativas (queda foliar e brotamento) para as espécies herbáceas-arbustivas de ilhas de solo da bancada laterítica (cangas) do Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, Mato Grosso do Sul no período de abril de 2014 a março de 2015: (A) queda foliar em ilhas pequenas, (B) queda foliar em ilhas médias, (C) queda foliar e ilhas grandes, (D) brotamento em ilhas pequenas, (E) brotamento em ilhas médias e (F) brotamento em ilhas grandes, Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, MS. A seta indica o ângulo médio da distribuição. 66

Lista de tabelas

Capítulo 1. Fenologia em ilhas de solo de bancadas laterítica (cangas), Corumbá, MS

Página

Tabela 1. Hábito de crescimento das espécies acompanhadas no estudo fenológico por classe de tamanho insular. Totalizando 180 indivíduos em ilhas pequenas, 277 em ilhas médias e 441 em ilhas grandes na bancada laterítica (canga), Corumbá, Mato Grosso do Sul. 54

Tabela 2. Teste de correlação de Spearman (r_s) entre o fotoperíodo, a temperatura média e a precipitação total mensais e a porcentagem de indivíduos em cada fenofase de abril de 2014 a março de 2015 para a comunidade das plantas em ilhas de solo na bancada laterítica (canga) do Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, MS. Foi aplicada a correção de Bonferroni, valores significativos $*p \leq 0,016$ 55

Tabela 3. Teste de correlação de Spearman (r_s) entre o fotoperíodo, a temperatura média e a precipitação total mensais e a porcentagem de indivíduos em cada fenofase por classe de tamanho de ilhas de solo no período de abril 2014 a março 2015 na bancada laterítica (canga) no Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, Mato Grosso do Sul. Foi aplicada a correção de Bonferroni, valores significativos $*p \leq 0,016$ 56

Tabela 4. Resultados dos testes de estatística circular para ocorrência de sazonalidade e data média para pico das fenofases das espécies em ilhas de solo na bancada laterítica (canga) do Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, Mato Grosso do Sul, para o período de abril de 2014 a março de 2015. $p \leq 0,01$, NS= não significativo no teste de Rayleigh (z). 57

Tabela 5. Comparação das datas médias das fenofases entre as três classes de tamanhos de ilhas de solo, na bancada laterítica (canga) Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, Mato Grosso do Sul. Valores significativos $p \leq 0,05$	58
---	----

Sumário

Página

Resumo.....	5
Abstract	6
Lista de figuras	7
Lista de tabelas	10
1.Introdução geral	14
1.1. Fenologia	14
1.2. Campos rochosos	15
1.3. Bancadas lateríticas (cangas) de Corumbá- Mato Grosso do Sul	17
2. Objetivos gerais	21
3. Referências bibliográficas	22
4. Capítulo 1. Artigo a ser enviado à Revista Brasileira de Botânica.	29
Título e autores	30
Resumo.....	31
Abstract	32
Introdução.....	33
Material e métodos	34
Área de estudo	34
Delineamento experimental	36
Fenologia e análise de dados	37
Resultados	39
Padrão fenológico da comunidade	39
Padrão fenológico em função do tamanho insular	40

Datas médias e graus de sazonalidade e função do tamanho insular	42
Discussão	44
Agradecimentos.....	47
Referências bibliográficas	47
5. Anexo	69

Anexo 1. Espécies de plantas vasculares e tipos de dispersão, nas ilhas de solo na bancada laterítica (canga) do Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, Mato Grosso do Sul.

Número de indivíduos observados nos tamanhos de ilhas de solo. Abreviaturas: P= ilhas pequenas, M= ilhas médias, G= ilhas grandes

1. Introdução Geral

1.1. Fenologia

A fenologia é uma ciência multidisciplinar (Morellato et al. 2016) que estuda os eventos cíclicos (Rathcke e Lacey 1985, Morellato et al. 2010) de plantas e animais em relação a fatores bióticos e abióticos, contribuindo para o entendimento das características biológicas de cada espécie, de suas interações e estratégias de reprodução relacionadas com mudanças temporais (Newstrom et al. 1994).

Em geral, no estudo fenológico com plantas podem ser observadas as fenofases de germinação das sementes, floração, frutificação, queda e brotamento (Rathcke e Lacey 1985, Fenner 1998, Morellato et al. 2010). Cada evento do ciclo de vida é avaliado através de dados coletados em campo, através da observação direta utilizando métodos qualitativos, por exemplo, a porcentagem de atividade (presença e ausência) (Bencke e Morellato 2002, Morellato et al. 2010); semi-quantitativos, como a porcentagem de intensidade ou porcentagem de Fournier (uso de categorias de 0 a 4 com intervalos de 25%) (Fournier 1974, Bencke e Morellato 2002, Morellato et al. 2010); ou quantitativos, por exemplo através da contagem do número flores e/ou frutos por mês em cada indivíduo (D'Eça-Neves e Morellato 2004).

O padrão fenológico de populações ou comunidade é descrito através das observações individuais de onde pode-se definir início, pico e duração das fenofases e inferir a sincronia dos indivíduos ao manifestar uma fenofase (Primack 1985, Rathcke e Lacey 1985, Newstrom et al. 1994). Cada fenofase é determinada pelos fatores de longo prazo (bióticos) e fatores próximos (abióticos).

Os fatores de longo prazo são os fatores evolutivos como, por exemplo, a pressão seletiva por polinizadores, e os fatores próximos são os parâmetros ambientais, como temperatura, precipitação, fotoperíodo (Rathcke e Lacey 1985, Van Schaik et al. 1993), diferentes tipos de solo e disponibilidade de água (Borchert et al. 2002). A variedade de estratégias fenológicas utilizadas pelas plantas é consequência da interação de ambos os grupos de fatores. Os fatores próximos, por

exemplo, influenciam o disparo das fenofases que ocorrem em ciclos anuais na maior parte do mundo (Primack 1985).

O conhecimento dos padrões fenológicos que regem a vegetação nos diversos ecossistemas é importante para o entendimento dos ciclos reprodutivos das plantas. E o entendimento destes ciclos gera informações cruciais para a gestão e conservação de espécies nativas e ameaçadas (Oliveira 2008, Morellato et al 2016), no cenário atual de mudanças climáticas (Richardson et al. 2013, Morellato et al 2016).

Esse é dos principais motivos pelos quais a fenologia vem se expandindo (Morellato et al. 2000, 2010, 2016), e um crescente número de estudos vem obtendo dados fenológicos para períodos mais longos, graças ao avanço do uso das tecnologias.

1.2. Campos rochosos

Neste trabalho aplicamos o termo “campos rochosos” a todos os ambientes de natureza rochosa arenítica, quartzítica, granítica ou ferrífera, geralmente localizados nos topos de montanhas nos afloramentos rochosos, caracterizados por solos pobres, rasos ou inexistentes, e altas taxas de insolação e evaporação (Porembski et al. 1998, Oliveira e Godoy 2007).

A vegetação se relaciona com o tipo de formação geológica, onde pequenas diferenças na concentração de nutrientes e acidez alteram a composição florística (Norris e Thomas 1991, Conceição et al. 2007a). Esses ambientes são formados por um mosaico vegetacional no qual podemos encontrar vegetação rupícola, xerófitas, vegetação de savana baixa, floresta sazonalmente seca ou úmida e floresta sempre verde (Gröger e Huber 2007). Tem-se assim uma elevada proporção de espécies exclusivas adaptadas às diversas condições proporcionadas pelo clima (por exemplo, o regime de chuvas) e o solo (Caiafa e Silva 2005, Oliveira e Godoy 2007, Barbosa 2012). Em geral o componente herbáceo não forma um estrato contínuo, já que nos setores onde o elevado grau de cimentação resulta em um substrato bastante compacto, as plantas não se estabelecem (Carmo e Jacobi 2013).

No Brasil temos três principais tipos de vegetação sobre rocha: campos de altitude, campos rupestres (Vasconcelos 2011) e campos sobre cangas que, embora apresentem semelhanças fisionômicas e taxonômicas, devem ser considerados tipos vegetacionais distintos (Vasconcelos 2011) porque são diferenciados principalmente pela origem, composição geológica e altitude (Benites et al. 2003, Vasconcelos 2011).

Os campos de altitude encontram-se na área de abrangência da Floresta Atlântica, nas Serras do Mar e da Mantiqueira, em afloramentos de rochas ígneas ou metamórficas, como as graníticas e/ou rochas intrusivas ácidas ricas em sílica e alumínio (Moreira e Camelier 1977, Caiafa e Silva 2005) e afloramentos de nefelina sienito composto por rochas plutônicas alcalinas ocorrentes no Planalto de Itatiaia no estado de São Paulo, Poços de Caldas (MG), ilha de São Sebastião (SP) e ilha da Trindade (1167 km do estado do Espírito Santo) (Ribeiro et al. 2007, Vasconcelos 2011). Essas montanhas se soergueram principalmente durante o Terciário, estando geralmente situadas acima de 1.500 m de altitude (Vasconcelos 2011).

Os campos rupestres localizam-se na maior parte da Cadeia do Espinhaço, como a Chapada Diamantina (BA) e Serra do Cipó (MG), nos pontos mais altos das serras que compõem o Maciço Goiano (GO) (Moreira e Camelier 1977, Caiafa e Silva 2005), além de parte do Quadrilátero Ferrífero (MG). Pequenas manchas de campos rupestres ocorrem ainda nos estados de Pernambuco, Paraíba e Mato Grosso (Silveira et al. 2015). Referem-se à vegetação sobre quartzitos (Magalhães 1966) e sobre afloramentos de arenito e minério de ferro (Caiafa e Silva 2005, Messias et al. 2012, Belo et al. 2013). Em geral, ocorrem principalmente dentre de 900 m e 2033 m de altitude (Vasconcelos 2011, Silveira et al. 2015) em montanhas de rochas pré-cambriana (Vasconcelos 2011). As características geomorfológicas e topográficas desse tipo de afloramento geram uma variedade de micro-habitats (Messias et al. 2012).

Os campos sobre cangas (campos ferruginosos) estão inseridos nos geossistemas ferruginosos e localizam-se nos morros de Minas Gerais, principalmente no Quadrilátero Ferrífero, e na Serra dos Carajás (PA), além da região do Caetité (BA) e da Morraria do Urucum (MS)

(Carmo et al. 2012). São afloramentos de rochas ferruginosas formadas há milhões de anos que abrigam espécies endêmicas (Carmo et al. 2012). Algumas exceções correspondem às cangas da Morraria do Urucum (MS) e do leste do Quadrilátero Ferrífero (MG), ambas ocorrem em cotas altimétricas mais baixas em relação do relevo ao entorno (Souza e Carmo 2015). A enorme variabilidade de litotipos e geoformas influenciam na composição e tipo de vegetação dessas comunidades (Carmo e Jacobi 2013).

1.3. Bancadas lateríticas (cangas) de Corumbá-MS

As bancadas lateríticas (cangas) da região de Corumbá, MS, fazem parte dos geossistemas ferruginosos e localizam-se em áreas de drenagem no sopé das Morrarias: Urucum, Tromba dos Macacos, Santa Cruz, São Domingos, Rabichão, Grande e Serra do Jacadigo (Godoi et al. 2001, Takahasi e Meirelles 2014). O solo apresenta-se endurecido (figura 1 A), constituído por fragmentos minerais derivados das formações ferríferas bandadas predominantemente angulosos, compostos de sedimentos ferríferos (hematita fitada, jaspilito e arcóseo ferruginoso), com espessura muito variável, podendo chegar a mais de 15m (Godoi et al. 2001).



Figura 1. A) Solo endurecido, típico das bancadas lateríticas (cangas) de Corumbá, Mato Grosso do Sul, no qual observamos no lado superior direito a instalação de plantas diretamente sobre a canga. B) Ilha de solo formada por agrupamento de *Deuterocohnia meziana* Kuntze ex Mez (Bromeliaceae).

Esses locais apresentam características típicas dos afloramentos rochosos como: altas temperaturas, altas taxas de insolação e evaporação, deficiência no armazenamento de água e escassez de nutrientes no solo, as quais fazem com que a vegetação possua adaptações especiais (Takahasi 2010). O substrato ferruginoso endurecido e a declividade destes ambientes proporcionam o acúmulo de solo e matéria orgânica de forma descontínua e, assim, as plantas

vasculares se estabelecem em agrupamentos ou moitas denominados “ilhas de solo” (figura 1 B) ou diretamente sobre o substrato endurecido (Takahasi 2010) (figura 1 A).

As ilhas de solo (Meirelles et al. 1999, Conceição e Pirani 2005, Conceição et al. 2007a, Oliveira e Godoy 2007) ou ilhas de vegetação (Conceição et al. 2007b, Ribeiro et al. 2007) se estabelecem graças ao acúmulo de sedimentos em pequenas depressões no substrato endurecido, seguido da instalação de plantas capazes de reter ou aumentar um substrato que resiste à erosão pelo escoamento da água e mantém-se aderidas à superfície (Meirelles 1990). Essas comunidades insulares representam um dos estágios iniciais de sucessão vegetal (Burbank e Platt 1964), principalmente por aumentar a heterogeneidade do ambiente em termos de disponibilidade de água e suporte mecânico (Meirelles 1996). Outra forma de ocupação vegetal é aquela que se instala diretamente sobre a rocha (epilítica), na maior parte das vezes constituindo-se apenas de particulado grosso que se desprende da superfície (Meirelles 1990).

Em Corumbá, predominam cangas couraçadas com pequenas ilhas de solo compostas predominantemente por plantas herbáceas como *Selaginella sellowii* (Selaginellaceae) ou *Deuterocohnia meiziana* (Bromeliaceae) (figura 1 B), em locais mais íngremes e, nas depressões, fendas e fissuras ocorrem ilhas de solo arbustivas com predomínio de *Bromelia balansae* (Bromeliaceae) (Takahasi 2010). Em algumas porções das cangas verificamos que o substrato endurecido é bastante heterogêneo, caracterizando certa rugosidade ao substrato, e permitindo, desta forma, o acúmulo de solo e o estabelecimento de várias espécies herbáceas, incluindo-se espécies geófitas e anuais típicas de ambientes mais úmidos (Takahasi e Meirelles 2014). As ilhas de solo encontram-se bem individualizadas, apresentando um aglomerado de espécies herbáceas e arbustos com solo endurecido exposto ao redor (figura 1 B); ou podem ser delimitadas como agrupamentos arbustivos (figura 2) quando a canga forma uma superfície heterogênea que fica recoberta pelo substrato herbáceo (Takahasi e Meirelles 2014).



Figura 2. Vista geral da área de estudo com destaque para as ilhas de solo arbustivas do Parque Natural Municipal de Piraputangas (Corumbá, Mato Grosso do Sul) permeadas pelo estrato herbáceo recobrimdo a superfície da bancada laterítica (canga).

As famílias mais ricas em espécies encontradas nesses ambientes são: Poaceae, Malvaceae, Euphorbiaceae, Cyperaceae e Apocynaceae (Takahasi 2010). As espécies com maior frequência relativa são: *Selaginella sellowii*, *Mimosa xanthocentra*, *Deuterocohnia meiziana*, *Staelia* sp., *Anemia tomentosa*, *Sporobolus monandrus*, *Calea elongata*, *Bromelia balansae*, *Tripogon spicatus* e *Aeschynomene histrix* (Takahasi 2010). Assim como os demais estudos em geossistemas ferruginosos vem registrando novidades taxonômicas e espécies endêmicas, um estudo na bancada laterítica (canga) do município de Ladário, MS (cidade vizinha a Corumbá) registrou uma nova espécie, da família Fabaceae, *Mimosa ferricola* (Silva e Tozzi 2011), além de uma espécie endêmica de Amaranthaceae, *Gomphrena centrota* (Senna et al. 2016).

2. Objetivos Gerais

O objetivo geral deste trabalho é determinar se o padrão fenológico da comunidade de plantas de bancadas lateríticas varia em função do tamanho insular e relacionar quais parâmetros ambientais (temperatura, precipitação e fotoperíodo) podem estar associados ao desencadeamento das fenofases nas diferentes espécies de plantas.

Os objetivos específicos são:

- 1) Identificar o padrão fenológico reprodutivo e vegetativo das espécies de plantas em ilhas de solo;
- 2) Verificar quais variáveis ambientais (temperatura, precipitação e fotoperíodo) desencadeiam os eventos fenológicos; e
- 3) Identificar a variação dos eventos fenológicos (pico das fenofases) em relação às diferentes classes de tamanhos de ilhas de solo.

3. Referências Bibliográficas

Barbosa EFFM. 2012. As evidências paleoclimáticas do sudoeste do Município de Corumbá/ MS. Revista Geonorte Edição Especial 2: 4: 421- 433.

Belo MR, Negreiros D, Fernandes GW, Silveira FAO, Ranieri BD, Morellato LPC. 2013. Fenologia reprodutiva e vegetativa de campo rupestre na Serra do Cipó, Sudeste do Brasil. Rodriguésia 64: 4: 817- 828.

Bencke CS, Morellato LPC. 2002. Comparação de dois métodos da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. Revista Brasileira de Botânica 25:3: 269-275.

Benites VM, Caifa AN, Mendonça ES, Shaefer CE, Ker JC. 2003. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. Floresta e ambiente 10: 1: 76-85.

Borchert R, Rivera G, Hagnaeur W. 2002. Modification of vegetative phenology in a tropical semideciduous forest by abnormal drought and rain. Biotropica 34: 27-39.

Burbanck MP. Platt RB. 1964. Granite outcrop communities of the Piedmont Plateau in Georgia. Ecology 45: 2: 292-306.

Caiafa AN, Silva AF. 2005. Composição florística e espectro biológico de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais-Brasil. Rodriguésia 56: 87: 163-173.

Carmo FF, Carmo FF, Campos IC, Jacobi C.M. 2012. Cangas: Ilhas de ferro estratégicas para a conservação. *Ciência Hoje* 295: 48-53.

Carmo FF, Jacobi CM. 2013. A vegetação de canga no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: caracterização e contexto fitogeográfico. *Rodriguésia* 64: 3: 527-541.

Conceição AA, Pirani JR. 2005. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina: substratos, composição florística e aspectos estruturais. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, v. 23, p. 85-111.

Conceição AA, Pirani JR, Meirelles ST. 2007a. Floristics, structure and soil of insular vegetation in four quartzite-sandstone outcrops of Chapada Diamantina, Northeast Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 4: 641-656.

Conceição AA, Giulietti AM, Meirelles ST. 2007b. Ilhas de Vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21: 2: 335- 337.

D'Eça-Neves FF, Morellato LPC. 2004. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. *Acta Botanica Brasilica* 18: 1: 99-108.

Fenner M. 1998. The phenology of growth and reproduction in plants. *Perspectives in Plant ecology, Evolution and Systematics* 1: 1: 78-91.

Fournier LA. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en arboles. *Revista Turrialba* 24: 4: 422-424.

Godoi HO, Martins EG, Mello JCR. 2001. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. SE.21-Y-D (Corumbá), SF.21-V-B (Aldeia Tomázia) e SF.21-V-D (Porto Murtinho). Cap. 2, p. 10-31.

Gröger A, Huber O. 2007. Rock outcrop habitats in the Venezuelan Guayana lowlands: their main vegetation types and floristic components. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 4: 599-609.

Magalhães GM. 1966. Sobre os cerrados de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 38 (supl.) p. 59-70.

Meirelles S.T. 1990. *Ecologia da Vegetação de Afloramentos Rochosos do Litoral da Região Sudeste*. Dissertação de mestrado do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas- São Paulo.

Meirelles ST. 1996. *Estrutura da comunidade e características funcionais dos componentes da vegetação de um afloramento rochoso em Atibaia, SP*. Tese de doutorado do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da UFSCar, São Carlos.

Meirelles ST, Pivello VR, Joly CA. 1999. A vegetação de afloramentos rochosos de granito no Rio de Janeiro, Brasil, e da necessidade de sua proteção. *Conservação Ambiental* 26: 10-20.

Messias MCTB, Leite MGP, Meira-Neto JAA, Kozovits AR. 2012. Fitossociologia de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Acta Botanica Brasilica* 26: 1: 230-242.

Moreira AAN, Camelier C. 1977. Relevo. *Geografia do Brasil: Região Sudeste*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. v. 3, p. 1-50.

Morellato LPC, Talora DC, Takahasi A, Benck CC, Romera EC, Zipparo VB. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica* 32: 811-823.

Morellato LPC, Camargo MGG, Neves FFD, Luize BG, Mantovani A, Hudson IL. 2010. The influence of sampling methodo, sample size and frequency of observations on plant phenological patterns and interpretation in tropical forest trees. *In* Capítulo 5. Phenological Research (I.L. Hudson, M.R. Keatley eds.) Springer, p. 99-121.

Morellato LPC, Alberton B, Alvarado ST, Borges B, Buisson E, Camargo MGG, Cancian LF, Carstensen DW, Escobar DEF, Leite PTP, Mendoza I, Rocha NMWB, Soares NC, Silva TSF, Staggemeier VG, Streher AS, Vargas BC, Peres CA. 2016. Linking plant phenology to conservation biology. *Biological Conservation* 195: 60- 72.

Newstrom LE, Frankie HG, Baker HG, Colwell RK. 1994. Diversity of long-term flowering patterns. *In*: Capítulo 11. La selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest (L.A. McDade, K.S. Bawa, H.A. Hespenheide, G.S. Harstshorn, eds.). Universidade de Chicago Press, Chicago, p. 142-160.

Norris EH, Thomas J. 1991. Vegetation on rock outcrops and ranges in central and south-western New South Wales. *Cunninghamia* 2: 3: 411-441.

Oliveira PEAM. 2008. Fenologia e Biologia Reprodutiva das Espécies de Cerrado. *In* Cerrado: ecologia e flora (S.M. SANO, S.P. de Almeida, J.F. Ribeiro, eds.). 1ª Ed. Embrapa Informação e Tecnologia. Brasília, DF. Cap. 9, p. 275- 287.

Oliveira RB de, Godoy SAP de. 2007. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, Altinópolis, São Paulo. *Biota Neotropica* 7(2): 37-47.

Porembski, S., Martinelli, G., Ohlemüller, R., Barthlott, W. 1998. Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. *Diversity and distributions* 4: 107-119.

Primack RB. 1985. Patterns of flowering phenology in communities, populations, individuals, and single flowers. *In* Handbook of Vegetation Science: The population structure of vegetation (J. White, editor). Springer, v.3, p. 571-593.

Rathcke B, Lacey EP. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 179-214.

Ribeiro KT, Medina BMO, Scarano FR. 2007. Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE-Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 30(4): 623-639.

Richardson AD, Keenan TF, Migliavacca M, Ryu Y, Sonnentag O, Toomey M. 2013. Climate change, phenology, and phenological control of vegetation feedbacks to climate system. *Agricultural and Forest Meteorology* 169: 156- 173.

Senna L, Siqueira JC de, Marchioretto MS. 2016. *Gomphrena*. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB104056> (Acessado em 05 de fev de 2016).

Silva RR, Tozzi AMGA. 2011. Uma nova espécie de *Mimosa* L. (Leguminosae, Mimosoideae) do Centro-Oeste do Brasil. *Hoehnea* 38: 143-146.

Silveira FAO, Negreiros D, Barbosa NPU, Buisson E, Carmo FF, Carstensen DW, Conceição AA, Cornelissen TG, Echternacht L, Fernandes GW, Garcia QS, Guerra TJ, Jacobi CM, Lemos-Filho JP, Stradic SL, Morellato LPC, Neves FS, Oliveira RS, Schaefer CE, Viana PL, Lambers H. 2015. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered *campo rupestre*: a neglected conservation priority. *Plant Soil* 1-24 (no prelo).

Souza FCR, Carmo FF. 2015. In Geossistemas Ferruginosos no Brasil: áreas prioritárias para a conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais (F.F. Carmo, L.H.Y Kamino org.)

Takahasi A. 2010. Ecologia da vegetação em bancadas lateríticas, Corumbá, MS. Tese de doutorado, Instituto de Biociências, USP, São Paulo.

Takahasi A, Meirelles ST. 2014. Ecologia da vegetação herbácea de bancadas lateríticas (cangas) em Corumbá, MS, Brasil. *Hoehnea* 41(4): 515-528.

Van Schaik CP, Terborgh JW, Wright SJ. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 353-377.

Vasconcelos MF. 2011. O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos da montanha do Leste do Brasil? *Revista Brasileira de Botânica* 34(2): 241- 246.

**Capítulo 1. Fenologia em ilhas de solo de bancadas laterítica (cangas), Corumbá, Mato Grosso
do Sul**

Artigo a ser enviado à Brazilian Journal of Botany

Fenologia em ilhas de solo de bancadas laterítica (cangas), Corumbá, Mato Grosso do Sul¹

PRISCILLA PESSOA DE OLIVEIRA^{2,3,4}, ARNILDO POTT² e ADRIANA TAKAHASI^{3,4}

Artigo submetido _____; revisão aceito _____.

² Universidade Federal de Mato Grosso do Sul Programa de Pós-Graduação em Biologia vegetal CCBS, Av. Costa e Silva, s/nº 79070-900 Caixa Postal 549 Campo Grande, MS.

³ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul Campus do Pantanal Laboratório de Botânica, av. Rio Branco, 1279 CEP 79304-020 Corumbá, MS.

⁴ Autores para correspondência: (e-mail: pri_oliveira07@hotmail.com.br, adriana.takahasi@ufms.br)

Fenologia em ilhas de solos

RESUMO- (Fenologia em ilhas de solo de bancadas laterítica (cangas), Corumbá, Mato Grosso do Sul). As características geomorfológicas e topográficas dos campos ferruginosos geram uma diversidade de micro-habitas. As espécies que ali habitam podem se instalar diretamente sobre a rocha ou em ilhas de solo. Neste estudo descrevemos o padrão fenológico das espécies insulares da bancada laterítica (cangas) e determinamos como ele varia em função do tamanho insular. Avaliamos a fenologia reprodutiva e vegetativa de 94 espécies herbáceo-arbustivas em 30 ilhas de solo distribuídas em três classes de tamanho, da bancada laterítica (canga) do Parque Natural Municipal de Piraputangas (19°14'S, 57°38'O), Corumbá (MS), durante o período de abril de 2014 a dezembro 2015. Todas as fenofases foram sazonais, com maior porcentagem de atividade durante a estação chuvosa para floração, frutificação e brotamento, e maior atividade de espécies em queda foliar durante a estação seca. Apenas a produção de botões apresentou correlação positiva com fotoperíodo e precipitação. As ilhas pequenas apresentam fenofases mais sazonais e concentradas em torno da data média do que espécies em ilhas médias e grandes, porém o padrão fenológico não difere entre as classes de tamanho de ilhas de solo. O brotamento das espécies em ilhas médias e grandes apresentou correlação positiva com a precipitação. Concluimos que o padrão fenológico das plantas em ilhas de solo é sazonal e pouco determinado por fatores climáticos, mas deve ser melhor investigado em uma escala mais fina. Este trabalho espera contribuir às políticas de conservação e manejo dos geossistemas ferruginosos, ambientes bastante ameaçados por atividades mineradoras.

Palavras chave: Campo ferruginoso, Estratégias fenológicas, Padrões fenológicos, Vegetação rupícola.

ABSTRACT- (Phenology on soil islets of ironstone outcrops, Corumbá, Mato Grosso do Sul). The geomorphological and topographic characteristics of ferruginous savannas generate a diversity of micro-habitats. Species living in these habitats can grow directly on the rock or in soil islets. Here study we described the phenological pattern the insular species of ironstone outcrops and determined how they vary by function of the islet size. We evaluated the reproductive and vegetative phenology of 94 herbaceous-shrubby species in 30 soil islets distributed in three size classes of the ironstone outcrops of the Municipal Natural Park of Piraputangas (19°14'S, 57°38'W), Corumbá (MS), during the period of April 2014 to December 2015. All phenophases were seasonal, with highest percentage of activity during the rainy season for flowering, frutification and leaf bud, and highest leaf fall activity of species during the dry season. Only bud production showed positive correlation with photoperiod and rainfall. Small islets showed more seasonal and concentrated phenophases around the mean date than species in medium and large islets, however the phenological pattern did not differ between size classes of soil islets. Leaf bud of the species in medium and large islets showed a positive correlation with rainfall. We concluded that the phenological pattern of the plants in soil islets is seasonal and little determined by climatic factors, but should be better investigated in a finer scale. We expect to contribute to conservation and management policies of ferruginous geosystems, threatened by mining activities.

Keywords: Ferruginous savanna, Phenological patterns, Phenological strategies, Rupicolous vegetation.

Introdução

A distribuição das formas de crescimento das plantas nos campos rochosos (campos de altitude, campos rupestres e campos ferruginosos) está associada à adaptação das estratégias fenológicas utilizadas pelas espécies, em resposta a diversidade de habitats (Carmo e Jacobi 2013) e condições microclimáticas (Conceição et al. 2007a), geradas pelas características geomorfológicas e topográficas características destes ambientes.

Os padrões fenológicos que regem a vegetação em campos rochosos da América Sul ainda são pouco conhecidos (Morellato et al. 2013), e menos conhecidos ainda são os padrões fenológicos das plantas dos campos ferruginosos (cangas e bancadas lateríticas). O único estudo em campo ferruginoso (canga) foi feito por Garcia et al. (2009), que observou a frutificação de quatro espécies endêmicas das cangas do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais).

Os demais trabalhos foram conduzidos em campos rupestres (quartzitos e areníticos) e referem-se apenas a uma (Raniere et al. 2012) ou poucas espécies (Belo et al. 2013), ou ainda abordam uma só família (Dutra et al. 2009), e em sua maioria, estudaram apenas as fenofases reprodutivas (Dutra et al. 2009, Raniere et al. 2012). Os que tratam de comunidades descrevem genericamente o padrão fenológico (Meirelles 1996, Silveira et al. 2015), outros focam apenas nas síndromes de dispersão (Conceição et al. 2007b, Jacobi et al. 2011).

O conhecimento em escala local dos padrões fenológicos que regem a vegetação de campos ferruginosos (cangas, bancadas lateríticas) é importante para embasar estratégias de manejo e conservação (Morellato et al. 2016) desses ambientes, tão ameaçados pelas atividades mineradoras (Jacobi et al. 2011, Silveira et al. 2015).

Neste trabalho o campo ferruginoso estudado é denominado bancada laterítica (canga), termo já utilizado por vários pesquisadores (Takahasi 2010, Silva e Tozzi 2011, Peixoto e Schmitz 2013, Takahasi e Meirelles 2014). E o termo “ilhas de solo” (Takahasi 2010) refere-se às comunidades vegetais agregadas no espaço limitado pela superfície do solo endurecido (Conceição

et al. 2007a, 2007c), que se estabelecem através do acúmulo de sedimentos em uma pequena depressão no substrato, seguido da instalação de plantas de maior porte (Meirelles et al. 1999).

À medida que as ilhas de solo aumentam de tamanho e o solo torna-se profundo, mais espécies arbustivas-arbóreas se instalam (Burbanck e Platt 1964, Meirelles et al. 1999, Conceição e Pirani 2005, Gröger e Huber 2007), melhorando as condições nutricionais e microclimáticas (Conceição e Pirani 2005). A diminuição da insolação no estrato inferior das ilhas (Conceição et al. 2007a), o aumento do material orgânico (Burbanck e Platt 1964, Benites et al. 2003, Conceição et al. 2007c) e o aumento de água no solo (Burbanck e Platt 1964, Gröger e Huber 2007) favorecem o recrutamento de espécies que não suportam insolação direta e são mais exigentes quanto aos recursos advindos do solo. Assim ocorre uma substituição gradual (Burbanck e Platt 1964, Conceição et al. 2007a), aumentando a riqueza de espécies (Burbanck e Platt 1964, Conceição e Pirani 2005).

Desse modo, ilhas maiores devem apresentar condições microclimáticas menos restritivas do que ilhas pequenas, e estas condições devem refletir na variação de respostas fenológicas, tais como: duração, concentração e grau de sazonalidade das fenofases entre as classes de tamanhos de ilhas de solo, de acordo com a adaptação de cada espécie ao micro-habitat em que vive. Assim esperamos encontrar respostas fenológicas distintas entre as ilhas de diferentes classes de tamanho. Investigamos o comportamento reprodutivo e vegetativo das espécies das ilhas de solo da bancada laterítica do Parque Natural Municipal de Piraputangas (PNMP), com objetivo de determinar se o padrão fenológico das espécies de fanerógamas varia em função ao tamanho insular.

Material e métodos

Área de estudo - O Parque Natural Municipal de Piraputangas (PNMP) possui uma área total de 1.300 ha, localizado nas coordenadas 19°14'33"S, 57°38'09"O, a aproximadamente 25 km ao sul da área urbana de Corumbá (figura 1). As bancadas lateríticas do parque estão localizadas entre as

coordenadas 19°14'33"S, 57°38'18"W e 19°14'27"S, 57°37'54"W com área total de cerca de 20 ha.

Fig. 1

O clima é do tipo Awa, segundo a classificação de Köppen, com duas estações definidas, que correspondem ao clima tropical de altitude megatérmico com inverno seco e chuvas no verão (figura 2). A precipitação média anual fica em torno de 1.070 mm e a temperatura média anual de 25,5°C, oscilando entre 21,4°C e 27,7°C (Soriano 2000). O período chuvoso estende-se de outubro a abril, enquanto a estação seca compreende os meses de maio a setembro (figura 2).

Fig. 2

Obtivemos os dados climáticos do boletim meteorológico para o período de estudo junto ao CEMTEC/AGRAER (Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul /Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural) e calculamos os dados para fotoperíodo a partir das relações astronômicas terra-sol (Pereira et al. 2002). Durante o período de estudo (abril de 2014 a março de 2015), os maiores valores de precipitação ocorreram na estação seca em maio de 2014 (300,4 mm), mês com precipitação atípica, e na estação chuvosa em fevereiro de 2015 (271 mm). Os meses com temperaturas médias mais elevadas foram registrados na estação chuvosa em outubro de 2014 (29,58°C) e janeiro de 2015 (29,11°C), a menor temperatura média foi registrada na estação seca em julho de 2014 (21,74°C) (figura 3).

A vegetação das bancadas lateríticas possui um componente herbáceo esparsa bem como ilhas de solo formadas em locais onde há maior acúmulo de substrato, especialmente em fendas e fissuras da bancada laterítica em função da topografia do local (solo com profundidade variável). Ilhas de solo pequenas apresentam apenas componentes herbáceos e poucos arbustos, enquanto

ilhas médias e grandes comportam arbustos e algumas árvores comuns às florestas decíduais que circundam as bancadas lateríticas.

Fig. 3

Delineamento experimental - A bancada laterítica do Parque Natural Municipal de Piraputangas é uma matriz de superfície endurecida heterogênea com cobertura de estrato herbáceo. Dispersos nessa matriz ocorrem os agrupamentos arbustivos. O acúmulo de solo em depressões e outras rugosidades do substrato rochoso associado à declividade caracteriza o formato predominante das ilhas de solo geralmente mais alongado do que arredondado (elipse). Neste trabalho, chamamos de ilhas de solo os agrupamentos arbustivos dispersos ao longo da bancada laterítica.

Mapeamos e demarcamos todas as ilhas de solo da canga e medimos seu maior e menor diâmetro a fim de calcular a área insular. Para o cálculo da área de elipse de cada unidade insular aplicamos a fórmula $A = [(d1/2) \cdot (d2/2) \cdot \pi]$, onde A= área, d1= diâmetro maior, d2= diâmetro menor. A partir deste cálculo, tomamos o menor e o maior valor da área da elipse das ilhas de solo, e as enquadrámos arbitrariamente em três categorias de tamanho: pequenas (classe 1), de 3 a 9,50 m²; médias (classe 2), de 10 a 56 m²; e grandes (classe 3), de 60 a 160 m². Sorteamos, através de uma tabela de números aleatórios, 10 ilhas de solo de cada classe de tamanho para o acompanhamento fenológico mensal. Nas demais ilhas de solo foram feitos estudos florísticos.

Amostramos as espécies reprodutivas herbáceas, arbustivas e arbóreas que possuíam ao menos cinco indivíduos (Fournier e Charpentier 1975, Morellato et al. 1989) na mesma ilha de solo, quando possível. Consideramos árvores as plantas com crescimento secundário e mais de 1 metro de altura, incluindo as palmeiras. Fizemos a identificação botânica e depositamos o material testemunho no acervo do herbário COR da UFMS- Campus do Pantanal.

As espécies arbustivas e arbóreas das ilhas de solo acompanhadas neste estudo foram marcadas com placas de alumínio numeradas. Selecionamos, sempre que possível, cinco indivíduos

de cada espécie incluindo indivíduos da borda e do interior da ilha de solo. Face à dificuldade na individualização e marcação das espécies herbáceas, optamos por registrar as ervas uma única vez em cada unidade insular, ou seja, registramos todos os indivíduos da espécie uma única vez, incluindo aquelas que formam touceira, aquelas com crescimento vegetativo por emissão de estruturas subterrâneas, como rizomas, ou ainda, as que formam pequenos agrupamentos.

Fenologia e análise de dados - Utilizando o método da observação direta mensal, registramos dados de floração (botões e antese floral), frutificação (frutos imaturos e frutos maduros), queda de folhas e brotamento, conforme proposto por Morellato et al. (1989).

Quantificamos as fenofases pelo método de Fournier (1974), que estima a intensidade de cada fenofase em uma escala intervalar de 0 a 4 com intervalos de 25% entre cada uma delas, sendo 0 = ausência da fenofase, 1 = presença da fenofase com magnitude de 1% a 25%, 2 = de 26% a 50%, 3 = presença com magnitude 51% a 75% e 4 = de 76% a 100%. Também quantificamos o índice de atividade, que consiste em registrar apenas a presença (1) ou ausência (0) de indivíduos em cada fenofase por mês, com esses dados geramos os gráficos lineares para observação do padrão fenológico (Bencke e Morellato 2002).

Para verificar quais variáveis climáticas estão relacionadas às fenofases avaliadas na comunidade insular da bancada laterítica, fizemos a correlação de Spearman (r_s) entre as temperaturas médias, precipitação, fotoperíodo e a porcentagem de indivíduos em cada fenofase (índice de atividade) dados tomados mês a mês (Talora e Morellato 2000, Staggemeier e Morellato 2011). Utilizamos a correção de Bonferroni, na qual o valor de p foi dividido pelo número de variáveis explicativas testadas, nesse caso para $p < 0,05$ dividido por três variáveis (temperatura média, precipitação, fotoperíodo) temos $p < 0,016$, para corrigir as diferenças entre os graus de liberdade e minimizar a chance de cometer erros do tipo I (Staggemeier e Morellato 2011).

Para verificar diferenças nos padrões fenológicos entre as três classes de tamanho insular, utilizamos parâmetros obtidos a partir da estatística circular utilizando os dados de pico dos indivíduos em cada fenofase, seguido do cálculo do pico de cada espécie em cada fenofase.

O ano foi representado num círculo com 360°, sendo janeiro 15°, em intervalos de 30°, deste modo cada dia corresponde a 0,98°. Definimos o mês de pico (mês ou média dos meses em que a fenofase apresentou intensidade de categoria três ou quatro) de cada fenofase para cada indivíduo a partir dos dados fenológicos observados no período de estudo. Com esses dados calculamos o ângulo de pico de cada espécie (com mais de cinco indivíduos) em cada fenofase para cada classe de tamanho de ilha de solo, considerando que a data média (dada pelo ângulo médio) foi significativa, conforme o teste de Rayleigh (z), usamos esta data para representar a espécie.

Finalmente, representamos no círculo o número de espécies em pico de intensidade em cada mês (histograma circular dos meses de pico de intensidade das espécies). Com esses dados, com exceção das distribuições bimodais (Zar 1999, Morellato et al. 2010), calculamos o ângulo médio e convertimos em data média, ou seja, data de maior concentração da intensidade da fenofase durante o ano. Em seguida avaliamos a ocorrência de sazonalidade dos padrões das ilhas testando a significância do ângulo médio pelo teste de Rayleigh (z) para a distribuição circular (Morellato et al. 2000, 2009). E por fim calculamos o comprimento do vetor r para cada fenofase em cada classe de tamanho de ilha, a concentração ao redor do ângulo médio varia de 0 a 1 (Zar 1999, Morellato et al. 2000).

Numa escala fina, quando significativas conforme o teste de Rayleigh (z), comparamos as datas médias de pico das fenofases para cada classe de tamanho de ilha, através do teste de Watson Willians (F) para verificar se as datas médias diferiam (Zar 1999, Morellato et al. 2010, Staggemeier e Morellato 2011) entre as classes de tamanho de ilhas.

Resultados

Acompanhamos um total de 45 espécies (180 indivíduos) em ilhas pequenas que foram compostas basicamente por arbustos e ervas, 59 espécies (277 indivíduos) em ilhas médias e 86 espécies (441 indivíduos) em ilhas grandes, nas quais encontramos um maior número de árvores em relação às ilhas médias (tabela 1). No total foram amostradas 94 espécies pertencentes a 42 famílias e 898 indivíduos (anexo 1).

Poaceae foi a família com maior número de espécies (15) e indivíduos (79), seguida de Fabaceae (10 espécies e 158 indivíduos), Malvaceae (8 espécies e 51 indivíduos) e Cyperaceae (5 espécies e 36 indivíduos). Destas, 27 espécies foram anemocóricas, 28 autocóricas e 17 zoocóricas (anexo 1).

O número de espécies herbáceas observadas variou por mês devido ao ciclo de vida anual de várias delas. No período chuvoso o número de ervas aumentou, diminuindo em seguida no período seco, quando alguns arbustos dos gêneros *Croton* e *Microstachys* secaram e não rebrotaram.

Padrão fenológico da comunidade - A vegetação da comunidade das ilhas de solo apresentou um padrão sazonal para as fenofases reprodutivas e vegetativas, apesar de ter apresentado continuamente todas as fenofases (figura 4, tabela 4), com diferenças na porcentagem de atividade entre os períodos chuvoso e seco, definidos com base nos dados do climatograma da cidade de Corumbá, MS (figura 2).

Fig. 4

Valores altos de atividade (% presença) para a floração foram registrados no período chuvoso de outubro de 2014 a março 2015 (figura 4a), com maior porcentagem em março/2015 (botão 71% e antese 61%), no final da estação chuvosa. O período seco não restringiu a floração, ocorreu apenas uma diminuição na atividade, sendo que outubro de 2014 corresponde ao início do período chuvoso, o mês com menor porcentagem de espécies em botões (44%) e setembro/2014,

transição período seco para o chuvoso o menor em antese (31%). A produção de botões esteve correlacionada com a precipitação mensal ($r_s = 0,948$ $p = - 0,007$) e o fotoperíodo ($r_s = 0,93$ $p = 0,009$) (tabela 2).

A produção de frutos (frutos imaturos) aumentou no início do período chuvoso (novembro 2014) e se manteve alta até junho/2014, no período seco (figura 4b), com maior porcentagem de atividade em março 2015 (67%) e menor em outubro/2014 (30%). A maturação se intensificou em abril de 2014, que corresponde à transição do período chuvoso para o seco, com maior atividade em março/2015 (60%) e menor em novembro/2014 (30%). Entretanto, nenhum fator climático foi correlacionado com a frutificação (Tabela 2).

As fenofases vegetativas também foram sazonais, havendo maior porcentagem de atividade de espécies com queda foliar na estação seca, em julho e agosto/2014 (99%), e menor no período chuvoso em novembro/2014 (90%) (figura 4c), não sendo correlacionada com nenhum fator ambiental (tabela 2).

Observamos maior atividade de espécies em brotamento durante o período chuvoso (novembro a março), com maior porcentagem em fevereiro de 2015 (100%) e menor (88%) em abril/2014, transição do período chuvoso para o seco (figura 4 c). Esta fenofase não esteve correlacionada com nenhum fator ambiental (tabela 2).

Padrão fenológico em função do tamanho insular - O padrão fenológico das plantas em função do tamanho insular apresentou uma floração mais concentrada, com frutificação e fenofases vegetativas distribuídas ao longo do ano entre as classes de tamanhos de ilhas de solo (figura 5).

Fig. 5

Houve maior porcentagem de espécies em floração no período chuvoso em março/2015 nas três classes de tamanho de ilhas de solo (figura 5a, b e c), com 79% das espécies em botões e 67%

em antese nas ilhas pequenas, 81% em botões e 69% em antese nas ilhas médias, e 66% em botões e 59% em antese nas ilhas grandes. A menor atividade de botões foi registrada no início do período chuvoso em outubro/2014 em ilhas pequenas (27%) e médias (28%), já nas ilhas grandes (40%) foi na transição do período seco para o chuvoso em setembro/2014. A menor atividade da antese foi em setembro/2014 (transição do período seco para o chuvoso) nas três classes de tamanho de ilhas de solo (13% ilhas pequenas, 23% ilhas médias e 31% ilhas grandes). A floração não esteve correlacionada com nenhum fator ambiental nas três classes de tamanho de ilhas de solo (tabela 3).

Observamos maior porcentagem de espécies frutificando (frutos imaturos) no período chuvoso em março/2015 nas ilhas pequenas (81%) e médias (79%) (figura 5 d, e) e na transição do período seco para o chuvoso (abril/2014) nas ilhas grandes (62%) (figura 5 f). E foi menor em outubro e novembro/2014 (período chuvoso) em ilhas pequenas (17%), em novembro/2014 em ilhas médias (26%) e em setembro e outubro/2014 em ilhas grandes (27%). A porcentagem da atividade de frutos maduros foi maior em março/2015 em ilhas pequenas (72%), em abril/2014 em ilhas médias (75%) e em junho/2014 em ilhas grandes (55%) (figura 5 d, e, f). Os menores valores para frutos maduros nas três classes de tamanho de ilhas de solo foram registrados no período chuvoso, em novembro/2014 (22% em ilhas pequenas, 26% em ilhas médias e 28% em ilhas grandes). Estas fenofases não estiveram correlacionadas com nenhum fator climático, não apresentando valores significativos para a correlação de Spearman (r_s) (tabela 3).

A porcentagem de espécies em queda foliar foi maior no período seco nas três classes de tamanho de ilhas de solo (figura 5 g, h, i), de julho a setembro/2014 em ilhas pequenas (100%), em três momentos nas ilhas médias: em agosto/2014 no período seco (100%), outubro/2014 (100%) e janeiro/2015 (100%) no período chuvoso, e nas ilhas grandes em julho/2014 no período seco (100%). E a menor atividade de queda foliar foi observada no período chuvoso, em novembro/2014 nas ilhas pequenas (90%) e grandes (88%) e em outubro/2014 nas ilhas médias (93%). Não houve correlação entre esta fenofase e os fatores climáticos (tabela 3).

Registramos maior atividade de espécies em brotamento no período chuvoso em fevereiro/2015 nas ilhas pequenas (100%) e grandes (100%). Já nas ilhas médias foram observados quatro momentos de maior atividade do brotamento: no período seco, em maio (100%), julho (100%) e agosto/2014 (100%), e no período chuvoso em novembro/2014 (100%) (figura 5 g, h, i). A menor porcentagem de atividade foi registrada em dezembro/2014 no período chuvoso em ilhas pequenas (86%), e no início do período chuvoso em outubro/2014 nas ilhas médias (92%) e grandes (87%). E foi correlacionada com a precipitação para ilhas médias ($r_s = 0,893$ $p = 0,014$) e grandes ($r_s = 0,921$ $p = 0,010$) (tabela 3).

Datas médias e graus de sazonalidade em função do tamanho insular – As análises circulares com os dados de pico, que correspondem ao mês de maior intensidade (% de Fournier) de cada fenofase de cada espécie, demonstraram sazonalidade para a maioria das fenofases, com valores significativos no teste de Rayleigh (z) ($p < 0,01$), mas apresentou diferenças nos graus de sazonalidade entre as três classes de tamanhos de ilhas de solo (tabela 4). Entretanto não foi sazonal para botões em ilhas pequenas ($p = 0,02$) e grandes ($p = 0,10$) (figura 6a, c), e queda foliar em ilhas pequenas ($p = 0,04$) (figura 8a).

O pico da atividade das fenofases reprodutivas deu-se durante o período chuvoso (figuras 6 e 7), com a maturação dos frutos no período seco, e foram significativamente sazonais e mais concentradas em ilhas pequenas e médias. Já a queda foliar foi concentrada no período seco e o brotamento no período chuvoso (tabela 4). Não foram detectadas diferenças nas datas médias entre as classes de tamanho das ilhas de solo (tabela 5).

As datas médias para floração ocorreram em janeiro, fevereiro e março (tabela 4) e não foram significativamente diferentes entre as classes de tamanho de ilhas de solo para botão, e a antese (Tabela 5). A floração foi sazonal (z significativo, $p \leq 0,01$) e mais concentrada, com valores altos de vetor r , em ilhas pequenas (botão $r = 0,717$ e antese $r = 0,996$) e médias (botão $r = 0,729$ e antese $r = 0,864$). Em ilhas grandes os picos da porcentagem de intensidade de espécies em botão

apresentaram-se distribuídos ao longo do ano com padrão bimodal (ao longo do ano), (figura 6c), não apresentando sazonalidade para botões (z não significativo, $p=0,10$).

A data média para botões em ilhas pequenas foi fevereiro, em ilhas médias janeiro e nas ilhas grandes a data não foi significativa, pois apresentou valor baixo de vetor r ($r= 0,382$). Para antese a data média foi fevereiro nas ilhas pequenas e médias e março nas ilhas grandes (tabela 4), sem diferenças entre os tamanhos das ilhas (Tabela 5).

Fig. 6

As datas médias não foram significativamente diferentes para a frutificação em função do tamanho insular (tabela 5). Nos três tamanhos de ilhas de solo, o pico de intensidade de produção de frutos imaturos deu-se no período chuvoso (março) (figura 7a, b, c) e o de frutos maduros no período de transição da estação chuvosa e para a seca (abril) (figura 7 d, e, f). Esta fenofase foi sazonal, com valores significativos no teste de Rayleigh (z) ($p<0,01$) (tabela 4).

A frutificação foi mais concentrada (valores altos de vetor r) em ilhas pequenas (frutos imaturos $r= 0,984$ e frutos maduros $r= 0,912$) e médias (frutos imaturos $r= 0,916$ e frutos maduros $r= 0,978$) (tabela 4). Nas ilhas grandes os picos da porcentagem de espécies em frutificação foram distribuídos ao longo do círculo (figura 7c, f), com valores mais baixos de concentração de vetor r (frutos imaturos $r= 0,644$ e maduros $r= 0,594$) em relação às ilhas pequenas e médias.

Fig. 7

O pico de intensidade de indivíduos com queda foliar deu-se no final da estação seca (figura 8a, b, c), as datas médias não foram significativamente diferentes para as três classes de tamanhos de ilhas de solo (tabela 5). A data média para perda de folhas foi setembro para as ilhas pequenas e

médias, mas não foi sazonal em ilhas pequenas (z não significativo, $p= 0,04$), e em agosto nas ilhas grandes (tabela 4).

O pico de intensidade de espécies em brotamento foi no período chuvoso (figura 8 d, e, f), com datas médias em dezembro para ilhas pequenas e grandes e janeiro para ilhas médias, e não foram significativamente diferentes entre as classes de tamanho (tabela 5). Esta fenofase foi sazonal para as três classes de tamanho de ilhas de solo, porém apresentou-se mais distribuída em torno do círculo nas ilhas grandes (figura 8 f), com valores mais baixos de vetor r ($r= 0,602$).

Fig. 8

Discussão

O padrão fenológico (definido através da porcentagem de atividade) para as espécies das ilhas de solo é sazonal para as fenofases reprodutivas e vegetativas, não variando entre as classes de tamanho de ilhas de solo. Mas com diferentes respostas fenológicas, refletidas nos distintos graus de sazonalidade e concentração de intensidade das fenofases. O fotoperíodo e a precipitação locais são correlacionados com a produção de botões e folhas novas.

A maior parte da comunidade vegetal é constituída por ervas e arbustos que intensificam sua floração no período chuvoso, estando esta fenofase correlacionada com a precipitação, como constatado em espécies de campos rupestres (Dutra et al. 2009, Raniere et al. 2012, Belo et al. 2013), de afloramento de arenito (Conceição et al. 2007b), de regiões pré montanhosas na Argentina (Malizia 2001, Díaz et al. 1994) e de cerrado (Mantovani e Martins 1988, Batalha e Mantovani 2000, Bulhão e Figueiredo 2002, Munhoz e Felfili 2007). A correlação da floração com o fotoperíodo ainda não havia sido registrada para espécies de campos ferruginosos (cangas, bancadas lateríticas).

A maior porcentagem de atividade da floração ocorreu no período chuvoso em todas as classes de tamanho de ilhas de solo, uma estratégia vantajosa pois aumenta a taxa de visitas às

flores na comunidade (Ratcke e Lacey 1985), já que a maioria das espécies é zoófilas, levando a um maior sucesso reprodutivo.

Apesar da floração ser concentrada na mesma data média para todas as classes de tamanhos de ilhas de solo, o teste de Rayleigh (z) mostra diferenças na sazonalidade de botão entre as ilhas pequenas e grandes: sendo pouco sazonal em ilhas pequenas, reflexo da predominância de espécies herbáceas (Norris e Thomaz 1991, Jacobi e Carmo 2011, Carmo e Jacobi 2013) que adaptadas a um micro-habitat mais restritivo respondem rapidamente às chuvas que ocorrem durante o ano, e especialmente o período do estudo foi marcado por chuvas irregulares.

Em ilhas grandes o padrão é bimodal, consequência da diversidade de espécies (Burbank e Platt 1964, Benites et al. 2003, Carmo e Jacobi 2013) que apresentam diferentes estratégias de reprodução.

A frutificação é sazonal como observado nos demais campos rochosos (Díaz et al. 1994, Malizia 2001, Belo et al. 2013) ocorre rapidamente após a floração, com maior concentração de frutos imaturos no período chuvoso e de frutos maduros no período seco, similar ao que ocorre em outras áreas de cangas (Garcia et al. 2009), campos rupestres (Raniere et al 2012) e no cerrado (Munhoz e Felfili 2005, 2007). A maioria das espécies de campos rochosos são anemocóricas (Silveira et al. 2015), assim a frutificação rápida é uma estratégia fenológica vantajosa para que os frutos estejam prontos para a dispersão na estação seca.

O padrão fenológico sazonal para as fenofases vegetativas não é conhecido para espécies de campos rochosos, pois os poucos estudos em ambientes similares têm registrado um padrão fenológico contínuo para campos rupestres (Belo et al. 2013) e cerrado (Munhoz e Felfili 2005). A senescência é intensa na estação seca, como ocorre em algumas espécies de cerrado (Bulhão e Figueiredo 2002), sem correlação com fatores ambientais. Apesar de ser uma fenofase concentrada em todas as classes de tamanho de ilhas de solo, ela é pouco sazonal em ilhas pequenas devido à acentuada restrição hídrica.

A sazonalidade para o brotamento pode ser resultado da pequena profundidade do solo que, por sua vez, permite pouca retenção de água no solo. Desse modo, as espécies de todas as classes de tamanho de ilhas de solo, intensificam a produção de folhas novas no período chuvoso. Isto foi constatado por Meirelles (1996) em espécies de um afloramento rochoso e no cerrado por Munhoz e Felfili (2005). Por isso essa fenofase é fortemente correlacionada com a precipitação em ilhas médias e grandes, onde as espécies arbustivas-arbóreas intensificam a produção de folhas novas no período chuvoso possivelmente pelo maior período de armazenamento da água no solo.

As fenofases aqui avaliadas apresentaram, em geral, um padrão fenológico sazonal concentrado em períodos bem definidos, embora a frutificação varie (Morellato et al. 2013), sendo mais sazonal e concentrada em ilhas pequenas e médias. A fenologia das espécies da bancada laterítica mostra-se em sintonia com a forte sazonalidade climática, como já registrado para espécies de campos rupestres (Belo et al. 2013).

Não foram detectadas diferenças entre as datas médias das fenofases em função do tamanho insular, mas foram observados diferentes graus de sazonalidade entre as classes de tamanho de ilhas. Tais diferenças não podem ser negligenciadas, e confirmam que os tamanhos de ilhas de solo alteram as respostas das espécies, mas não alteram seu padrão fenológico. Entretanto, a complexidade dessas estratégias fenológicas precisa ser melhor investigada, uma vez que a adaptação das respostas fenológicas das espécies nas ilhas de solo é importante para a manutenção das próprias espécies, de seus polinizadores e dispersores (Conceição et al. 2007b, Jacobi et al. 2011, Silveira et al. 2015).

Essas espécies possuem um valor evolutivo único no que diz respeito às adaptações aos fatores abióticos (Scarano 2007, Silveira et al. 2015), já bem conhecidos na literatura. Os dados do presente estudo podem auxiliar no delineamento de melhores políticas de manejo e conservação (Morellato et al. 2016) de campos ferruginosos que se encontram, em sua maioria, em áreas particulares e/ou estão constantemente ameaçados pelas atividades mineradoras (Jacobi et al. 2011, Silveira et al. 2015).

Agradecimentos - Os autores agradecem à FUNDECT (Fundação de Apoio e Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul) e à CAPES pelas bolsas e auxílios concedidos. À UFMS e PPGBV pelo apoio e infraestrutura. À Prefeitura Municipal de Corumbá por permitir o acesso à área de estudo. Ao biólogo Marcus Vinícius S. Urquiza, pelo auxílio nas coletas.

Referências

Batalha MA, Mantovani W. 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brasil): a comparission between herbaceous and wood floras. *Brazilian Journal of Biology* 60: 1: 129-145.

Belo MR, Negreiros D, Fernandes GW, Silveira FAO, Ranieri BD, Morellato LPC. 2013. Fenologia reprodutiva e vegetativa de campo rupestre na Serra do Cipó, Sudeste do Brasil. *Rodriguésia* 64: 4: 817- 828.

Bencke CS, Morellato LPC. 2002. Comparação de dois métodos da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 3: 269-275.

Benites VM, Caifa AN, Mendonça ES, Shaefer CE, Ker JC. 2003. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. *Floresta e ambiente* 10: 1: 76-85.

Bulhão CF, Figueiredo PS. 2002. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 3: 361-369.

Burbanck MP, Platt RB. 1964. Granite outcrop communities of piedmont plateau in Georgia. *Ecology* 45: 2: 292-306.

Carmo FF, Jacobi CM. 2013. A vegetação de canga no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: caracterização e contexto fitogeográfico. *Rodriguésia* 64: 3: 527-541.

Conceição AA, Pirani JR. 2005. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina: substratos, composição florística e aspectos estruturais. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 23: 85-111.

Conceição AA, Giuliatti AM, Meirelles ST. 2007a. Ilhas de Vegetação em afloramentos de quartzito- arenito no morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21: 2: 335- 337.

Conceição AA, Funch LS, Pirani JR. 2007b. Reproductive phenology, pollination and seed dispersal syndromes on sandstone outcrop vegetation in the "Chapada Diamantina", northeastern Brazil: population and community analyses. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 3: 475-485.

Conceição AA, Pirani JR, Meirelles ST. 2007c. Floristics, structure and soil of insular vegetation in four quartzite-sandstone outcrops of Chapada Diamantina, Northeast Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 4: 641-656.

Damasceno-Junior GA. 2005. Estudo florístico e fitossociológico de um gradiente altitudinal no Maciço do Urucum -Mato Grosso do Sul - Brasil. Tese de doutorado do Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas.

Diáz S, Acosta C, Cabido M. 1994. Grazing and phenology of flowering and fruiting in a montane grassland in Argentina – a niche approach. *Oikos* 70: 2: 287-296.

Dutra VF, Vieira MF, Garcia FCP, Lima HD. 2009. Fenologia reprodutiva, síndromes de polinização e dispersão em espécies de Leguminosae dos campos rupestres do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia* 60: 2: 371-387.

Fournier LA. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Revista Turrialba* 24: 4: 422-424.

Fournier LA, Charpentier, C. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba* 25: 45-48.

Garcia LC, Barros FV, Lemos-Filho JP. 2009. Fructification phenology as an important tool in the recovery of iron mining areas in Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 69: 3: 887-893.

Gröger A, Huber O. 2007. Rock outcrop habitats in the Venezuelan Guayana lowlands: their main vegetation types and floristic components. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 4: 599-609.

Jacobi CM, Carmo FF. 2011. Life-forms pollination and seed dispersal syndromes in plant communities on ironstone outcrops, SE Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 25: 2: 395-412.

Jacobi CM, Carmo FF, Campos IC. 2011. Soaring extinction threats to endemic plants in Brazilian metal-rich regions. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 40: 5: 540-543.

Malizia LR. 2001. Seasonal fluctuations of birds, fruits, and flowers in a subtropical forest of Argentina. *Condor* 103: 1: 45-61.

Mantovani W, Martins FR. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Mogiguaçu, estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 227-237.

Meirelles ST. 1996. Estrutura da comunidade e características funcionais dos componentes da vegetação de um afloramento rochoso em Atibaia, SP. Tese de doutorado do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da UFSCar, São Carlos.

Meirelles ST, Pivello VR, Joly CA. 1999. A vegetação de afloramentos rochosos de granito no Rio de Janeiro, Brasil, e da necessidade de sua proteção. *Conservação Ambiental* 26: 10-20.

Messias MCTB, Leite MGP, Meira-Neto JAA, Kozovits AR. 2012. Fitossociologia de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Acta Botanica Brasilica* 26: 1: 230-242.

Morellato LPC, Rodrigues RR, Leitão-Filho HF, Joly CA. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 12: 85-98.

Morellato LPC, Talora DC, Takahasi A, Benck CC, Romera EC, Zipparo VB. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica* 32: 811-823.

Morellato LPC, Alberti LF, Hudson I. 2009. Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach. *In Phenological Research: Mathematical and Statistical Methods, Design and Applications* (M. Keatley & I. Hudson, org.). Springer, p. 339-359.

Morellato LPC, Camargo MGG, Neves FFD, Luize BG, Mantovani A, Hudson IL. 2010. The influence of sampling method, sample size and frequency of observations on plant phenological patterns and interpretation in tropical forest trees. *In Capítulo 5. Phenological Research* (I.L. Hudson, M.R. Keatley eds.) Springer, p. 99-121.

Morellato LPC, Camargo MGG, Gressler E. 2013. A Review of plant phenology in South and Central America. *In Capítulo 6. Phenology: An Integrative Environmental Science* (M.D. Schwartz, org.). Springer, p. 91-113.

Morellato LPC, Alberton B, Alvarado ST, Borges B, Buisson E, Camargo MGG, Cancian LF, Carstensen DW, Escobar DEF, Leite PTP, Mendoza I, Rocha NMWB, Soares NC, Silva TSF, Staggemeier VG, Streher AS, Vargas BC, Peres CA. 2016. Linking plant phenology to conservation biology. *Biological Conservation*, 195: 60- 72.

Munhoz CBR, Felfili JM. 2005. Fenologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 19: 4: 979-988.

- Munhoz CBR, Felfili JM. 2007. Reproductive phenology of an herbaceous- subshrub layer of a Savannah (campo sujo) in the Cerrado Biosphere Reserve I, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 67: 2: 299-307.
- Norris EH, Thomas J. 1991. Vegetation on rocky outcrops and ranges in central and south-western New South Wales. *Cunninghamia* 2: 3: 411-441.
- Peixoto JLS, Schmitz PI. 2013. A arte rupestre do Caracará, Pantanal, Brasil. *Clio. Série Arqueológica (UFPE)*, v. 6, p. 237-263.
- Pereira AR, Angelocci LR, Sentelhas PC. 2002. Radiação Solar. *In: Capítulo 5 Agrometeorologia “Fundamentos e Aplicações Práticas. Livraria Editora Agropecuária* p. 75-104.
- Ranieri BD, Negreiro, D, Lana TC, Pezzini FF, Fernandes GW. 2012. Fenologia reprodutiva, sazonalidade e germinação de *Kielmeyera regalis* Saddi (Clusiaceae), espécie endêmica dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 26: 3: 632-641.
- Rathcke B, Lacey EP. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 179-214.
- Scarano FR. 2007. Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 4: 561-568.
- Silva RR, Tozzi AMGA. 2011. Uma nova espécie de *Mimosa* L. (Leguminosae, Mimosoideae) do Centro-Oeste do Brasil. *Hoehnea* 38: 143-146.

Silveira FAO, Negreiros D, Barbosa NPU, Buisson E, Carmo FF, Carstensen DW, Conceição AA, Cornelissen TG, Echternacht L, Fernandes GW, Garcia QS, Guerra TJ, Jacobi CM, Lemos-Filho JP, Stradic SL, Morellato LPC, Neves FS, Oliveira RS, Schaefer CE, Viana PL, Lambers H. 2015. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered *campo rupestre*: a neglected conservation priority. *Plant Soil* 1-24 (no prelo).

Soriano BMA. 2000. Climatologia. *In* Zoneamento ambiental da borda oeste do Pantanal: maciço do Urucum e adjacências (J. S. V. Silva, org.). Brasília, DF. Embrapa: Comunicação para Transferência de Tecnologia, p. 69-81.

Staggemeier VG, Morellato LPC. 2011. Reproductive phenology of coastal plain Atlantic forest vegetation: comparisons from seashore to foothills. *International Journal of Biometeorology* 55: 6: 843-854.

Talora DC, Morellato LPC. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 1: 13-26.

Takahasi A. 2010. Ecologia da vegetação em bancadas lateríticas, Corumbá, MS. Tese de doutorado do Instituto de Biociências, USP, São Paulo.

Takahasi A, Meirelles ST. 2014. Ecologia da vegetação herbácea de bancadas lateríticas (cangas) em Corumbá, MS, Brasil. *Hoehnea* 41: 4: 515-528.

Zar JH. 1999. *Bioestatistical Analysis*. 4ª ed., Prentice Hall, New Jersey.

Tabela 1. Hábito de crescimento das espécies acompanhadas no estudo fenológico por classe de tamanho insular. Totalizando 180 indivíduos em ilhas pequenas (3-9,5 m²), 277 em ilhas médias (10 – 56 m²) e 441 em ilhas grandes (60- 160 m²) na bancada laterítica (canga), Corumbá, Mato Grosso do Sul.

Classe de tamanho de ilha de solo	Hábito de crescimento	Número de espécies	Número de indivíduos acompanhados
Pequena	Arbusto	7	25
	Erva	38	155
Média	Árvore	4	5
	Arbusto	9	57
	Erva	46	215
Grande	Árvore	5	15
	Arbusto	19	171
	Erva	62	255

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Spearman (r_s) entre o fotoperíodo, a temperatura média e a precipitação total mensais e a porcentagem de indivíduos em cada fenofase de abril de 2014 a março de 2015 para a comunidade das plantas em ilhas de solo na bancada laterítica (canga) do Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, MS. Foi aplicada a correção de Bonferroni, valores significativos $*p \leq 0,016$

Fenofase	Temperatura	Precipitação	Fotoperíodo
Botão	0,720	0,948*	0,931*
Antese	0,269	0,729	0,347
Fruto verde	0,124	0,829	0,159
Fruto maduro	0,473	0,719	0,082
Queda foliar	0,129	0,214	0,004
Brotamento	0,676	0,175	0,784

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Spearman (rs) entre o fotoperíodo, a temperatura média e a precipitação total mensais e a porcentagem de indivíduos em cada fenofase por classe de tamanho de ilhas de solo no período de abril 2014 a março 2015 na bancada laterítica (canga) no Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, Mato Grosso do Sul. Foi aplicada a correção de Bonferroni, valores significativos $*p \leq 0,016$.

Tamanho de ilhas	Fenofase	Temperatura	Precipitação	Fotoperíodo
Pequenas	Botão	0,557	0,557	0,762
	Antese	0,397	0,745	0,463
	Fruto verde	0,174	0,609	0,137
	Fruto maduro	0,249	0,216	0,014
	Queda foliar	0,339	0,382	0,083
	Brotamento	0,356	0,724	0,381
Médias	Botão	0,863	0,753	0,829
	Antese	0,443	0,602	0,587
	Fruto verde	0,191	0,354	0,033
	Fruto maduro	0,275	0,527	0,012
	Queda foliar	0,331	0,153	0,642
	Brotamento	0,002	0,893*	0,083
Grandes	Botão	0,680	0,803	0,803
	Antese	0,562	0,728	0,382
	Fruto verde	0,085	0,761	0,135
	Fruto maduro	0,047	0,409	0,002
	Queda foliar	0,099	0,105	0,002
	Brotamento	0,650	0,921*	0,595

Tabela 4. Resultados dos testes de estatística circular para ocorrência de sazonalidade e data média para pico das fenofases das espécies em ilhas de solo na bancada laterítica (canga) do Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, Mato Grosso do Sul, para o período de abril de 2014 a março de 2015. $p \leq 0,01$, NS= não significativo no teste de Rayleigh (z).

Tamanho de ilhas	Fenofases	Nº de observações	Ângulo médio	Data média	Comprimento do vetor (r)	Rayleigh (p) <0,01
Pequenas	Botão	7	45,98°	01/fev	0,717	0,02
	Antese	4	63,74°	18/fev	0,996	0,01
	Fruto imaturo	7	79,41°	04/mar	0,984	< 1E-12
	Fruto maduro	6	108,95°	08/abr	0,912	0,00
	Queda foliar	6	289,38°	29/set	0,724	0,04
	Brotamento	10	14,5°	29/dez	0,705	0,00
Médias	Botão	11	42,57°	22/jan	0,729	0,00
	Antese	10	64,79°	19/fev	0,864	0,01
	Fruto imaturo	12	89,77°	14/mar	0,916	< 1E-12
	Fruto maduro	7	106,48°	02/abr	0,978	< 1E-12
	Queda foliar	15	277,09°	22/set	0,906	0,00
	Brotamento	12	19,4°	04/jan	0,742	0,00
Grandes	Botão	16	68,79°	NS	0,382	0,10
	Antese	16	83,98°	08/mar	0,669	0,00
	Fruto imaturo	15	100,89°	25/mar	0,644	0,00
	Fruto maduro	17	131,04°	26/abr	0,594	0,00
	Queda foliar	15	254,35°	29/ago	0,718	0,00
	Brotamento	15	2,97°	17/dez	0,602	0,00

Tabela 5. Comparação das datas médias das fenofases entre as três classes de tamanhos de ilhas de solo, na bancada laterítica (canga) Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, Mato Grosso do Sul. Valores significativos $p \leq 0,05$

Fenofase	F	P
Botão	0,021	0,887
Antese	0,778	0,469
Fruto imaturo	1,326	0,28
Fruto maduro	0,963	0,395
Queda	1,918	0,163
Brotamento	0,327	0,723

Figura 1.

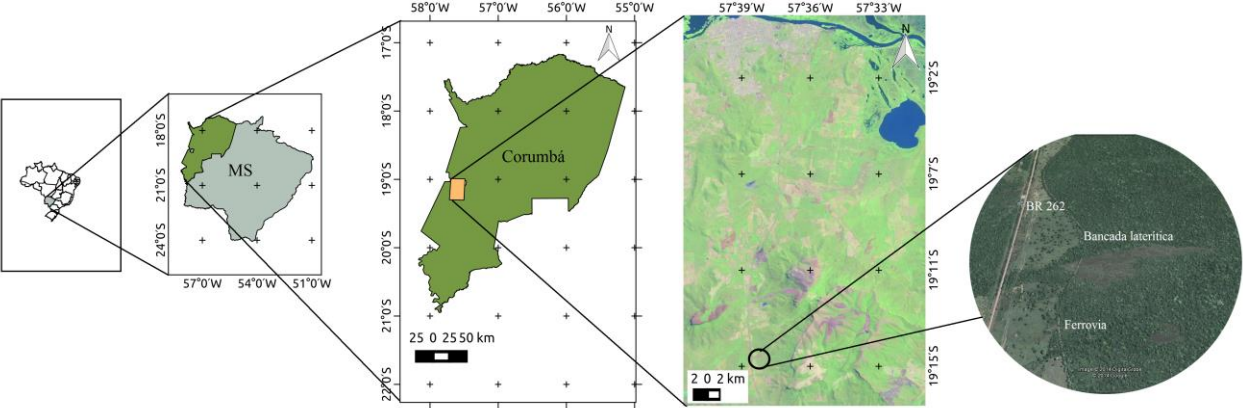


Figura 2.

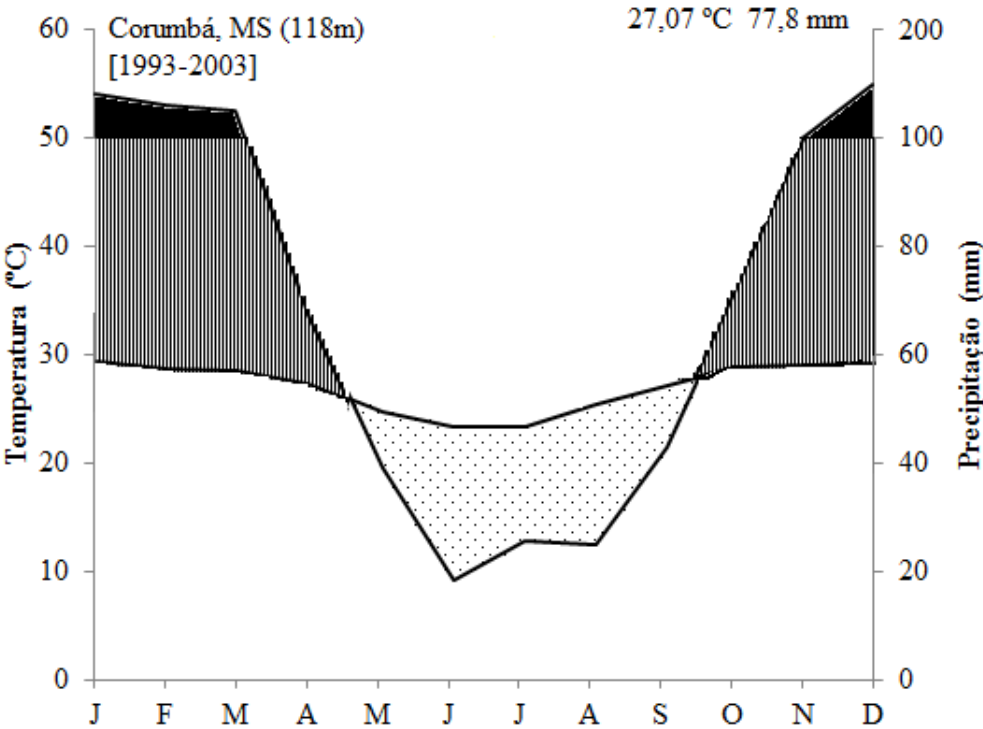


Figura 3.

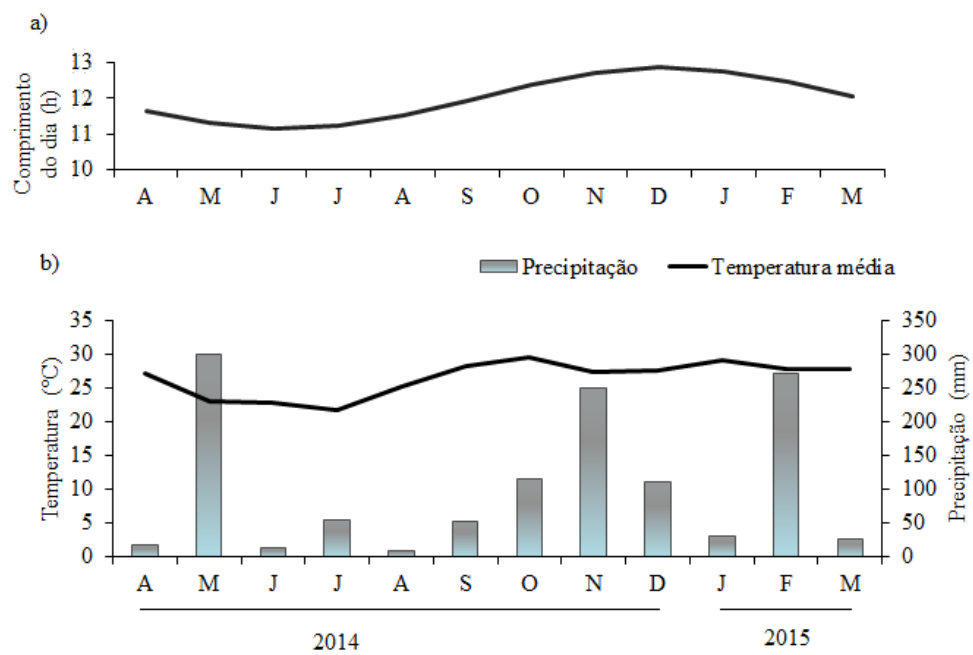


Figura 4.

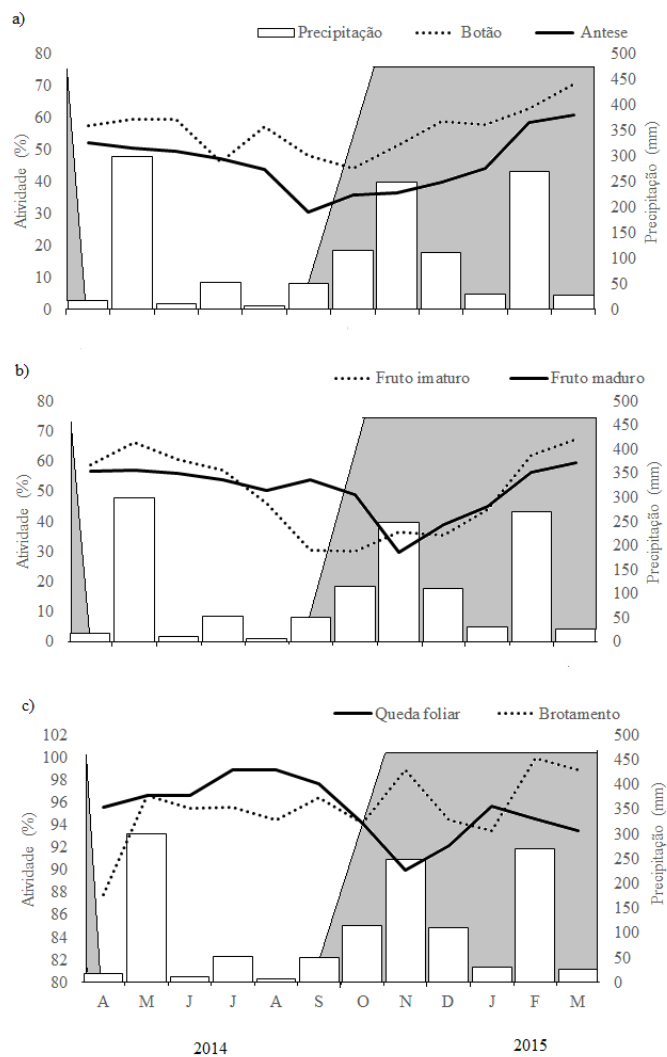


Figura 5.

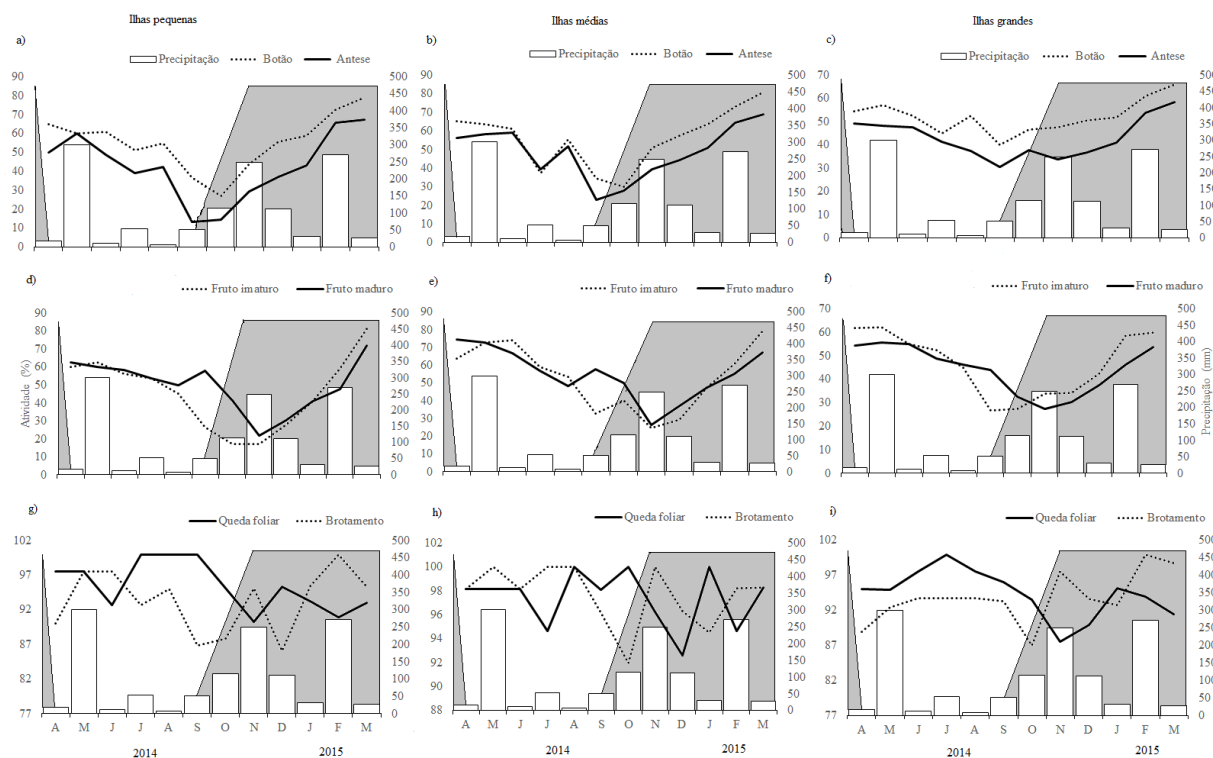


Figura 6.

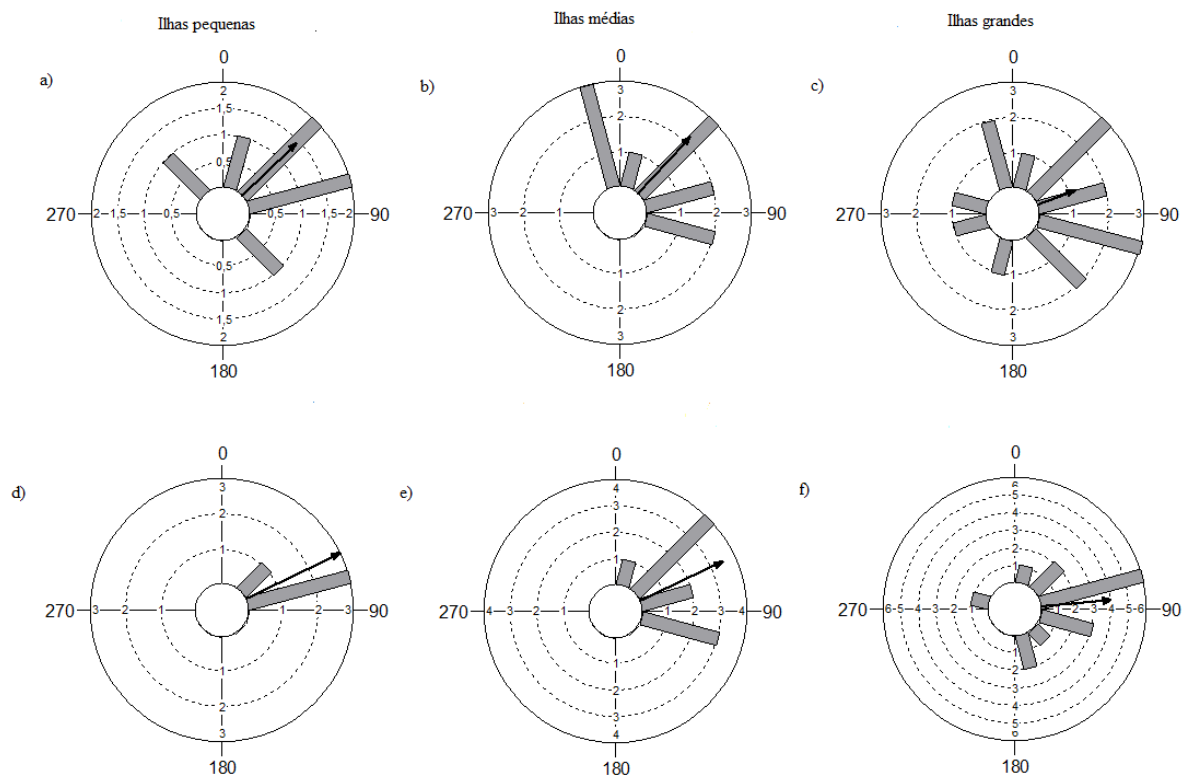


Figura 7.

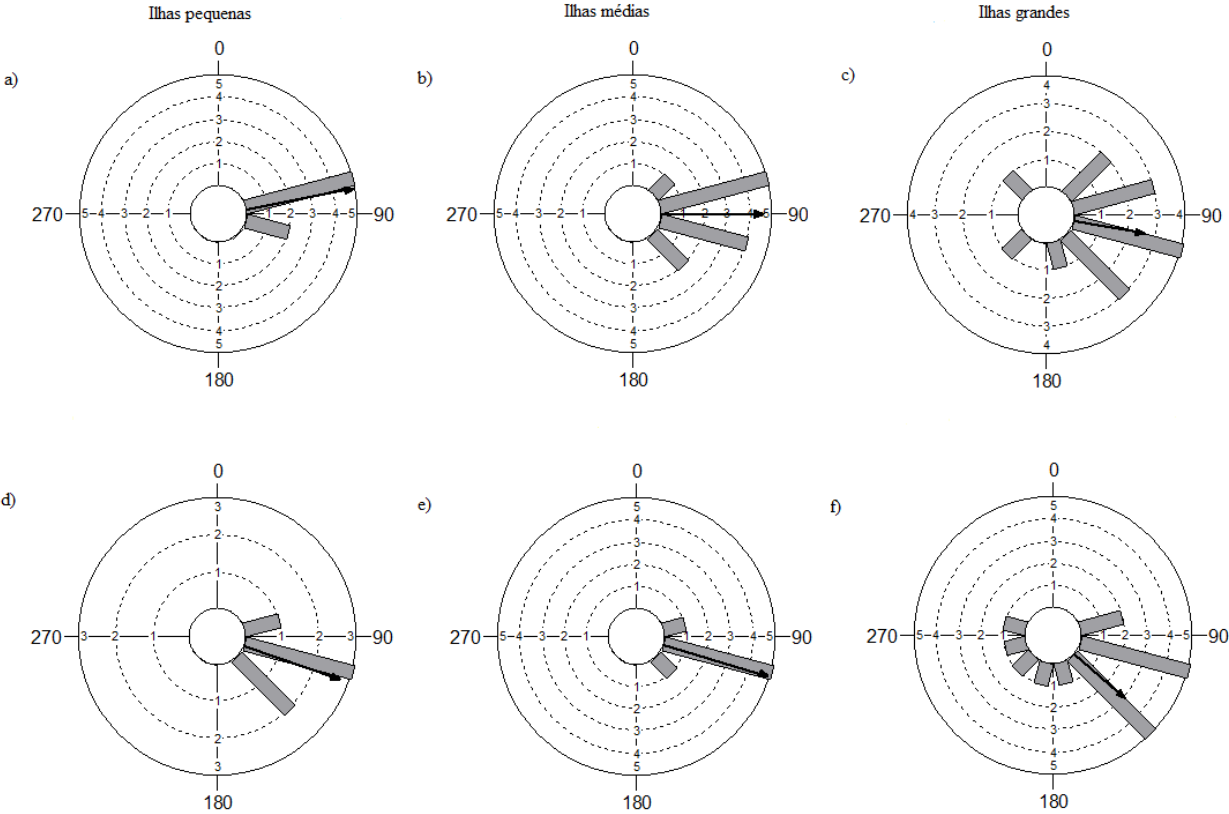


Figura 8.

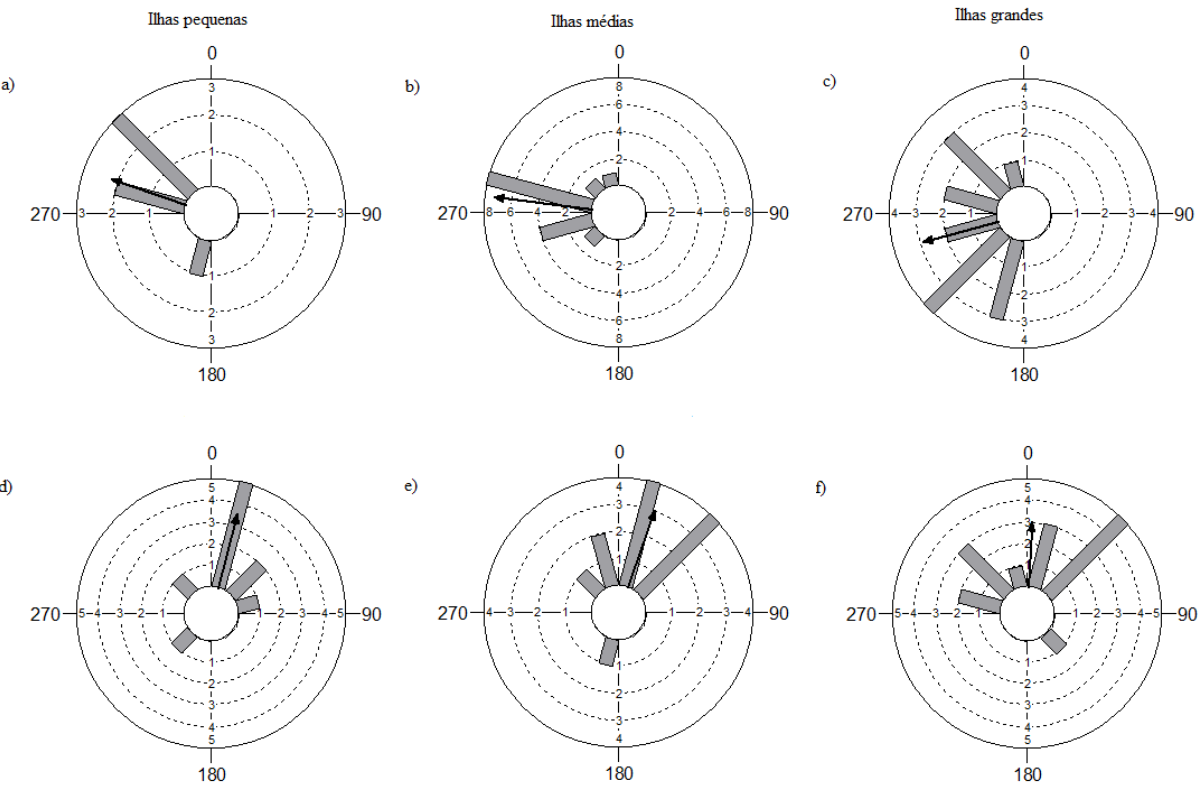


Figura 1: Localização do Parque Municipal Piraputangas e área de bancada laterítica estudada no município de Corumbá, MS. Fonte: Google Earth.

Figura 2. Diagrama climático da Cidade de Corumbá, Mato Grosso do Sul, construído para o período de 1993 a 2003. Fonte: Damasceno-Júnior 2005.

Figura 3. Dados de fotoperíodo (A), temperatura média e precipitação total (B) mensais para o período de abril de 2014 a março de 2015 para Corumbá, MS. Fonte dos dados climáticos: CEMTEC/ AGRAER.

Figura 4. Padrões fenológicos de floração (A) frutificação (B) e queda foliar e brotamento (C) conforme o índice de atividade para espécies da comunidade de vegetação das ilhas de solo na bancada laterítica (canga) do Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, MS, no período de abril de 2014 a março de 2015. Área em cinza= período chuvoso baseado no climatograma de Corumbá, Mato Grosso do Sul.

Figura 5. Padrões de floração (A-C) frutificação (D-F) queda foliar e brotamento (G-I) conforme o índice de atividade para as diferentes classes de tamanho de ilhas de solo amostradas na bancada laterítica (canga) no Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, Mato Grosso do Sul no período de abril de 2014 a março de 2015. (A) Floração em ilhas pequenas, (B) em ilhas médias e (C) em ilhas grandes; (D) frutificação em ilhas pequenas, (E) em ilhas médias, (F) em ilhas grandes; (G) queda foliar e brotamento em ilhas pequenas, (H) em ilhas médias e (I) em ilhas grandes. Área em cinza= período chuvoso baseado no climatograma de Corumbá, Mato Grosso do Sul.

Figura 6. Histogramas circulares com distribuição dos picos de intensidade de floração (botão e antese) para as espécies herbáceas-arbustivas presente em ilhas de solo da bancada laterítica

(cangas) do Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, Mato Grosso do Sul no período de abril de 2014 a março de 2015. (A) botão em ilhas pequenas, (B) botão em ilhas médias, (C) botão em ilhas grandes, (D) antese em ilhas pequenas, (E) antese em ilhas médias, (F) antese em ilhas grandes. A seta indica o ângulo médio da distribuição.

Figura 7. Histogramas circulares com os picos de intensidade de frutificação (frutos imaturos e maduros) para as espécies herbáceas-arbustivas nas ilhas de solo da bancada laterítica (cangas) do Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, Mato Grosso do Sul no período de abril de 2014 a março de 2015. (A) fruto imaturo ilhas pequenas, (B) fruto imaturo ilhas médias, (C) fruto imaturo ilhas grandes, (D) fruto maduro ilhas pequenas, (E) fruto maduro ilhas médias e (F) fruto maduro ilhas grandes. A seta indica o ângulo médio da distribuição.

Figura 8. Histogramas circulares com os picos de intensidade das fenofases vegetativas (queda foliar e brotamento) para as espécies herbáceas-arbustivas de ilhas de solo da bancada laterítica (cangas) do Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, Mato Grosso do Sul no período de abril de 2014 a março de 2015: (A) queda foliar em ilhas pequenas, (B) queda foliar em ilhas médias, (C) queda foliar e ilhas grandes, (D) brotamento em ilhas pequenas, (E) brotamento em ilhas médias e (F) brotamento em ilhas grandes, Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, MS. A seta indica o ângulo médio da distribuição.

4. Anexo

Anexo 1. Espécies de plantas vasculares e tipos de dispersão, nas ilhas de solo na bancada laterítica (canga) do Parque Natural Municipal de Piraputangas, Corumbá, Mato Grosso do Sul. Número de indivíduos observados nos tamanhos de ilhas de solo. Abreviaturas: P= ilhas pequenas, M= ilhas médias, G= ilhas grandes

Família	Espécie	Tipo de dispersão	Classes de tamanho		
			P	M	G
Amaranthaceae	<i>Gomphrena centrota</i> E. Holzh.	Anemocoria	4	5	10
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Anemocoria			1
Apocynaceae	<i>Forsteronia</i> cf. <i>pubescens</i> A. DC.	Anemocoria	2		
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex. Mart.	Zoocoria		1	5
	<i>Calea rupestris</i> Brandegees	Anemocoria	8	10	10
	<i>Lepidaploa salzmännii</i> (DC.) H. Rob.	Autocoria	6	9	9
Bignoniaceae	<i>Fridericia</i> sp.	Anemocoria		1	8
Bixaceae	<i>Cochlospermum regium</i> (Schrank) Pilg.	Anemocoria			5
Bromeliaceae	<i>Bromelia balansae</i> Mez	Zoocoria			5
	<i>Deuterocohnia meiziana</i> Kuntze ex Mez	Anemocoria	4	5	6
	<i>Dyckia leptostachya</i> Baker	Autocoria	1		
Cactaceae	<i>Cereus bicolor</i> Rizzini & A. Mattos	Zoocoria			3
	<i>Discocactus ferricola</i> Buining & Brederoo	Autocoria	7	9	7
	<i>Harrisia balansae</i> (K. Schum.) NP. Taylor & Zappi	Zoocoria			2
Cannabaceae	<i>Celtis spinosa</i> Spreng.	Zoocoria			1
Caryophyllaceae	<i>Polycarpaea corymbosa</i> (L.) Lam.	Autocoria	1	2	1
Cleomaceae	<i>Cleome eosina</i> J. F. Macbr.	Autocoria		2	2

Família	Espécie	Tipo de dispersão	Classes de tamanho		
			P	M	G
Combretaceae	<i>Combretum sp.</i>	Anemocoria			1
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Autocoria	1	1	5
Convolvulaceae	<i>Evolvulus sp.</i>	Autocoria	7	9	9
Cyperaceae	<i>Bulbostylis sp.</i>	Anemocoria	5	6	4
	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	Anemocoria	1	3	3
	<i>Cyperus cornelli-ostenii</i> Kük.	Anemocoria		5	7
	<i>Cyperus uncinulatus</i> Schrad. ex Nees	Anemocoria		1	
	<i>Fimbristylis sp.</i>	Anemocoria			1
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum cf. deciduum</i> A. St.-Hil.	Zoocoria			1
Euphorbiaceae	<i>Croton campestris</i> A. St.-Hil.	Autocoria	5	17	19
	<i>Microstachys hispida</i> (Mart.) Govaerts	Autocoria	13	16	25
Fabaceae	<i>Aeschynomene histrix</i> Poir.	Autocoria	10	10	10
	<i>Bauhinia pentandra</i> (Bong.) Steud.	Autocoria	1	33	17
	<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	Autocoria	3	1	2
	<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moench.	Autocoria	5	2	2
	<i>Chamaecrista supplex</i> (Benth.) Britton & Killip	Autocoria		5	3
	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Zoocoria		1	3
	<i>Mimosa nuda</i> Benth.	Autocoria	10	10	9
	<i>Mimosa xanthocentra</i> Mart.	Autocoria	4	7	7
	<i>Stylosanthes cf. acuminata</i> M. B. Ferreira & Sousa Costa	Autocoria		2	1

Família	Espécie	Tipo de dispersão	Classes de tamanho		
			P	M	G
Fabaceae	<i>Zornia reticulata</i> Sm.	Autocoria	11	10	9
Krameriaceae	<i>Krameria grandiflora</i> A. St.-Hil.	Autocoria	1		1
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> cf. <i>brevipes</i> Poit.	Autocoria			1
Malpighiaceae	<i>Diplopterys pubipetala</i> (A. Juss.) W. R.	Anemocoria			
	Anderson & C. Davis				1
	<i>Heteropterys</i> sp.	Anemocoria			2
	<i>Tetrapteryx</i> sp.	Anemocoria	1		
Malvaceae	<i>Ayenia tomentosa</i> L.	Autocoria	1	4	4
	<i>Corchorus hirtus</i> L.	Autocoria		2	2
	<i>Pavonia sidifolia</i> Kunth	Autocoria	1	2	4
	<i>Sida glomerata</i> Cav.	Autocoria			1
	<i>Sida linifolia</i> Juss. ex Cav.	Autocoria		1	5
	<i>Sidastrum</i> sp.	Autocoria		2	
	<i>Waltheria operculata</i> Rose	Autocoria	4	6	4
	<i>Waltheria</i> sp.	Autocoria	1	3	3
Molluginaceae	<i>Mollugo verticillata</i> L.	Autocoria	2	2	4
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> cf. <i>punicifolia</i> (Kunth) DC.	Zoocoria			1
	<i>Eugenia</i> sp.	Zoocoria		6	25
	<i>Myrcia pyrifolia</i> (Desv. ex Ham.) Nied.	Zoocoria			4
Ochnaceae	<i>Ouratea hexasperma</i> (A. St.-Hil.) Baill.	Zoocoria		2	5
Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp.	Autocoria			1
Opiliaceae	<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth.	Zoocoria			1

Família	Espécie	Tipo de dispersão	Classes de tamanho		
			P	M	G
Orquidaceae	<i>Cyrtopodium</i> sp.	Zoocoria			2
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	Autocoria			2
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus orbiculatus</i> Rich.	Autocoria	2		3
Phytolaccaceae	<i>Microtea scabrida</i> Urb.	Autocoria	8	9	9
Poaceae	<i>Axonopus pressus</i> (Steud.) Parodi	Autocoria		1	2
	<i>Axonopus</i> sp.	Autocoria		1	3
	<i>Digitaria insularis</i> (L.) Mez ex Ekman	Anemocoria			1
	<i>Gouinia</i> sp.	Anemocoria		1	1
	<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) BKSimon & Jacobs	Anemocoria			1
	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	Anemocoria			1
	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Ziska	Anemocoria	6	9	9
	<i>Mesosetum cayennense</i> Steud.	Anemocoria	3	2	2
	<i>Paspalum plicatulum</i> Michx.	Autocoria		1	
	<i>Schizachyrium microstachyum</i> (Kunth) Nees	Anemocoria	1	3	2
	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) M. Kerguelen	Autocoria		5	5
	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br.	Autocoria			1
	<i>Sporobolus monandrus</i> Roseng., B. R. Arrill & Izag.	Anemocoria	2	3	3
	<i>Steinchisma</i> cf. <i>laxum</i> (Sw.) Zuloaga	Autocoria			1
	<i>Tripogon spicatus</i> (Nees) Ekman	Anemocoria	2	3	4

Família	Espécie	Tipo de dispersão	Classes de tamanho		
			P	M	G
Polygalaceae	<i>Bredemeyera floribunda</i> Willd.	Anemocoria	2	3	16
	<i>Polygala</i> sp.	Autocoria	4	7	8
Portulacaceae	<i>Portulaca mucronulata</i> D. Legrand	Autocoria	4	4	6
	<i>Portulaca</i> sp.	Autocoria	1		2
		Autocoria			
	<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.				1
Rhamnaceae	<i>Ziziphus oblongifolius</i> S. Moore	Zoocoria			4
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	Autocoria	8	10	10
Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	Anemocoria		5	
	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	Zoocoria	1	5	33
Salicaceae	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	Anemocoria		1	
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Zoocoria			3
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Zoocoria		1	
	<i>Piriqueta</i> cf. <i>viscosa</i> Griseb.	Autocoria	1	4	6
	<i>Turnera grandiflora</i> (Urb.) Arbo	Autocoria	1		1
Turneraceae	<i>Turnera melochioides</i> A. St.-Hil. & Cambess.	Autocoria			2
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta matogrossensis</i> Moldenke	Anemocoria	8	8	10
Violaceae	<i>Pombalia</i> cf. <i>bicolor</i> (A. St-Hil.) Paula-Souza	Autocoria	6	8	4
			45	59	86
Total			(180)	(277)	(441)