

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

FENOLOGIA E SUCESSO REPRODUTIVO DE SEIS ESPÉCIES DE
PALMEIRAS NATIVAS DO CERRADO *SENSU STRICTO*.

MORGANA MARIA ARCANJO BRUNO

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO DEPARTAMENTO
DE ECOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA,
COMO REQUISITO À OBTENÇÃO
DO GRAU DE MESTRE EM ECOLOGIA

BRASÍLIA, 2009

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

FENOLOGIA E SUCESSO REPRODUTIVO DE SEIS ESPÉCIES DE
PALMEIRAS NATIVAS DO CERRADO *SENSU STRICTO*.

MORGANA MARIA ARCANJO BRUNO

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO DEPARTAMENTO
DE ECOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA,
COMO REQUISITO À OBTENÇÃO
DO GRAU DE MESTRE EM ECOLOGIA

BRASÍLIA, 2009

Traça a reta e a curva,
a quebrada e a sinuosa
Tudo é preciso.
De tudo viverás.

Cuida com exatidão da perpendicular
e das paralelas perfeitas.
Com apurado rigor.

Sem esquadro, sem nível, sem fio de prumo,
traçarás perspectivas, projetarás estruturas.
Número, ritmo, distância, dimensão.
Tens os teus olhos, o teu pulso, a tua memória.

Construirás os labirintos impermanentes
Que sucessivamente habitarás.

Todos os dias estarás refazendo o teu desenho.
Não te fatigues logo. Tens trabalho para toda a vida.
e nem para o teu sepulcro terás a medida certa.

Somos sempre um pouco menos do que pensávamos.
Raramente, um pouco mais.

DESENHO, Cecília Meireles.

AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo amor incondicional.

Ao Prof. John Hay, pela orientação sábia, o exemplo como profissional, pela confiança depositada e, sobretudo por sua humanidade.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior, por subsidiar esse estudo através da concessão da bolsa de estudo.

A Reitoria da Universidade de Brasília – UnB, pela concessão do auxílio dissertação.

À amiga Profa. Francisca Soares de Araújo, pelos conselhos, exemplos, incentivos e puxões de orelha.

À Profa. Mercedes Bustamante e Prof. Raimundo Henriques, pelos exemplos e instrutivas conversas.

Aos funcionários do Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília, Consolação, Mardônio, Iriode, Fábio e André.

À administração e funcionários da Fazenda Água Limpa (FAL), pela possibilidade de utilização da área experimental.

À amiga Marisa Mamede, pela acolhida, pelos imprescindíveis conselhos, exemplos e ajuda mesmo antes do início deste trabalho.

À tia Fátima, pelo empurrão na subida da ladeira do autoconhecimento.

À amiga e conterrânea Emília Braga, pela indispensável ajuda nos momentos finais.

À Carla Andrade, minha ajudante “voluntária” e amiga, pelo auxílio durante as coletas.

Ao amigo Rodrigo Augusto, pelas discussões, almoços e caronas ao campo.

À amiga Camila Mesquita, pela voluntária ajuda no trabalho de campo.

À Karen Schmidt, pela identificação preliminar de parasitóide, conversas e culinária.

Aos colegas de turma e laboratório da ecologia: Ana Elisa (Zuca), Carminha, Eduardo, Fábio, Fabricius, Francisco, Henrique, Isabela, Jonas, Leandro, Luiza, Marina, Neuzinha, Pedrinho, Pedro, Raimundo, Regina, Roger, Samuel, Sheila, Tamiel e Xitão.

Às minhas novas irmãs Kilvia, Keline e Raquel, pela acolhida, amizade, orações e exemplos.

Aos amigos que mesmo distante influenciam e colaboram com cada passada: Nathalie Ommundsen, Isabel da Glória, Daniel Lobo, Lígia Q. Matias, Vaneicia Gomes, Sarah Sued, L. W. Lima-Verde, Sandra Freitas, Luciana Coe, Jacira Rabelo, Mellissa Sobrinho, George Filho, Itayguara Ribeiro, Hilder Magalhães, Isabel e Marília Amora, Alessandra Amorim I, Edilson e Alessandra Amorim II, .

Aos amigos da capoeira Raízes do Brasil, pelas horas de treino e distração.

Aos companheiros, Jack, Charlie, Chet, Stan, John, Paul, Ringo, George, entre tantos outros.

Ao Romeo, Vitória e Orfeu, por simplesmente existirem.

À divina presença EU SOU e à divindade manifestada em tantas formas.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA DE TABELAS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUÇÃO	01
OBJETIVOS E HIPÓTESES.....	05
Geral.....	05
Específicos.....	05
Hipóteses	06
REVISÃO DA LITERATURA.....	07
MATERIAL E MÉTODOS.....	09
Área de estudo.....	09
Espécies de estudo.....	12
Fenologia reprodutiva	24
Sucesso reprodutivo.....	27
RESULTADOS.....	30
Fenologia reprodutiva.....	30
Sucesso reprodutivo e Predação.....	46
DISCUSSÃO.....	52
CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa (FAL).** 09
- Figura 2. Mapa do estado de Goiás, Distrito Federal e em destaque a Fazenda Água Limpa (IBGE, 2007).** 10
- Figura 3. (Precipitação mínima, máxima e média do período de outubro de 2007 a setembro de 2008.** 11
- Figura 4. Pré-inflorescência de *Allagoptera campestris*; Indivíduo de *A. campestris*; Indivíduo, inflorescência com flores femininas e infrutescência com frutos jovens de *S. comosa*.** 14
- Figura 5. Indivíduos de *Allagoptera leucocalyx*, indivíduo em pré-floração, medida de largura e comprimento da bráctea peduncular (espata), ao lado de espata seca, infrutescência com frutos jovens, infrutescência com frutos desenvolvidos seca e fenda de abertura da espata, mas com inflorescência já seca.** 16
- Figura 6. Indivíduos reprodutivos de *Butia archeri*, placa metálica de identificação e espata, medida de comprimento em espata, medida de largura da espata, inflorescência com flores estaminadas, inflorescências com flores pistiladas, infrutescências com frutos jovens, fenda de abertura da espata com flores secas, frutos maduros e frutos dispersos no chão ao redor da planta mãe da espécie *B. archeri*.** 18
- Figura 7. Indivíduos de *Syagrus flexuosa*, indivíduo com folhagem seca, Infrutescências com frutos maduros, infrutescência com frutos abortados, infrutescências com frutos maduros, fruto maduro não predado, fruto maduro predado por larva de parasitóide e fruto maduro e parasita da ordem Hymenoptera.** 21
- Figura 8. Indivíduo de *Syagrus petraea*, indivíduos reprodutivos com espata, medidas de comprimento da espata, medidas de largura da espata, inflorescência com flores pistiladas e estaminadas fechadas, inflorescência com flores estaminadas abertas e flores pistiladas fechadas, inflorescência com flores pistiladas abertas, infrutescências com de frutos jovens, infrutescência de frutos maduros, frutos liberando seiva, fruto maduro na predado e fruto maduro.** 23
- Figura 9. Teste de agregação de Rayleigh e Rao ($\alpha < 0,05$) para as fenofases: pré-floração e floração das espécies *A. leucocalyx* e *S. comosa*, com valores: número de observações, ângulo médio, variância circular e desvio padrão circular de cada fenofase.** 32
- Figura 10. Teste de agregação de Rayleigh e Rao ($\alpha < 0,05$) para a fenofase de frutificação das espécies *A. leucocalyx* e *S. comosa*, com valores: número de observações, ângulo médio, variância circular e desvio padrão circular de cada fenofase.** 33
- Figura 11. Teste de agregação de Rayleigh e Rao ($\alpha < 0,05$) para as fenofases: pré-floração e floração da espécie *Syagrus petraea*, com valores: número de observações, ângulo médio, variância circular e desvio padrão circular de cada fenofase.**

34
Figura 12. Teste de agregação de Rayleigh e Rao ($\alpha < 0,05$) para as fenofases: pré-floração e floração da espécie *Butia archeri*, com valores: número de observações, ângulo médio, variância circular e desvio padrão circular de cada fenofase.

35
Figura 13. Teste de agregação de Rayleigh e Rao ($\alpha < 0,05$) para as fenofases: pré-floração e floração da espécie *Syagrus flexuosa*, com valores: número de observações, ângulo médio, variância circular e desvio padrão circular de cada fenofase.

36
Figura 14. Intensidade de floração e frutificação de *S. flexuosa* na FAL durante o período de outubro de 2007 a outubro de 2008, e os valores de precipitação (em cinza) relativos à média dos dez dias que antecederam os dias de coleta dos dados. Variação no número de estruturas reprodutivas na população, podendo ser estas, espatas, inflorescências ou infrutescências.

38
Figura 15. Vestígios de cupim em inflorescência e abortamento de infrutescência de *A. leucocalyx*.

39
Figura 16. Intensidade de floração e frutificação de *B. archeri* na FAL durante o período de outubro de 2007 a outubro de 2008, e os valores de precipitação (em cinza) relativos à média dos dez dias que antecederam os dias de coleta dos dados. Variação no número de estruturas reprodutivas na população, podendo ser estas, espatas, inflorescências ou infrutescências.

40
Figura 17. Intensidade de floração e frutificação de *S. petraea* na FAL durante o período de outubro de 2007 a outubro de 2008, e os valores de precipitação (em cinza) relativos à média dos dez dias que antecederam os dias de coleta dos dados. Variação no número de estruturas reprodutivas na população, podendo ser estas, espatas, inflorescências ou infrutescências

42
Figura 18. Intensidade de floração e frutificação de *A. campestris* na FAL durante o período de outubro de 2007 a outubro de 2008, e os valores de precipitação (em cinza) relativos à média dos dez dias que antecederam os dias de coleta dos dados. Variação no número de estruturas reprodutivas na população, podendo ser estas, espatas, inflorescências ou infrutescências.

43
Figura 19. Intensidade de floração e frutificação de *A. leucocalyx* na FAL durante o período de outubro de 2007 a outubro de 2008, e os valores de precipitação (em cinza) relativos à média dos dez dias que antecederam os dias de coleta dos dados. Variação no número de estruturas reprodutivas na população, sendo estas espatas, inflorescências e infrutescências.

44
Figura 20. Intensidade de floração e frutificação de *S. comosa* na FAL durante o período de outubro de 2007 a outubro de 2008, e os valores de precipitação (em cinza) relativos à média dos dez dias que antecederam os dias de coleta dos dados. Variação no número de estruturas reprodutivas na população, sendo estas espatas, inflorescências e infrutescências.

45

Figura 21. Mediana e primeiro e terceiro quartis do número de flores femininas, frutos iniciados e sucesso reprodutivo de *B. archeri*.

49

Figura 22. Mediana e primeiro e terceiro quartis do número de flores femininas, frutos iniciados e sucesso reprodutivo de *S. flexuosa*.

50

Figura 23. Mediana e primeiro e terceiro quartis do número de flores femininas, frutos iniciados e sucesso reprodutivo de *S. petraea*

50

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Ângulo médio encontrado na análise de distribuição circular (Teste de Rayleigh) das fenofases pré-floração, floração, frutificação e maturação das espécies *A. campestris*, *A. leucocalix*, *B. archeri*, *S. comosa*, *S. flexuosa* e *S. petraea*.**
- 30**
- Tabela 2. Fenologia das espécies *A. campestris*, *A. leucocalyx*, *B. archeri*, *S. comosa*, *S. flexuosa* e *S. petrae*, representando as fenofases (o) floração, e (#) sobreposição das fenofases de floração e frutificação.**
- 37**
- Tabela 3. Resultado do teste de Correlação por postos de Spearman ($p \leq 0,05$) entre a intensidade das fenofases e a média dos dez dias que precederam a data de coleta dos dados, com os valores não significativos destacados em cinza.**
- 39**
- Tabela 4. Indivíduos da espécie *Butia archeri*, número de suas unidades reprodutivas e correspondentes de taxas de iniciação (TI), maturação (TM), sucesso reprodutivo (SR), predação de frutos (PF) e abortamento.**
- 47**
- Tabela 5. Indivíduos da espécie *Syagrus flexuosa*, número de suas unidades reprodutivas e correspondentes de taxas de iniciação (TI), maturação (TM), sucesso reprodutivo (SR), predação de frutos (PF) e abortamento.**
- 48**
- Tabela 6. Indivíduos da espécie *Syagrus petraea*, número de suas unidades reprodutivas e correspondentes de taxas de iniciação (TI), maturação (TM), sucesso reprodutivo (SR), predação de frutos (PF) e abortamento.**
- 48**

RESUMO

As palmeiras encontram-se distribuídas principalmente nos trópicos e subtropicais, possui aproximadamente 3000 espécies distribuídas em 190 - 240 gêneros. No Distrito Federal (DF), são 14 espécies nativas, distribuídas em oito gêneros. Destacam-se pelo valor econômico como pelo seu papel ecológico nas formações vegetais onde ocorrem. Muitas comunidades de plantas tropicais mostram um padrão sazonal na fenologia reprodutiva e vegetativa, tanto no nível de comunidade como de indivíduo. Apesar da importância ecológica e econômica das palmeiras anteriormente citadas, a biologia de muitas de suas espécies é ainda desconhecida. A fenologia de espécies tropicais tem emergido como um importante foco para pesquisas ecológicas não somente por sua relevância para estrutura e funcionamento dos sistemas, mas principalmente devido seu potencial no que diz respeito a críticas as questões globais de modelagem, monitoramento e mudanças climáticas. Com isso o presente trabalho visou estudar os componentes da reprodução sexuada e o sucesso reprodutivo, das espécies de palmeiras nativas de cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa (FAL) em Brasília, DF, *A. campestris*, *A. leucocalyx*, *B. archeri*, *S. comosa*, *S. flexuosa* e *S. petraea*, analisando em particular o efeito da predação dos frutos sobre o sucesso reprodutivo. Foram feitas visitas quinzenais no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, para acompanhamento do estado fenológico reprodutivo de 30 indivíduos com tamanho reprodutivo na área selecionada. Cada inflorescência produzida foi marcada e classificada como: inflorescência fechada, inflorescência aberta, flores pistiladas, flores estaminadas, frutos - jovem e desenvolvido. Apesar de serem espécies do mesmo grupo dos cocosóides não-espinhosos apresentaram diferentes períodos de ocorrência das fenofases. O sucesso reprodutivo e a altura do indivíduo, bem como a altura e o número de inflorescências produzidas, não apresentou relação para as espécies com estipe aéreo. *B. archeri* e *S. flexuosa* apresentaram uma correlação positiva entre relação entre o número de flores pistiladas e o número de frutos iniciados. Não foi verificada correlação entre o número de flores femininas e o sucesso reprodutivo nas espécies *B. archeri*, *S. flexuosa* e *S. petraea*. Não existe um padrão temporal de produção e amadurecimento dos frutos. Houve um padrão temporal na produção e amadurecimento de frutos para algumas das espécies estudadas.

Palavras-chave: Fenologia reprodutiva, palmeiras nativas, cerrado *sensu stricto*, sucesso reprodutivo.

ABSTRACT

Palms are mainly found in the tropics and subtropics with approximately 3,000 species in 190 to 240 genera. In the Federal District (DF) of Brazil, there are 14 native species, distributed in 8 genera. Many communities of tropical plants show a seasonal pattern in reproductive and vegetative phenology at both the community level as well as for individuals. Despite the ecological and economic importance of palms, the biology of many species is still unknown. Studies on phenology of tropical species has emerged as an important focus for ecological research not only due to its relevance to the structure and operation of systems, but mainly because of its potential with regard to critical issues of global modeling, monitoring and climate change. The objective of this study was to accompany components of sexual reproduction and reproductive success of six palms species native to the cerrado *sensu stricto* of the Fazenda Água Limpa (FAL) in Brasília, DF. The species were *Allagoptera campestris*, *A. leucocalyx*, *Butia archeri*, *Syagrus comosa*, *S. flexuosa* and *S. petraea*, examining in particular the effect of predation of fruits on the reproductive success. Visits were made fortnightly from October 2007 to September 2008 to monitor the reproductive phenological status of 30 potentially reproductive individuals of each species. Each inflorescence produced was marked and classified as closed, open, pistillate, flowers, fruit - young and developed. Although these species are in the same group of non-spinal cocosoids they had different pattern of phenophases. The peak and reproductive success of individuals as well as peak and number of inflorescences produced showed no relationship to the species with stipe height. *Butia archeri* and *S. flexuosa* showed a positive correlation between the number of female flowers and the number of fruits initiated. There was no correlation between the number of female flowers and reproductive success in species *B. archeri*, *S. flexuosa* and *S. petraea*. There was a temporal pattern in the production and ripening of fruits for some of the species.

Keywords: reproductive phenology, native palms, cerrado *sensu stricto*, reproductive success.

INTRODUÇÃO

O termo fenologia é derivado do grego, *phaino* e significa *mostrar* ou *aparecer*, sendo definido como o estudo do período sazonal dos eventos do ciclo de vida (Rathcke & Lacey 1985). Um dos principais eventos do ciclo de vida das plantas é a floração, a qual pode ter a duração de um único dia, assim como de um ano inteiro ((Rathcke & Lacey 1985). Gentry em 1974 categorizou o padrão de floração das espécies baseado na sua duração: curta duração, normalmente apresentando floração em massa e sincronizada, e longa duração, comumente produzindo poucas flores por dia, mas por longos períodos. Em ambientes tropicais, a floração em massa é mais comum entre árvores, as quais floram durante a estação seca, enquanto a floração por longos períodos (*steady-state*) é mais encontrada na maioria das espécies (Bawa 1977; Augspurger 1980; Rathcke & Lacey 1985).

Em ambientes de comportamento climático sazonal, muitas espécies mostram distintos padrões sazonais em suas atividades vegetativas e reprodutivas (Janzen 1967; Frankie *et al.* 1974). A reprodução sazonal depende de fatores abióticos que desencadeiem a floração e em último caso de fatores que influenciam a evolução da fenologia reprodutiva (Adler & Lambert 2008). O exame da variação no cronograma de floração entre indivíduos de sub-populações ou entre indivíduos sobre diferente pressão seletiva, é importante para considerar as variações temporais no fenótipo individual, bem como a variação temporal e espacial das pressões de seleção atuantes (Mahoro 2002). As características ambientais que afetam a floração e frutificação tanto diretamente (através das condições do habitat) quanto indiretamente (através do período de caducifolia) (Singh & Kushwaha 2005) podem ser críticas para a reprodução e sobrevivência das espécies.

Muitas comunidades de plantas tropicais mostram um padrão sazonal na fenologia reprodutiva e vegetativa, tanto no nível de comunidade como de indivíduo (Frankie *et al.* 1974; Monasterio & Sarmiento 1976). Embora mecanismos como padrões de precipitação tenham sido sugeridos como sinais fenológicos para espécies tropicais (Opler *et al.* 1976; Augspurger, 1981), os resultados do padrão fenológico representam respostas adaptativas (De Steven 1987). Estratégias adaptativas para o sucesso da polinização e dispersão de sementes são também usadas para explicar o período reprodutivo da planta (Augspurger 1981).

Podemos observar diferentes níveis de variação como diferentes graus de sazonalidade, episódios múltiplos de floração dentro do ano, mudanças anuais na estação de floração e diferentes intensidades de floração entre os anos, fazendo com que a sincronia ou assincronia dos eventos fenológicos sejam cruciais para o sucesso reprodutivo das diferentes espécies de uma comunidade (De Steven 1987).

A sincronia entre populações e indivíduos afeta a densidade floral. Uma maior sincronia pode ser vantajosa ou desvantajosa dependendo das interações densidade-dependente com demais organismos, o aumento da atratividade causado pela exposição floral em massa, pode atrair tanto polinizadores como predadores (Rathcke 1983). O conflito resultante sugere que *trade-offs* entre polinização e predação dependam das relativas densidades de polinizadores, predadores e flores (Rathcke & Lacey 1985). Enquanto a assincronia pode ser favorável em variadas situações, como promovendo o cruzamento ao forçar polinizadores a se moverem entre os indivíduos; reduzindo a competição intra-específica por polinizadores; reduzindo o tamanho efetivo da população (Bawa 1977); ou aumentando o número de parceiros com uma mudança temporal de vizinhança (Bawa 1983; Rathcke & Lacey 1985). Diferenças na biologia reprodutiva entre indivíduos ou populações podem fortemente diminuir o número de

cruzamentos dentro e fora das populações, e assim afetar a diversidade genética natural e persistência das mesmas (Scariot *et al.*, 1995).

Nas palmeiras diversos padrões de floração são observados, novamente sugerindo a ausência de condicionalismos específicos no desenvolvimento da arquitetura de crescimento sob o grau de sazonalidade, sincronia e previsibilidade da estação de floração (De Steven 1987).

Devido seu padrão de crescimento essencialmente uniforme as palmeiras oferecem uma oportunidade de avaliação das características morfológicas na fenologia reprodutiva (De Steven 1987). Os estipes monopodiais das palmeiras crescem continuamente de um único meristema e produz novas folhas seqüencialmente, com uma também seqüencial morte e queda das folhas velhas (Corner 1966). Uma simples gema de inflorescência axilar pode ser iniciada a cada nó da folha no mesmo tempo de formação da folha, e as inflorescências surgem através de um rápido crescimento e expansão da gema pré-formada (De Steven 1987). Esse padrão de crescimento dividido pode limitar uma série de possibilidades de padrões fenológicos reprodutivos entre as espécies de palmeiras, e uma contínua fenologia das folhas pode prover o potencial para a atividade reprodutiva não sazonal através do ano devido à direta associação entre as gemas das inflorescências e o desenvolvimento de folhas (De Steven 1987).

A sincronia e intensidade de floração têm sido apontadas como um dos fatores que afetam a visitação pelos polinizadores, dos quais dependem para a formação do fruto (Augspurger, 1983). Somente há poucos anos vêm sendo estudados a influência dos aspectos relacionados com o período, freqüência e sincronia de floração no sucesso reprodutivo das plantas (Scariot *et al.*, 1995).

Floração sincronizada ajuda o indivíduo a atrair polinizadores, por outro lado a frutificação sincronizada que se segue, atrai larvas de insetos que desejam comer

sementes em desenvolvimento (Augspurger, 1981). A mortalidade de sementes causadas por predadores ou patógenos sazonais pode influenciar também o momento de maturação (Rathcke & Lacey 1985), afetando não somente a dispersão dos propágulos maduros, mas também a distribuição sazonal de alimentos para frugívoros que comem frutos maduros e sementes (De Steven 1987).

A frutificação inclui fecundação, crescimento e maturação do fruto e a apresentação dos frutos para os dispersores, assim como, a eventual dispersão dos frutos pela planta mãe. Pré-dispersores, predadores e patógenos podem destruir as sementes, tornando os frutos menos atrativos para os dispersores influenciando o sucesso reprodutivo do indivíduo (Rathcke & Lacey 1985; De Steven 1987). Em muitas espécies de palmeiras, menos de 50% dos indivíduos que floram e eventualmente amadurecem seus frutos com sucesso, devido à grande quantidade de perda por aborto e predação (De Steven 1987).

Apesar da importância ecológica e econômica das palmeiras anteriormente citadas, a biologia de muitas de suas espécies é ainda desconhecida (Scariot *et al.* 1995). Como um importante foco para pesquisas ecológicas a fenologia de espécies tropicais tem emergido não somente por sua relevância para estrutura e funcionamento dos sistemas, mas principalmente devido seu potencial no que diz respeito a críticas as questões globais de modelagem, monitoramento e mudanças climáticas (Singh & Kushwaha 2005). Sendo ainda a compreensão dos padrões fenológicos uma importante ferramenta para a avaliação da oferta de recursos, manejo e conservação das espécies o presente trabalho visou estudar os componentes da reprodução sexuada e o sucesso reprodutivo, de seis espécies de palmeiras nativas de cerrado *sensu stricto*, analisando em particular o efeito da predação dos frutos sobre o sucesso reprodutivo.

OBJETIVOS E HIPÓTESES

OBJETIVO GERAL

Estudar aspectos relacionados à fenologia reprodutiva com ênfase nos efeitos da predação dos frutos sobre o sucesso reprodutivo, em cerrado *sensu stricto*, na fazenda Água Limpa, utilizando um ano de levantamento, através:

(a) do conhecimento do comportamento fenológico das espécies *Allagoptera campestris* (Mart.) Kuntze, *Allagoptera leucocalyx* (Drude) Kuntze, *Butia archeri* (Glassman) Glassman, *Syagrus comosa* (Mart.) Mart., *Syagrus flexuosa* (Mart.) Becc. e *Syagrus petraea* (Mart.) Becc. em relação à sazonalidade climática;

(b) da taxa de sucesso reprodutivo destas espécies.

ESPECÍFICOS

1) Descrever a fenologia reprodutiva das espécies *Allagoptera campestris*, *A. leucocalyx*, *Butia acheri*, *Syagrus comosa*, *S. flexuosa* e *S. petraea* considerando as seguintes fenofases:

- a) Pré-floração
- b) Floração
- c) Desenvolvimento dos frutos
- d) Maturação dos frutos

2) Determinar a variabilidade do seu sucesso reprodutivo, tendo em vista a taxa de abortamento e predação dos frutos.

HIPÓTESES

As principais questões levantadas neste estudo são:

- 1) Existe uma diferença no período de ocorrência das fenofases das espécies de palmeiras?
- 2) Existe relação entre o sucesso reprodutivo e a estrutura da planta, altura e número de inflorescências produzidas?
- 3) Existe o número de frutos iniciados depende do número de flores femininas produzidas?
- 4) O sucesso reprodutivo está relacionado ao número de flores femininas?
- 5) Os frutos das espécies de palmeiras estudadas amadurecem no mesmo período?

REVISÃO DA LITERATURA

Apesar de desempenharem um importante papel na estrutura e composição da vegetação do cerrado (Scariot *et al.*, 1995; Lima *et al.* 2003) e de sua importância econômica (Scariot *et al.*, 1995), poucos são os estudos relacionados à estrutura e dinâmica das populações de palmeiras, além de serem normalmente descartadas dos trabalhos florísticos e fitossociológicos das espécies lenhosa do cerrado, devido o fato de muitas espécies possuírem estipes subterrâneos (Lima *et al.* 2003).

A maioria dos estudos com palmeiras têm sido conduzidos, principalmente, com relação à biologia reprodutiva (Scariot *et al.* 1995; Rosa *et al.* 1998), mortalidade de plântulas, predação e dispersão de sementes (Scariot *et al.* 1998, 2000).

Apenas três trabalhos têm como objetivo o estudo da fenologia de palmeiras no Cerrado. O primeiro descreve a fenologia de floração e frutificação de *Acrocomia aculeata* na região do DF (Scariot *et al.*, 1995), com a ocorrência do pico de floração durante a transição da estação seca para a estação chuvosa (entre os meses de outubro e novembro) e com maturação dos frutos no início no período seco, a partir do mês de junho e estende-se pelo período chuvoso até dezembro ou março, dependendo da área estudada. Adicionalmente, os autores observaram que a época de floração influencia o sucesso reprodutivo, com os indivíduos que floraram durante o momento de pico tiveram maior sucesso reprodutivo do que os indivíduos com floração precoce ou tardia.

O segundo trabalho (Sampaio 2006) descreve a fenologia foliar e reprodutiva de *Geonoma schottiana* em uma mata de galeria situada no Parque Nacional de Brasília, DF, onde o autor observou agregação significativas nas fenofases de emissão e expansão foliar, abscisão de folhas, floração e desenvolvimento dos frutos. Apenas a fenofase de maturação dos frutos não se mostrou significativamente agregada no tempo. A fase do desenvolvimento reprodutivo anterior à floração tem início no final do

período chuvoso, ou na transição para o período seco, e os frutos iniciam o seu desenvolvimento após o início da estação chuvosa (Sampaio, 2006). Esta é provavelmente uma espécie importante para a fauna frugívora, pois disponibiliza frutos o ano inteiro devido a não significativa agregação temporal da maturação de frutos (Sampaio, 2006).

O terceiro trabalho feito por Mamede (2008) estudou os aspectos relacionados com a reprodução e a persistência de *Syagrus flexuosa* na região do Cerrado. No estudo a fenologia reprodutiva da espécie *Syagrus flexuosa* não variou entre diferentes áreas de estudo, nem quando submetida ao fogo freqüente (Mamede 2008). Mostrou que existe uma tendência elevada de agregação temporal nas fenofases reprodutivas, que os frutos somente atingem a maturidade após cerca de nove meses de desenvolvimento e que o processo reprodutivo completo leva aproximadamente um ano para ser concluído. O estudo mostrou ainda que o sucesso reprodutivo da espécie apesar de baixo, com altas taxas de abortamento, não variou entre as áreas estudadas, mas apresentou um efeito positivo do tratamento pelo fogo sobre o mesmo (Mamede 2008). A taxa de predação de sementes também não variou entre as áreas ou quando submetidas ao fogo freqüente. O estudo indicou ainda que a predação de sementes apesar de não apresentar variação entre as áreas de estudo, foi significativamente menor na área queimada, em comparação com as áreas não-queimadas (Mamede 2008).

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

As coletas de campo foram realizadas em cerrados *sensu stricto* (Fig. 1) da Estação Experimental Fazenda Água Limpa (FAL- 15°56'-15°59'S e 47°55' – 47°58'W) (Fig. 2), a qual se encontra situada no Distrito Federal (DF), cerca de 30 km ao Sul do Campus Universitário Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília - UnB possui uma área de 4.500 ha. com altitude média de 1.100 m a.n.m. Limita-se ao norte com o Ribeirão do Gama e o Núcleo Rural da Vargem Bonita, ao sul com a BR 251, que liga Brasília a Unai/MG, ao leste com o Córrego Taquara e o IBGE, e ao oeste com a estrada de ferro e o Country Club de Brasília (<http://www.unb.br/fal/pages/apresentacao.htm>).



Figura 1. (A e B) Cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa (FAL). Fotos: Bruno, M. M. A. 2008.

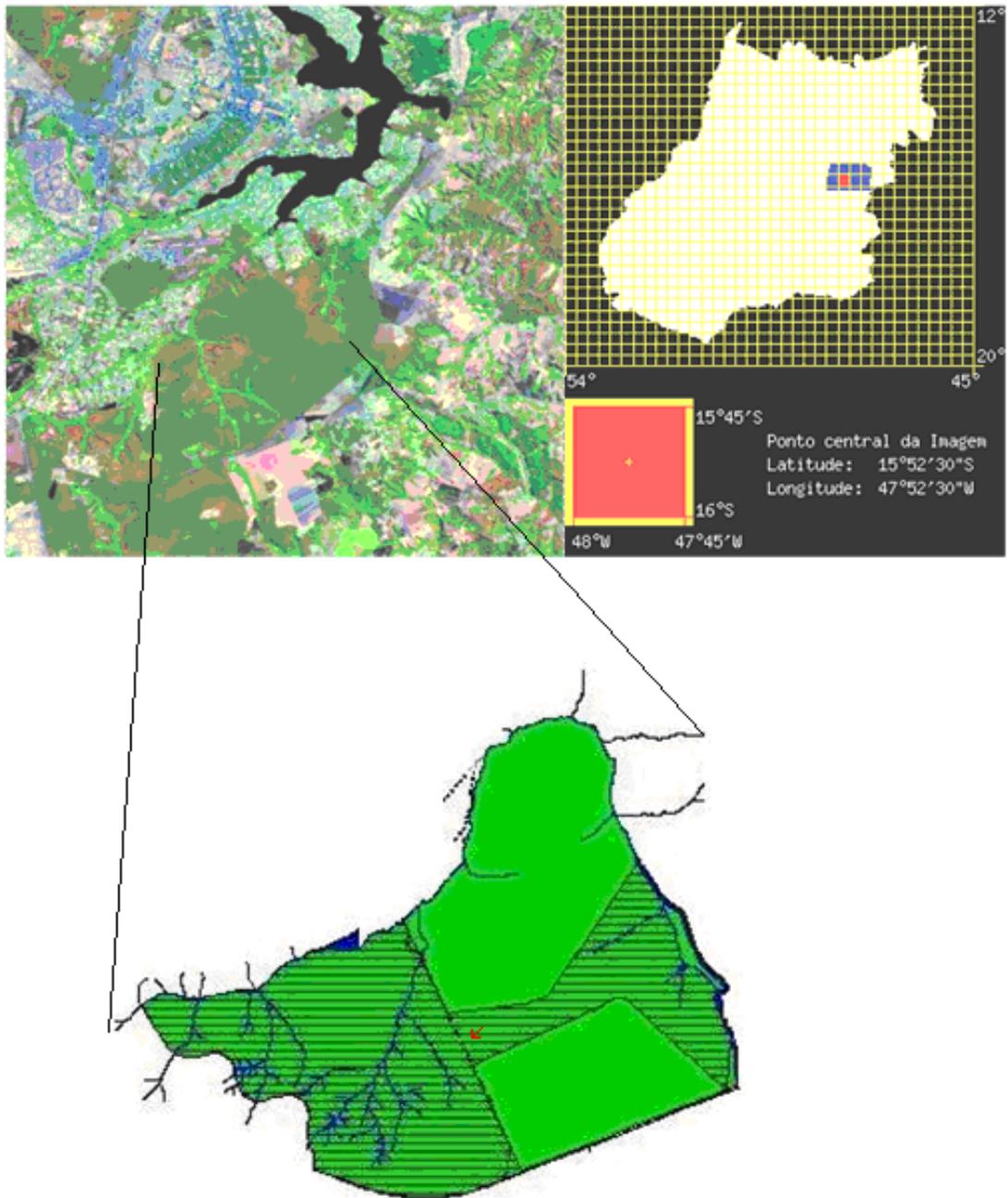


Figura 2. Mapa do estado de Goiás, Distrito Federal e em destaque a Fazenda Água Limpa (IBGE, 2007).

A área experimental faz parte do núcleo da Reserva da Biosfera do Cerrado (disponível em <http://www.rbma.org.br/mab/unesco>) e, junto com a Reserva do Jardim Botânico de Brasília, a Reserva Ecológica do IBGE e outras áreas outras áreas circunvizinhas, compõem a APA das Bacias do Gama e Cabeça-de-Veado, perfazendo um total aproximado de 10.000 hectares de área protegida contínua.

O solo é do tipo latossolo distrófico com alta saturação de alumínio (Haridasan 2000) e o clima, assim como em todo o Brasil Central, é tipicamente sazonal, com duas estações bem definidas: uma chuvosa e outra seca. A precipitação média anual é de 1.453 mm. Os meses mais chuvosos são os de novembro a março, período no qual ocorrem, em média, 75% do total anual de precipitação. A estação seca geralmente começa em maio e termina em setembro. Os meses de junho, julho e agosto são os mais secos, constituindo um período de déficit hídrico na maioria dos solos. A temperatura média anual é de 22°C. A média das máximas é de 27°C e a das mínimas 15,4°C. Os meses mais quentes são setembro e outubro, com temperaturas médias mensais de até 25,6°C. Junho e julho são os meses mais frios, com temperatura média ao redor de 20°C. A umidade relativa do ar é alta durante o verão, oscilando entre 79% e 73%. Entre junho e setembro, essas médias passam a variar entre 61% e 50%, mas períodos com umidade relativa do ar abaixo de 20% são freqüentes (<http://www.recor.org.br/cerrado/clima.html>).

Durante o ano de estudo (out/2007 a out/2008) o período de maior precipitação que caracteriza a estação chuvosa, ocorreu de outubro a abril. O período de menor precipitação, com uma precipitação mensal inferior a 50 mm de chuva, que caracteriza a estação seca, ocorreu de maio a setembro (Fig. 3).

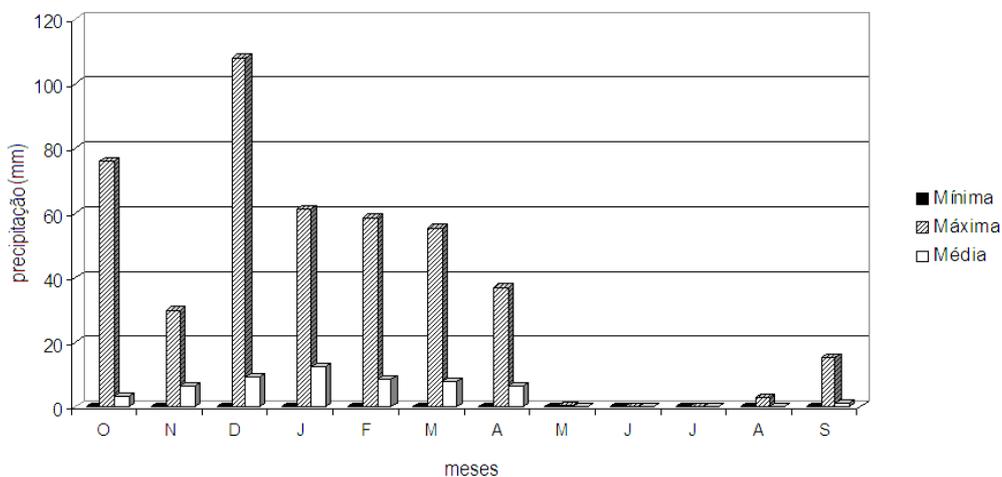


Figura 3. Precipitação mínima, máxima e média do período de outubro de 2007 a setembro de 2008 (Fonte: <http://www.recor.org.br>).

ESPÉCIES DE ESTUDO

FAMÍLIA ARECACEAE

As palmeiras encontram-se distribuídas principalmente nos trópicos e subtropicais (Martins & Fligueiras 2006). A família Arecaceae possui aproximadamente 3000 espécies distribuídas em 190 - 240 gêneros (Souza & Lorenzi 2005; Lorenzi *et al.* 2004; Uhl & Drainsfield 1987), representando a terceira maior família em riqueza dentre as monocotiledôneas tropicais (Uhl & Drainsfield 1987). Em levantamento rápido Hawkes (1952) comprovou a ocorrência natural de 67 gêneros e 550 espécies nas Américas, contudo estudos mais recentes apontam somente para o Brasil a presença de 208 espécies nativas e 175 exóticas (Lorenzi *et al.* 2004). Martins & Filgueiras (2006), em recente estudo sobre a família Arecaceae no Distrito Federal (DF), relataram a presença de 14 espécies nativas, distribuídas em oito gêneros.

São plantas monocotiledôneas de hábito geralmente arborescente, apresentando tipicamente um estipe único, colunar, encimado por folhas gigantes geralmente dispostas em espiral e contendo folíolos coriáceos (Martins & Filgueiras, 2006). Destacam-se pelo valor econômico que representam às populações humanas, através do uso industrial e cosmético, na produção de óleos comestíveis, fabricação de casas, ranchos e abrigos temporários, confecção de vassouras e muitos outros usos (Peres 1994; Martins 2000). Sendo também de reconhecida importância quanto ao seu papel ecológico nas formações vegetais onde ocorrem (Scariot *et al.*, 1995; Peres 1994), através do fornecimento de alimento para uma série de frugívoros (Herderson *et al.* 2000; Galetti *et al.* 1992; Peres, 1994; Reis, 1995), desde insetos passando por aves (psitacídeos, ramphastidae) e mamíferos (principalmente roedores) (Martins & Filgueiras, 2000).

De acordo com Henderson (2002), a família Arecaceae pode ser subdividida em 15 grandes grupos representando linhas evolutivas distintas. O grupo dos cocosóides não-espinhosos, ao qual pertencem os gêneros *Allagoptera*, *Butia* e *Syagrus*, é caracterizado por espécies de palmeiras geralmente altas, com folhas pinadas e dobramento reduplicado. As inflorescências ocorrem entre as folhas (interfoliares) e são ramificadas até a primeira ordem (Henderson 2002). O grupo é constituído de 14 gêneros, dos quais 10 são de distribuição neotropical (Henderson 2002).

Para esse estudo foram selecionadas as seis espécies que ocorrem no cerrado *sensu stricto*:

- *Allagoptera campestris* (Mart.) Kuntze (Fig. 4)

Presente nos cerrados do Brasil nos estados da Bahia, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná e São Paulo, numa altitude de 600-1500 m a.n.m (Henderson *et al.* 1995). Ocorre ainda na Argentina e Paraguai. Floresce de novembro a fevereiro e frutifica de janeiro a maio (Martins & Filgueiras, 2007). Possui potencial ornamental e frutos bastante utilizados pela fauna regional (Lorenzi *et al.* 2004).

Planta monóica, pleonântica, protândrica, com 0,35-1 m de altura; estipe solitário, subterrâneo; com 2-10 folhas pinadas com 105- 152 folíolos lanceolados, eretos, inseridos em grupos de 3-2 em diferentes planos, raro isolados. Inflorescência interfoliar, não ramificada, espiciforme, com raque sustentando tríades na metade proximal e díades de flores estaminadas em direção ao ápice. Frutos verde-amarelos, ovóides a elipsóides; epicarpo liso; mesocarpo pouco fibroso, polposo, adocicado; endocarpo delgado; uma semente (Martins & Filgueiras 2007).



Figura 4. (A) Pré-inflorescência de *Allagoptera campestris*; (B) Indivíduo de *A. campestris*; (C) Indivíduo, (D) inflorescência com flores femininas e (E e F) infrutescência com frutos jovens de *S. comosa*. Fotos: Bruno, M. M. A. 2008.

- *Allagoptera leucocalyx* (Drude) Kuntze (Fig. 5)

Com ocorrência nos estados da Bahia, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, sul do Pará e São Paulo. Em campos e cerrados, em áreas abertas, secas, rochosas, freqüentemente com solos arenosos, florescendo de março a maio e frutificando de janeiro, fevereiro a agosto (Martins & Filgueiras 2007) em altitudes variando de 200-700 m a.n.m. (Henderson *et al.* 1995).

Planta monóica, pleonântica, protândrica, com 0,6-1,4 m de altura; estipe solitário, subterrâneo. Oito folhas pinadas com 32-147 folíolos, lanceolados, eretos, inseridos em diferentes planos, geralmente em grupos de 2-4. Inflorescência interfoliar, não ramificada, espiciforme, com raque sustentando tríades na metade proximal e tríades de flores estaminadas em direção ao ápice. Frutos amarelo-esverdeados, semi-ovóides; epicarpo liso; mesocarpo pouco fibroso, polposo, adocicado; endocarpo pétreo; uma semente.



Figura 5. (A e B) Indivíduos de *Allagoptera leucocalyx*, (C) indivíduo em pré-floração, (D) medida de largura e (E e F) comprimento da bráctea peduncular (espata), ao lado de espata seca, (G, H e I) infrutescência com frutos jovens, (K) infrutescência com frutos

desenvolvidos seca e (L) fenda de abertura da espata, mas com inflorescência já seca. Fotos: Bruno, M. M. A. 2008.

- *Butia archeri* (Glassman) Glassman. (Fig. 6)

Popularmente chamada de butiá, coqueirinho-do-campo ou vassourinha, ocorre nos cerrados *sensu stricto* e campos dos estados do Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e São Paulo (Henderson *et al.* 1995). Floresce de maio a dezembro e frutifica de julho a fevereiro.

Planta monóica, pleonântica, protândrica, inerme; estipe solitário, curto, moderadamente alto e grosso. Com 4-12 folhas pinadas arqueadas; 26-57 folíolos, lanceolados, reduplicados, isolados (regularmente arranjados), delicadamente assimétricos, eretos; Inflorescência interfoliar ramificada em primeira ordem, 9-44 ráquias, sustentando díades, tríades ou tétrades com duas flores pistiladas e duas estaminadas. Frutos imaturos arroxeados, maduros verde-amarelados, obovóides; restos estigmáticos apicais; epicarpo levemente áspero; mesocarpo fibroso; endocarpo ósseo; com uma ou duas sementes (Martins & Filgueiras 2007).



Figura 6. (A e B) Indivíduos reprodutivos de *Butia archeri.*, (C) placa metálica de identificação e espata, (D e G)) medida de comprimento em espata, (E e F) medida de largura da espata, (H e J) inflorescência com flores estaminadas, (I e K) inflorescências com flores pistiladas, (L) infrutescências com frutos jovens, (M) fenda de abertura da espata com flores secas, (N) frutos maduros e (O) frutos dispersos no chão ao redor da planta mãe da espécie *B. archeri.* Fotos: Bruno, M. M. A. 2008.

- *Syagrus comosa* (Mart.) Mart. (Fig. 4)

Conhecido como côco-babão, côco-católé, jerivá, guabiroba ou palmito-amargoso, ocorre no Brasil nos cerrados, encostas rochosas, zonas de transição entre cerrado e florestas dos estados da Bahia, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Piauí e Tocantins (Henderson *et al.* 1995). Floresce de fevereiro a outubro e frutifica de janeiro, fevereiro, julho e outubro (Martins & Filgueira 2007).

Planta monóica, pleonântica, protândrica, inerme, de 0,4-4,2 m de altura; estipe solitário, evidente, curto. Com 5-6 folhas pinadas; folíolos reduplicados, isolados ou em grupos de 2 a 3, em dois planos, eretos. Inflorescência interfoliar, ramificada em primeira ordem, 6-17 ráquias, sustentando na base 14-19 tríades, raro tétrades. Frutos verde-amarelados, obovóides, rostrados, restos estigmáticos apicais; epicarpo liso, fibroso; mesocarpo fibroso; endocarpo ósseo; com uma semente (Martins & Filgueira 2007).

- *Syagrus flexuosa* (Mart.) Becc. (Fig. 7)

Popularmente conhecida como côco-do-campo, cocô-de-raposa, palmito-amargoso entre outros, possui alto potencial paisagístico e frutos comestíveis apreciados pela fauna (Lorenzi *et al.* 2004). As folhas são utilizadas na prensagem da massa de mandioca a fim de que o princípio ativo (ácido cinídrico) seja eliminado antes de ser usado como alimento (Noblick, 1996). Ocorre no Brasil nos cerrados, florestas e áreas perturbadas com solos arenosos e rochosos dos estados da Bahia, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Rio de Janeiro, São Paulo e Tocantins (Henderson *et al.* 1995). Floresce e frutifica durante quase todo o ano (Martins & Filgueira 2007).

Planta monóica, pleonântica, protândrica, inerme, de 1-3 m de altura; estipe cespitoso, evidente, curto. Com 8-12 folhas pinadas; folíolos reduplicados, raque foliar com 150-182 folíolos, linear-lanceolados, ápices linear-acuminado a agudo e fendido, levemente assimétricos, flexuosos, em grupos de 2-10, inseridos em diferentes planos. Inflorescência interfoliar, ramificada em primeira ordem, 8-31 ráquias, sustentando na base 1-18 tríades na base. Frutos obovóides, rostrados; restos estigmáticos apicais; epicarpo liso; mesocarpo fibroso, polposo; endocarpo ósseo; uma semente (Martins & Filgueiras 2007).



Figura 7. (A e B) Indivíduos de *Syagrus flexuosa*, (C) indivíduo com folhagem seca, (D e E) Infrutescências com frutos maduros, (F e G) infrutescência com frutos abortados, (H e I) infrutescências com frutos maduros, (J) fruto maduro não predado, (K e L) fruto maduro predado por larva de parasitóide e (M) fruto maduro e parasita da ordem Hymenoptera. Fotos: Bruno, M. M. A. 2008.

- *Syagrus petraea* (Mart.) Becc. (Fig. 8)

Ocorre nos cerrados de solos arenosos a rochosos, em florestas e campos limpos nos estados da Bahia, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Roraima, São Paulo e Tocantins (Martins & Filgueiras 2007). Floresce de março a novembro e frutifica em maio e de setembro a novembro (Martins & Filgueiras 2007).

Planta monóica, pleonântica, protândrica, inerme, de 0,7-1,2 m de altura; estipe solitário, subterrâneo. Com 2-6 folhas pinadas; 28-46 folíolos, lanceolados, ápices agudo a oblíquo, eretos, isolados ou em grupos de 2-3, inseridos em um único plano. Inflorescência interfoliar, espiciforme ou ramificada em primeira ordem; ráquias 1-4, sustentando 2-3 tríades na base. Frutos creme-esverdeados, obovóides, com bicos, liberam resina cor de caramelo; restos estigmáticos apicais; epicarpo liso a fibroso; mesocarpo, polposo; endocarpo ósseo (Martins & Filgueiras 2007).

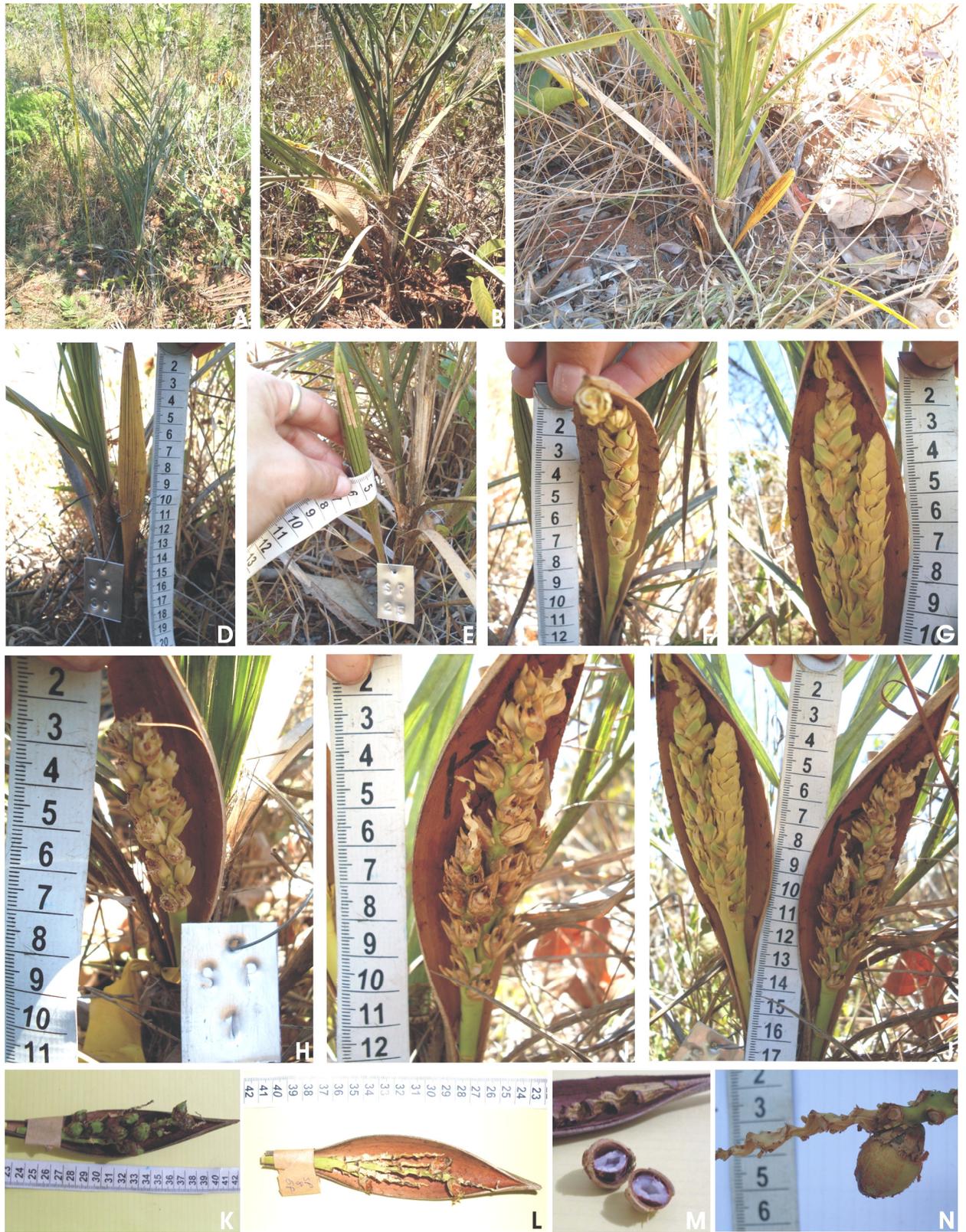


Figura 8. (A) Indivíduo de *Syagrus petraea*, (B e C) indivíduos reprodutivos com espata, (D) medidas de comprimento da espata, (E) medidas de largura da espata, (F) inflorescência com flores pistiladas e estaminadas fechadas, (G) inflorescência com flores estaminadas abertas e flores pistiladas fechadas, (H) inflorescência com flores pistiladas abertas, (I e J) infrutescências com de frutos jovens, (K) infrutescência de frutos maduros, (L) frutos

liberando seiva, (M) fruto maduro na predado e (N) fruto maduro. Fotos: Bruno, M. M. A. 2008.

FENOLOGIA REPRODUTIVA

Foram feitas visitas quinzenais no período de outubro de 2007 a setembro de 2008 a área de cerrado *sensu stricto* na Fazenda Água Limpa (FAL), para acompanhamento do estado fenológico reprodutivo de 30 indivíduos de cada espécie, totalizando 180 indivíduos de palmeiras. Sabendo que as palmeiras possuem crescimento monopodial e que o tamanho pode não ser indicativo da idade dos indivíduos, foi utilizado como padrão para inclusão dos mesmos o tamanho reprodutivo, sendo selecionados apenas indivíduos que apresentavam cicatrizes de inflorescências (raques e/ou ráquias secas), inflorescências ou infrutescências antigas (fig. 5k), por mais variados tamanhos que pudessem apresentar. Os mesmos foram selecionados aleatoriamente em três áreas distantes cerca de 150 metros uma da outra. Sendo marcados dez indivíduos de cada uma das seis espécies em cada área.

Os indivíduos foram devidamente etiquetados utilizando plaquetas de alumínio contendo a sigla da espécie (ex: *Butia archeri* – BA) e o número do indivíduo (Fig. 6c). No momento da marcação de cada indivíduo foi medida altura do estipe (Fig. 6a), comprimento do solo até a inserção da folha flecha, quando este apresentava estipe aéreo, contado o número de folhas expandidas verdes, inflorescências e brácteas pedunculares fechadas (espatas) (Fig. 6efg; 8c, d, e).

Para acompanhamento da fenologia reprodutiva dos indivíduos foram consideradas quatro fenofases:

- Pré-floração – caracterizada pelo período de produção e desenvolvimento da espata. Tendo início, com o surgimento da espata no estipe da planta, e final com o aparecimento da fenda longitudinal de abertura (Fig. 5l; 8m).

- Floração – caracterizada pela abertura das flores estaminadas (Fig. 6h, j) e pistiladas (6i, k). Tendo início no momento em que ocorre a abertura da espata, seguida pela abertura das flores estaminadas, as quais caem. Em seguida ocorre a antese floral feminina, e por fim é observado o aumento no tamanho do ovário indicando que ocorreu a fecundação, ou são observados frutos jovens recém produzidos.

O momento de antese das flores pistiladas e estaminadas foram observados e anotados como dois períodos diferenciados dentro da fenofase floração.

- Frutos jovens (Fig. 4h; 5g, h, i, j; 6l; 18i, j) – caracterizado pela produção e desenvolvimento dos frutos, tendo início com a observação do aumento ovariano ou de frutos jovens recém produzidos. Durante a fenofase de fruto jovem é importante observar que estes se mantêm com a coloração sem alteração, normalmente esverdeada (*Allagoptera* sp., *Butia* sp. e *Syagrus* sp.). Somente depois de atingido o tamanho máximo o fruto passa a sofrer uma mudança em sua coloração, que varia de acordo com a espécie, sendo observado neste estudo frutos maduros de coloração amarela, laranja ou marrom, e até mesmo roxo escuro, como no caso de *Butia archeri*.

- Frutos desenvolvidos (Fig. 4n; 7d, e, h, i; 8, n) – caracterizado pelo momento no qual o fruto atinge seu tamanho máximo, ocorre uma mudança em sua coloração indicando o processo de maturação, a qual segue até dispersão do mesmo (6o).

Ao início do estudo as inflorescências que já apresentavam flores ou frutos, foram tidas como antigas, e foram acompanhadas quanto ao seu estágio fenológico até a dispersão dos frutos.

As espatas produzidas durante o estudo tiveram suas medidas de comprimento (Fig. 5c, e, f; 6d, g; 8d) e largura (Fig. 5d; 6e, f; 8e) tomadas desde o seu surgimento (Fig. 6g) até abertura da fenda, momento em que termina a fenofase de pré-floração e

começa a de floração. Na medida em que iam sendo produzidas as espatas foram numeradas (numeração de 1 a $n+1$ para cada indivíduo) e acompanhadas individualmente.

Foram obtidos dados referentes à intensidade das fenofases, indicando não somente a porcentagem de indivíduos em que está sendo manifestado determinado evento fenológico, mas também o número de unidades reprodutivas (espata, inflorescência ou infrutescência) em cada evento (Bencke & Morellato 2002), já que dependendo da espécie, pode-se observar mais de uma unidade reprodutiva em um mesmo indivíduo (Fig. 8f, j).

Na análise estatística dos dados fenológicos, foram empregados métodos apropriados para dados com distribuição circular, como é o caso de dados de observações sazonais (Fisher 1993; Zar 1984). As datas das observações foram convertidas em dias do ano, numerados de um a 365. Em seguida, estes foram convertidos em ângulos, sendo que cada dia representa 0.9863° do ciclo anual e que o dia 1 de janeiro foi considerado como o ângulo 0° . Em seguida é aplicado teste de Rayleigh para verificar se uma população está distribuída uniformemente em torno da circunferência. A hipótese nula do teste de Rayleigh declara que a população apresenta uma distribuição circular uniforme, no caso deste estudo, que não existe uma época preferida para ocorrência da fenofase avaliada. Como o teste não permite a análise de medidas repetidas, por isso para que cada fenofase e indivíduo fossem observados somente uma vez, consideramos a data de entrada da fenofase.

A análise circular também foi empregada através do teste de Watson-Williams, dessa vez para observar se havia sincronia entre o pico de atividade das fenofases entre as espécies. Neste caso para pico de atividade da fenofase foi considerado o ângulo médio obtido no teste de Rayleigh. No teste de Watson-Williams a hipótese nula afirma

que as populações apresentam médias angulares iguais, ou seja, que ocorrem num mesmo segmento do círculo.

Para testar a influência da precipitação na intensidade de ocorrência de cada fenofase observada, foram realizados testes de Correlação por postos de Spearman, utilizando-se a média da precipitação dos dez dias que precediam as datas de coleta, considerando que a resposta da vegetação a oferta de água pode não ocorrer de forma imediata.

SUCESSO REPRODUTIVO

Para análise das taxas de sucesso reprodutivo das espécies, os 180 indivíduos marcados foram acompanhados em sua atividade reprodutiva, sendo feita a observação de cada espata produzida durante o período de estudo, as quais tiveram suas infrutescências coletadas ao final do desenvolvimento dos frutos, quando estes haviam atingido a maturidade e estavam sendo dispersos. Apenas os frutos das infrutescências coletadas foram utilizados para a observação do sucesso reprodutivo e classificados quanto ao estágio em que foram abortados.

Após coletadas nas infrutescências foram contabilizados:

- Unidades reprodutivas – equivalem ao número de inflorescências produzidas, quando antigas, podem ser observadas através de cicatrizes no estipe.
- Número de ráquias – ramificações que partem da raque, sendo o sustentáculo das estruturas florais femininas e masculinas. Neste estudo apresentou número variando dentro e entre espécies.

- Frutos iniciados – considerados todo vestígio de fruto produzido, estivessem estes secos (Fig. 7f), jovens (Fig. 6l) ou maduros (Fig. 6n; 7d, e, h).
- Frutos abortados - são aqueles frutos que não se desenvolveram, ou seja, não atingiram o tamanho e/ou a coloração dos frutos maduros (Fig. 7f, g).
- Frutos desenvolvidos – todos aqueles que atingiram a maturidade e encontravam-se em período de dispersão, onde ao menor toque manual se desprendiam da ráquila. Podiam também ser reconhecidos através da coloração e tamanho (Fig. 6n; 7d, e, h).
- Frutos predados – esta foi a última etapa de avaliação dos frutos, pois foi necessário a abertura dos mesmos com auxílio de tesoura de poda (Fig. 7j; 8m). A predação foi considerada existente quando era observada a presença de larva de parasitóide se desenvolvendo dentro do fruto (Fig. 7k, l, m).

As observações acima citadas visaram à determinação de algumas taxas de interesse ecológico, que foram em seguida submetidas aos testes estatísticos indicados a seguir:

Taxa de iniciação de frutos:

$$\frac{\text{Número total de frutos contabilizados (incluídos os abortados)}}{\text{Número de flores femininas produzidas}}$$

Taxa de maturação de frutos:

$$\frac{\text{Número de frutos desenvolvidos contabilizados (excluídos os abortados)}}{\text{Número de flores femininas produzidas}}$$

Sucesso reprodutivo:

$$\frac{\text{Número de frutos sadios contabilizados (excluídos os abortados e predados)}}{\text{Número de flores femininas produzidas}}$$

Taxa de predação de frutos:

$$\frac{\text{Número de frutos desenvolvidos e predados contabilizados}}{\text{Número total de frutos contabilizados}}$$

Taxa de abortamento total de frutos:

$$\frac{\text{Número total de frutos abortados (precoce ou tardiamente)}}{\text{Número total de frutos contabilizados}}$$

Além das taxas acima citadas, foram utilizados os dados brutos originais para produção dos gráficos de mediana e quartis.

Foi feita análise de variância através do teste de Kruskal-Wallis para verificar se existia de diferença entre as taxas de sucesso reprodutivo observada nas espécies.

O teste de Pearson e de Spearman foram aplicados para observação de algumas correlações:

- Número de unidades reprodutivas (flores femininas) x taxa de sucesso reprodutivo
- Número de ráquias x taxa de sucesso reprodutivo
- Flores femininas x número de ráquias
- Altura dos indivíduos x taxa de sucesso reprodutivo
- Altura dos indivíduos x número de espatas produzidas

Todas as análises deste estudo foram feitas utilizando os programas Bio-Estat 5.0 (Ayres *et al.* 2007), Oriana 3 (<http://www.kovcomp.co.uk/oriana/newver3.html>) e Programa-R (<http://www.R-project.org/gR/> acessado em dez / 2008).

RESULTADOS

FENOLOGIA REPRODUTIVA

Dos 180 indivíduos acompanhados, nem todos apresentaram evento reprodutivo durante o período de outubro de 2007 a setembro de 2008. A porcentagem de indivíduos das espécies estudadas que apresentaram eventos reprodutivos durante o ano do estudo foi 80% dos indivíduos de *Butia archeri*, 75,8% de *Syagrus flexuosa*, 73,3% *S. petraea*, 33,3% e *S. comosa*, 23,3% de *A. leucocalyx* e 21,4% de *A. campestris*.

As análises de distribuição circular não mostraram uma agregação significativa das fenofases de floração, frutificação e maturação para as espécies de *A. campestris*, *A. leucocalyx* e *S. comosa* ($\alpha < 0.05$) (Fig. 9 e 10). Apenas *S. comosa* e *S. petraea* apresentaram uma agregação significativa do período das fenofases pré-floração e floração, respectivamente ($\alpha < 0,05$) (Fig.11). Em contra partida *B. archeri* e *S. flexuosa* apresentaram uma agregação significativa em todas as fenofases estudadas (Fig. 12 e 13), indicando que existe um padrão sazonal na fenologia reprodutiva das espécies citadas.

O teste de Watson-Williams mostrou que as espécies *S. flexuosa* e *S. petraea*, apresentaram semelhança no período de ocorrência da fenofase de maturação, e que *S. petraea* e *B. archeri*, floram na mesma época ($\alpha < 0,05$). As demais combinações entre os períodos de ocorrência das fenofases das espécies mostraram-se diferentes (Tab. 1).

Tabela 1. Ângulo médio encontrado na análise de distribuição circular (Teste de Rayleigh) das fenofases pré-floração, floração, frutificação e maturação das espécies *A. campestris*, *A. leucocalyx*, *B. archeri*, *S. comosa*, *S. flexuosa* e *S. petraea*.

Espécies/ Fenofase	<i>A. campestris</i>	<i>A. leucocalyx</i>	<i>B. archeri</i>	<i>S. comosa</i>	<i>S. flexuosa</i>	<i>S. petraea</i>
Pré-Floração	240.66°	30.58°	102.58°	3.95°	326.47°	30.58°
Floração	-	148.93°	209.10°	114.41°	57.21°	226.84°
Frutificação	-	127.23°	240.66°	209.10°	71.01°	209.10°
Maturação	-	-	269.26°	-	195.29°	204.66°

As seis espécies iniciaram a maioria das fenofases reprodutivas na época chuvosa, porém em meses diferentes. As primeiras espécies a iniciarem a fenofase de pré-floração durante o período chuvoso foram: *S. flexuosa* em setembro e *S. comosa* em outubro, seguidas por *B. archeri* em fevereiro, e por fim *A. campestris* em maio, ao final do período chuvoso. As espécies *A. leucocalyx* e *S. petraea* apresentaram pelo menos um indivíduo emitindo espata durante quase todos os meses do ano de estudo. O início das fenofases de floração, produção de frutos jovens e frutos desenvolvidos para *B. archeri* aconteceu no final do período das chuvas - maio, junho e agosto, respectivamente. Enquanto para a espécie *S. flexuosa* ocorreu em dezembro de 2007, janeiro e março de 2008, respectivamente.

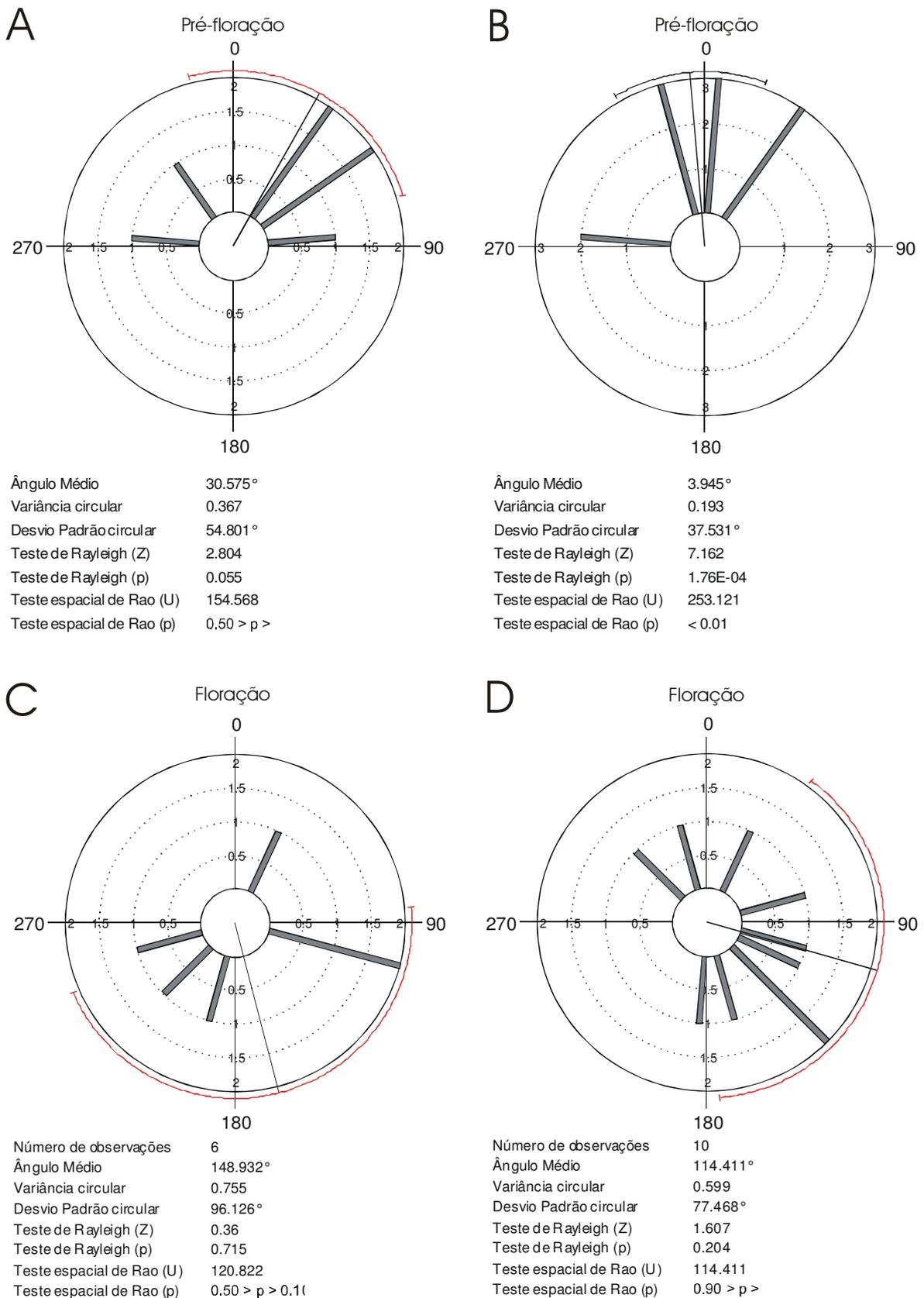


Figura 9. Teste de agregação de Rayleigh e Rao ($\alpha < 0,05$) para as fenofases: pré-floração (A e B) e floração (C e D) das espécies *A. leucocalyx* (AC) e *S. comosa* (BD), com valores: número de observações, ângulo médio, variância circular e desvio padrão circular de cada fenofase.

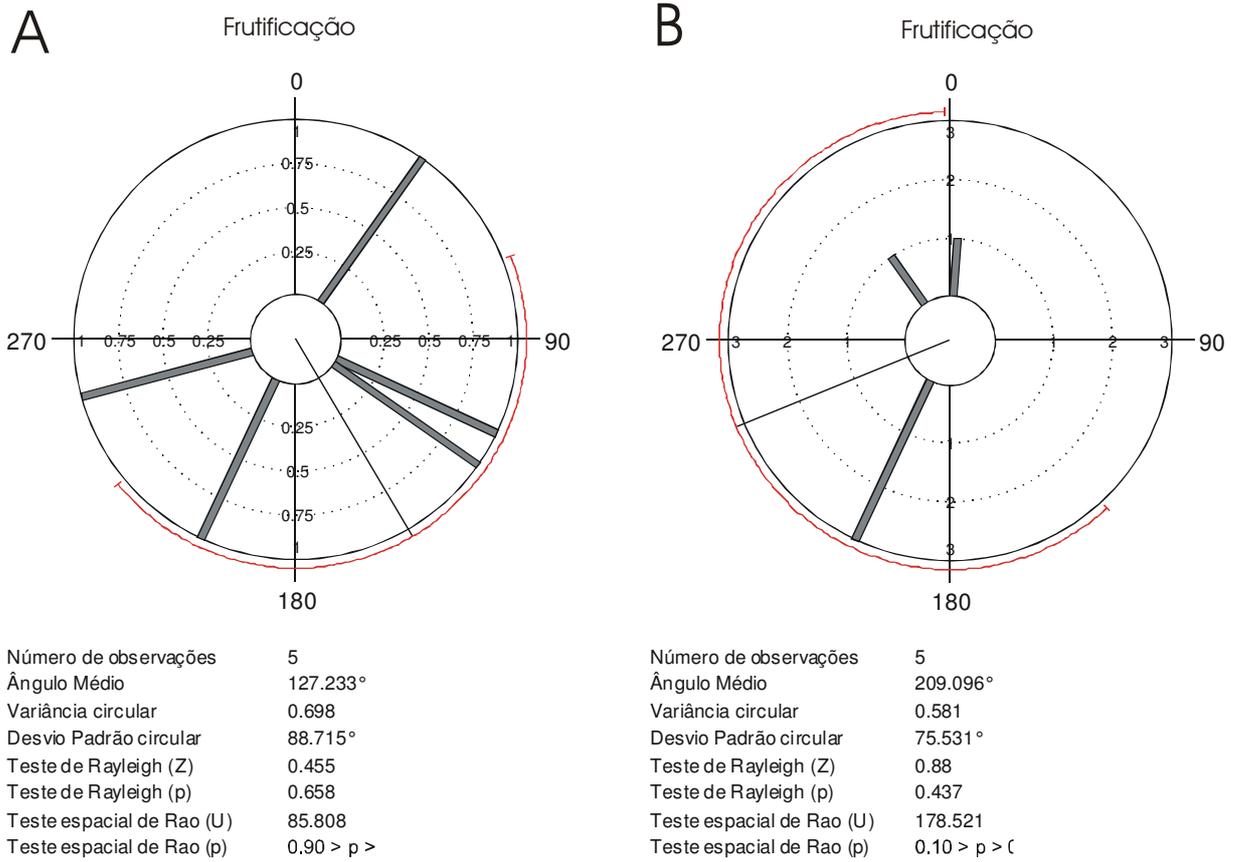


Figura 10. Teste de agregação de Rayleigh e Rao ($\alpha < 0,05$) para a fenofase de frutificação das espécies *A. leucocalyx* (AC) e *S. comosa* (BD), com valores: número de observações, ângulo médio, variância circular e desvio padrão circular de cada fenofase.

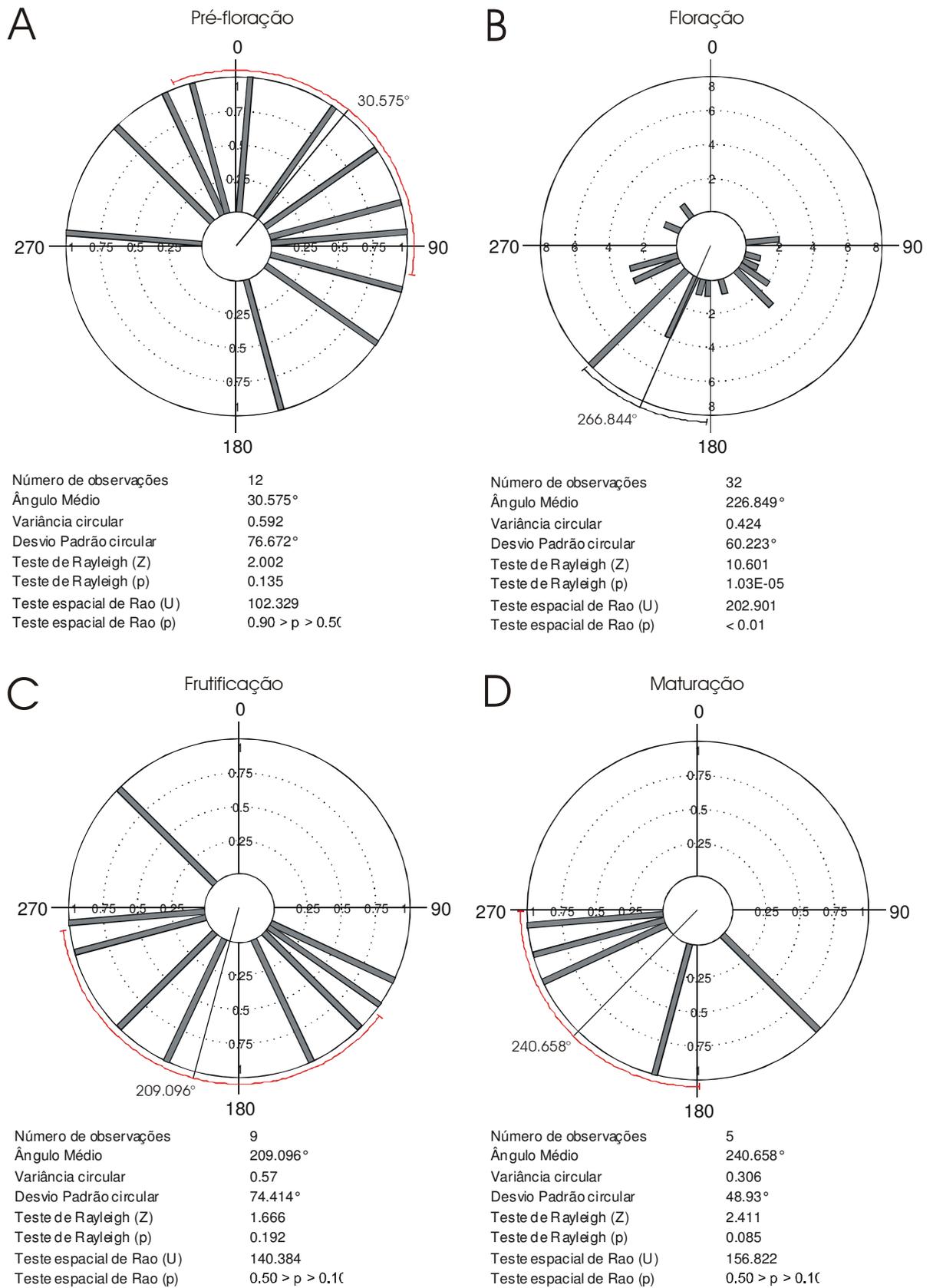


Figura 11. Teste de agregação de Rayleigh e Rao ($\alpha < 0,05$) para as fenofases: pré-floração (A e B) e floração (C e D) da espécie *Syagrus petraea*, com valores: número de observações, ângulo médio, variância circular e desvio padrão circular de cada fenofase.

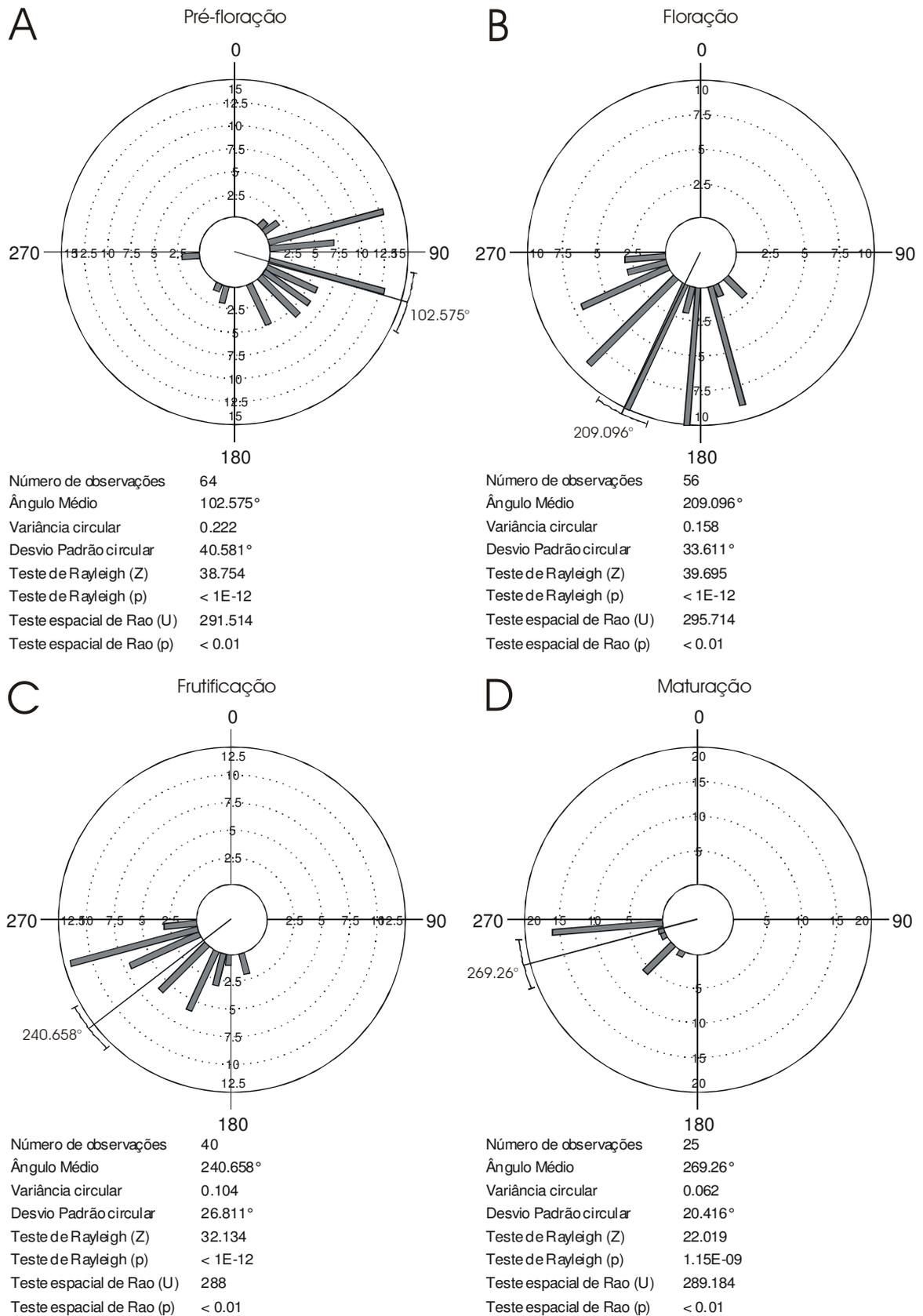


Figura 12. Teste de agregação de Rayleigh e Rao ($\alpha < 0,05$) para as fenofases: pré-floração (A e B) e floração (C e D) da espécie *Butia archeri*, com valores: número de observações, ângulo médio, variância circular e desvio padrão circular de cada fenofase.

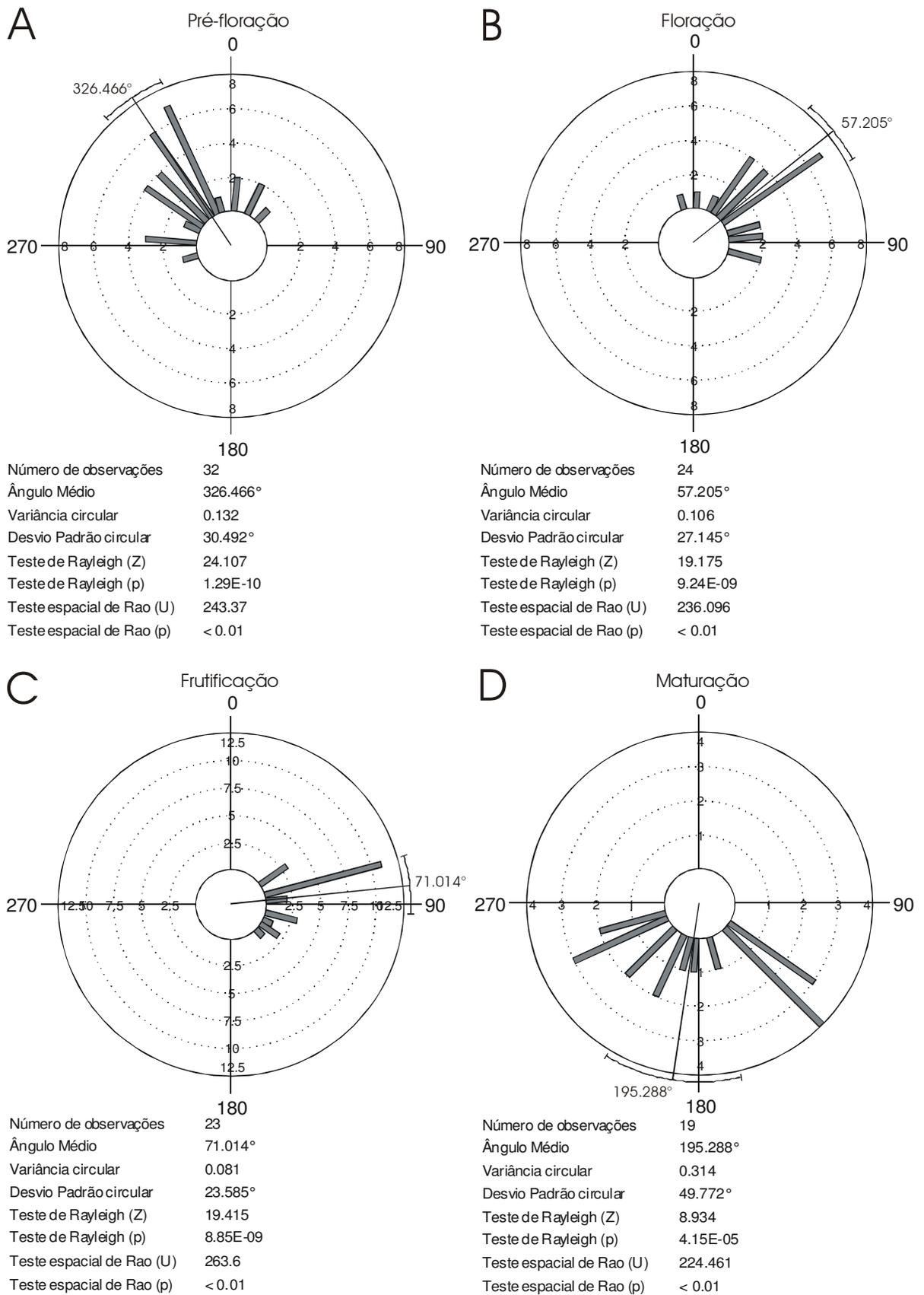


Figura 13. Teste de agregação de Rayleigh e Rao ($\alpha < 0,05$) para as fenofases: pré-floração (A e B) e floração (C e D) da espécie *Syagrus flexuosa*, com valores: número de observações, ângulo médio, variância circular e desvio padrão circular de cada fenofase.

Um comportamento sazonal foi observado para cada fenofase das espécies de palmeiras estudadas, com pico de floração da maioria das seis espécies ocorrendo durante a estação seca. A espécie *S. flexuosa* apresentou pico de floração no início de abril de 2008, mas já havia ocorrido o pico de frutificação ao final de março. Somente ao final de agosto de 2008 foi observado o pico de frutos desenvolvidos (Tab. 2).

Tabela 2. Fenologia das espécies *A. campestris*, *A. leucocalyx*, *B. archeri*, *S. comosa*, *S. flexuosa* e *S. petrae*, representando as fenofases (o) floração, e (#) sobreposição das fenofases de floração e frutificação.

Espécie/meses	out	nov	dez	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	ago	set
<i>A. campestris</i>		o	#	#	#	o	o					o
<i>A. leucocalyx</i>			o	o	o	o	#	#	#	#	#	#
<i>B. archeri</i>								o	#	#	#	#
<i>S. comosa</i>			o	o	o	o	o	o	o	#	#	#
<i>S. flexuosa</i>			o	o	#	#	#	#	#	#	#	#
<i>S. petrae</i>						o	#	#	#	#	#	#

As espécies *A. leucocalyx*, *B. archeri* e *S. petraea*, tiveram pico de floração ao final da estação seca, em setembro. Até o final deste estudo as mesmas espécies ainda não havia atingindo o pico de frutificação. Devido à baixa representatividade dos indivíduos reprodutivos de *A. campestris* e *S. comosa* nas fenofases analisadas, as espécies não foram incluídas na classificação por pico de fenofase.

A espécie *S. comosa* apesar de apresentar indivíduos em reprodução, poucos frutos produzidos conseguiram completar seu desenvolvimento, um total de 23, destes apenas cinco (21,7%) tornaram-se maduros, e somente um (4,3%) em fase de dispersão. A fenofase de pré-floração de *S. flexuosa* teve início antes da primeira coleta feita em outubro de 2007, ao todo 22 indivíduos emitiram um total de 32 espatas, uma média de 1,45 espatas por indivíduo, durante outubro de 2007 a março de 2008. Dessas, 24 espatas chegaram a fenofase de floração, abertura das flores estaminadas e pistiladas, e

produziram infrutescências jovens de fevereiro a maio de 2008. Das infrutescências produzidas, um total de 17 (70,8%) desenvolveu frutos maduros no período de maio a setembro de 2008 (Fig. 14). O teste de Correlação por postos de Spearman ($\alpha < 0,05$) para as quatro fenofases e a média da precipitação dos dez dias antes de cada dia de coleta, apresentou significância quanto à intensidade dos eventos fenológicos apenas para as fenofases de pré-floração e produção de frutos desenvolvidos (Tab. 3).

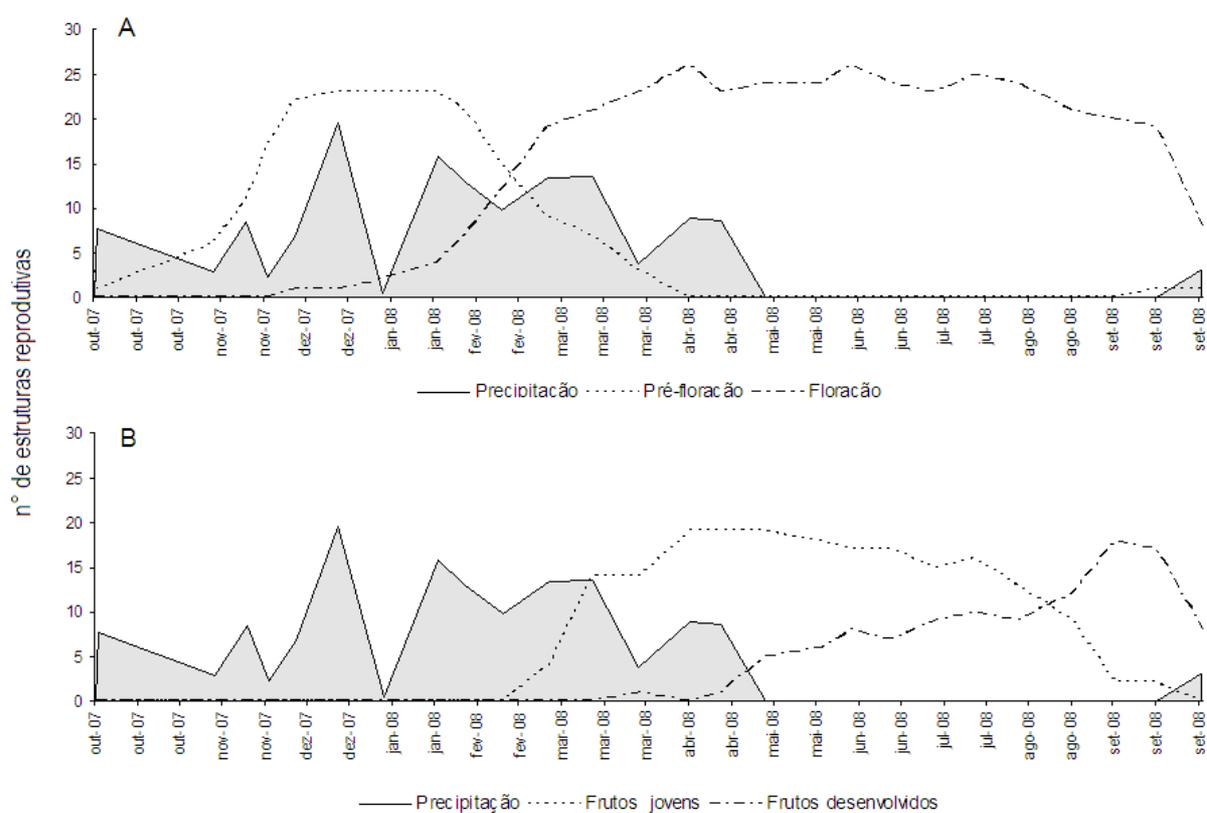


Figura 14. Intensidade de floração e frutificação de *S. flexuosa* na FAL durante o período de outubro de 2007 a outubro de 2008, e os valores de precipitação (em cinza) relativos à média dos dez dias que antecederam os dias de coleta dos dados. Variação no número de estruturas reprodutivas na população, podendo ser estas, espatas, inflorescências ou infrutescências.

Tabela 3. Resultado do teste de Correlação por postos de Spearman ($p \leq 0,05$) entre a intensidade das fenofases e a média dos dez dias que precederam a data de coleta dos dados, com os valores não significativos destacados em cinza.

Espécie/fenofases	Pré-floração	Floração	Frutos jovens	Frutos desenvolvidos
<i>Allagoptera campestris</i>	0.0047	0.0012	0.0008	0.1295
<i>Allagoptera leucocalyx</i>	0.6451	0.0457	<0.0001	0.014
<i>Butia archeri</i>	0.0018	0.0003	0.0007	0.1028
<i>Syagrus comosa</i>	0.0002	0.1322	0.027	0.8982
<i>Syagrus flexuosa</i>	0.0002	0.062	0.0865	<0.0001
<i>Syagrus petraea</i>	0.4467	0.0001	0.0004	0.015

Durante as coletas foram observadas causas visuais para o abortamento das inflorescências e infrutescências, como o cupim (Fig. 15). Muitos frutos foram abortados quando jovens e mesmo que atingissem a fase madura, muitas vezes eram inviabilizados devido à predação por parasitas.



Figura 15. Vestígios de cupim em inflorescência (A) e abortamento de infrutescência de *A. leucocalyx*. Fotos: Bruno, M. M. A. 2008.

A espécie *B. archeri* iniciou sua pré-floração em fevereiro de 2008, com um total de 24 indivíduos emitindo deste mês a outubro de 2008 um total de 64 espatas, em média 2,6 espatas por indivíduo ($s^2 = 0,57$). Dessas 57 (89%) chegaram à fenofase de floração que durou de abril a setembro de 2008. As infrutescências apresentando frutos jovens observadas de junho a setembro de 2008 representaram 72% das inflorescências da fenofase anterior. Apenas 25 espatas (39%), correspondendo a 17 indivíduos, produziram frutos desenvolvidos durante o período de julho a setembro de 2008 (Fig. 16). O teste de Correlação por postos de Spearman ($\alpha < 0,05$) apresentou significância quanto à intensidade das fenofases para as três primeiras fenofases em relação à média da precipitação dos dez dias que antecederam os dias de coleta (Tab. 2 e 3).

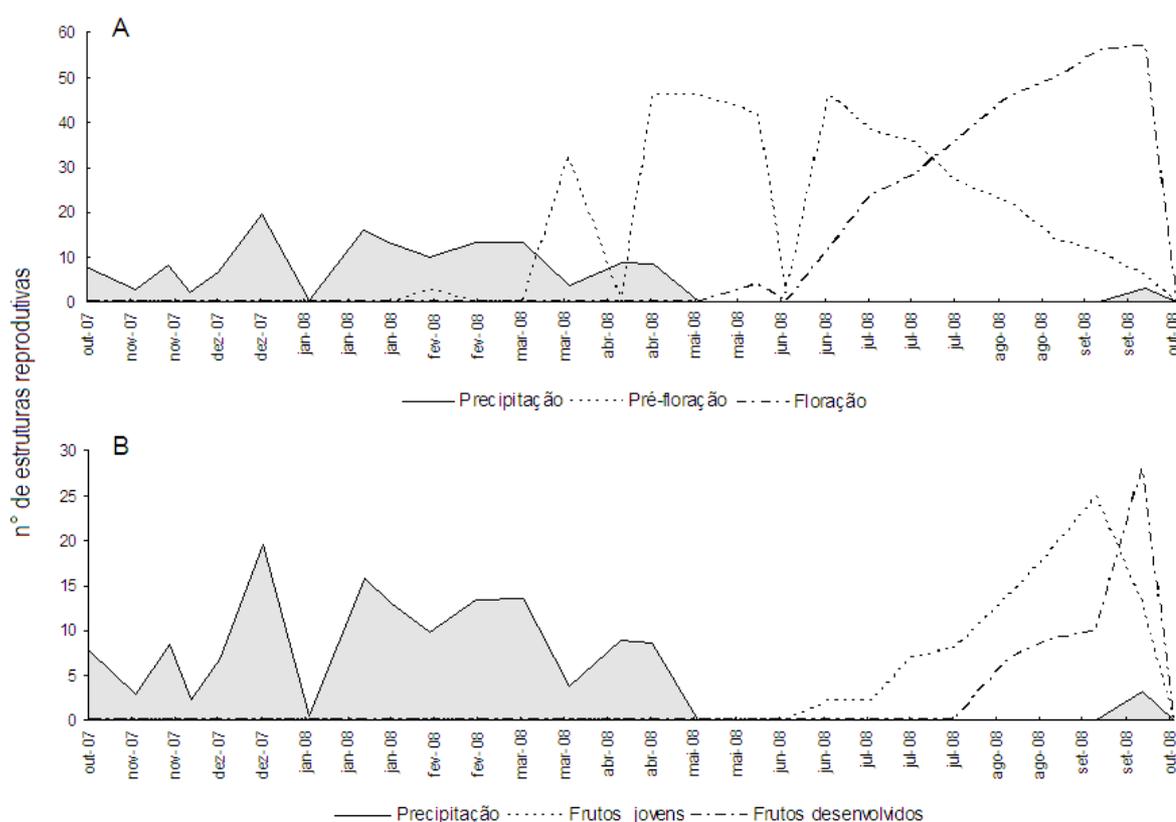


Figura 16. Intensidade de floração e frutificação de *B. archeri* na FAL durante o período de outubro de 2007 a outubro de 2008, e os valores de precipitação (em cinza) relativos à média dos dez dias que antecederam os dias de coleta dos dados. Variação no número de

estruturas reprodutivas na população, podendo ser estas, espatas, inflorescências ou infrutescências.

Desde o início do estudo em outubro de 2007 foram observados indivíduos de *S. petraea* em pré-floração, a qual se estendeu até o final de junho. A mesma foi uma das três espécies que apresentaram maior número de indivíduos em reprodução. *S. petraea* teve um total de 22 de indivíduos reprodutivos, os quais correspondem a 73,3% da população observada e produziram 36 espatas, em média 1,6 espatas por indivíduo ($s^2 = 0,49$). Sete dos 22 indivíduos observados em evento reprodutivo tiveram sua pré-floração iniciada no final do ano de 2007, e representada por sete espatas produzidas nesse período e cinco espatas produzidas já em 2008. A fenofase seguinte, de floração contou com 83,3% das espatas produzidas na fenofase anterior. Dando continuidade ao evento reprodutivo da espécie, a fenofase de floração teve uma duração de outubro de 2007 a setembro de 2008, mostrando que a espécie apresenta indivíduos em floração durante todo ano. Das inflorescências desenvolvidas, 19 conseguiram produzir frutos jovens iniciados em abril de 2008, com apenas uma infrutescência em novembro de 2007, se estendendo até o final do período de coletas, em setembro de 2008. Os frutos maduros observados foram provenientes de apenas quatro espatas, correspondendo a 11,11% do total de espatas emitidas na fenofase inicial e foram produzidos do final de maio a setembro 2008 (Fig. 17). A Correlação por postos de Spearman ($\alpha < 0,05$) quanto à intensidade da fenofase e a precipitação não foi significativa apenas para a fenofase de pré-floração (Tab. 3)

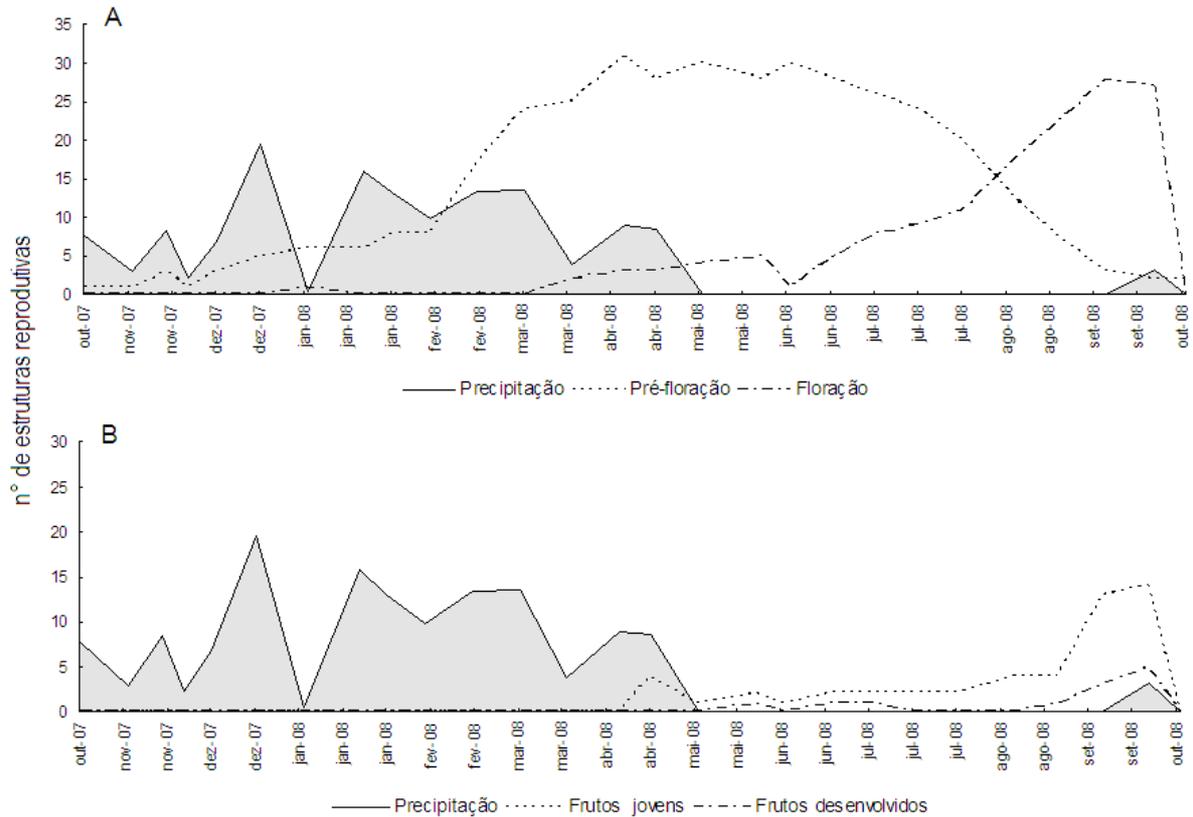


Figura 17. Intensidade de floração e frutificação de *S. petraea* na FAL durante o período de outubro de 2007 a outubro de 2008, e os valores de precipitação (em cinza) relativos à média dos dez dias que antecederam os dias de coleta dos dados. Variação no número de estruturas reprodutivas na população, podendo ser estas, espatas, inflorescências ou infrutescências.

As espécies *A. campestris*, *A. leucocalyx* e *S. comosa*, apresentaram apenas uma pequena parte de seus indivíduos em evento reprodutivo: seis, sete e dez, respectivamente. *A. campestris* emitiu de novembro de 2007 a setembro de 2008 seis espatas o que indica uma média de uma espata por indivíduo. Destas apenas duas chegaram a fenofase de floração, uma em dezembro de 2007 e a outra em janeiro de 2008, e produziram frutos jovens em dezembro de 2007 e fevereiro de 2008, os quais não chegaram à fase de maturação (Fig. 18). O teste de Correlação por postos de Spearman ($\alpha < 0,05$) para verificar a relação entre a intensidade das fenofases com a média da precipitação dos dez dias anteriores as datas de coleta apresentou significância em todas as fenofases testadas, exceto a de desenvolvimento dos frutos (Tab. 3).

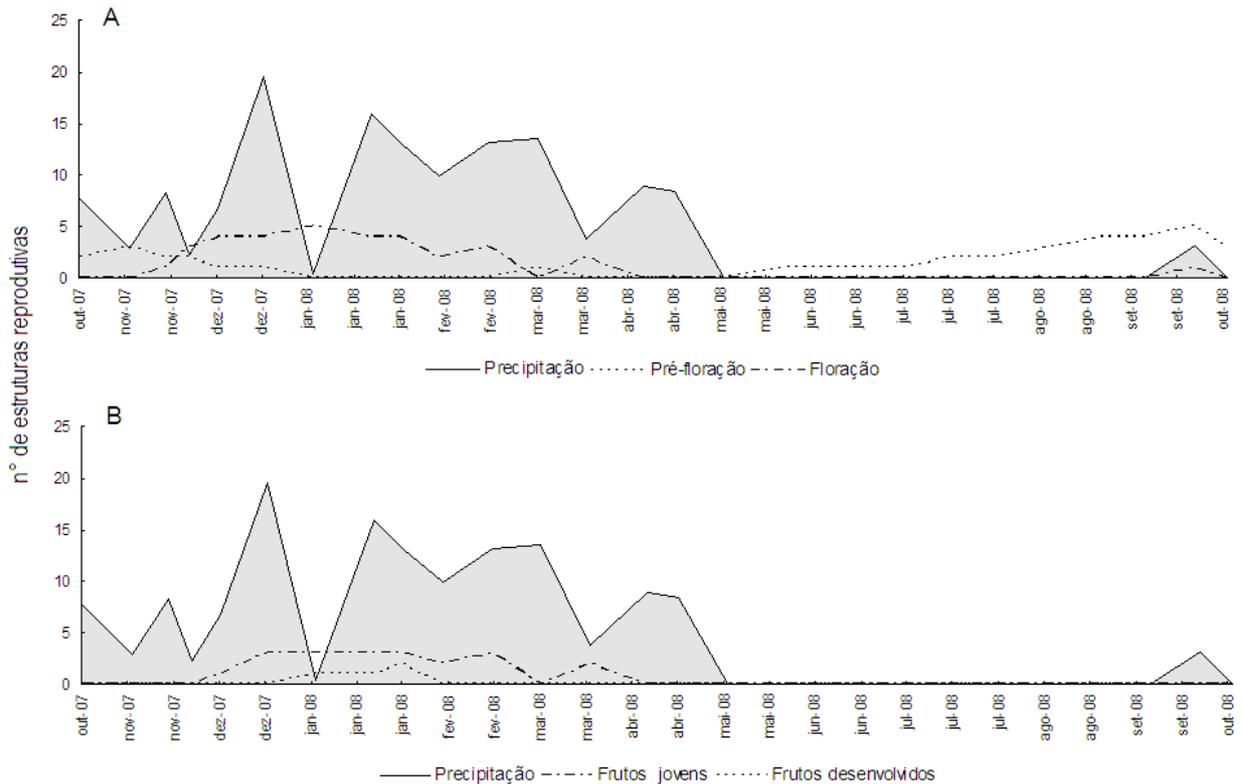


Figura 18. Intensidade de floração e frutificação de *A. campestris* na FAL durante o período de outubro de 2007 a outubro de 2008, e os valores de precipitação (em cinza) relativos à média dos dez dias que antecederam os dias de coleta dos dados. Variação no número de estruturas reprodutivas na população, podendo ser estas, espatas, inflorescências ou infrutescências.

A espécie *A. leucocalyx* emitiu de outubro de 2007 a fevereiro do ano seguinte sete espatas, das quais apenas uma não chegou a fenofase posterior de floração que se estendeu de janeiro a setembro de 2008. Das cinco infrutescências desenvolvidas de janeiro a setembro de 2008, apenas uma produziu frutos desenvolvidos (Fig. 19). O teste de Correlação por postos de Spearman ($p \leq 0,05$) demonstrou que apenas a fenofase de pré-floração não se encontra relacionada à média da precipitação dos dez dias anteriores às coletas, (Tab. 3).

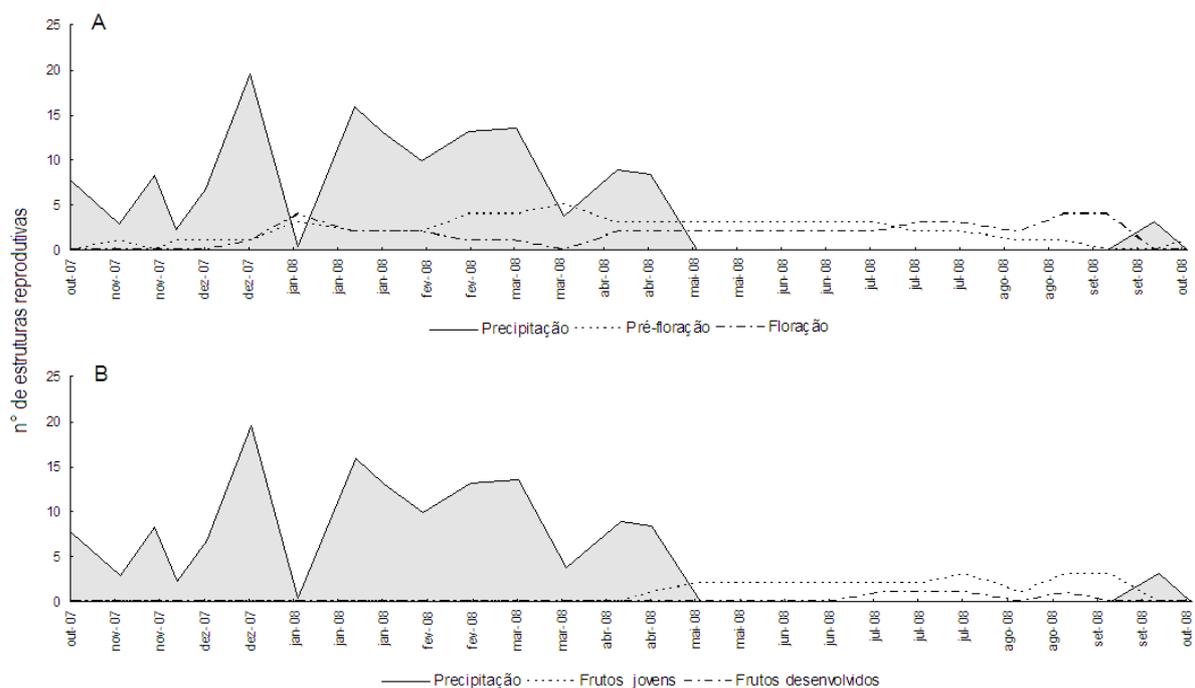


Figura 19. Intensidade de floração e frutificação de *A. leucocalyx* na FAL durante o período de outubro de 2007 a outubro de 2008, e os valores de precipitação (em cinza) relativos à média dos dez dias que antecederam os dias de coleta dos dados. Variação no número de estruturas reprodutivas na população, sendo estas espatas, inflorescências e infrutescências.

As dez espatas emitidas pelos indivíduos de *S. comosa* foram observadas desde o início do trabalho, em outubro de 2007 até janeiro de 2008, e não sendo observadas ao final do estudo ao final de setembro de 2008. A floração teve início em novembro de 2007 e ainda em julho de 2008 foi observada uma inflorescência, das dez que atingiram esta fenofase. Apenas a metade produziu frutos jovens e somente uma infrutescência desenvolveu frutos maduros em março de 2008 (Fig. 20). Quanto à correlação da precipitação com a intensidade das fenofases, tanto a floração quanto o desenvolvimento dos frutos mostraram não correlação (Tab. 3).

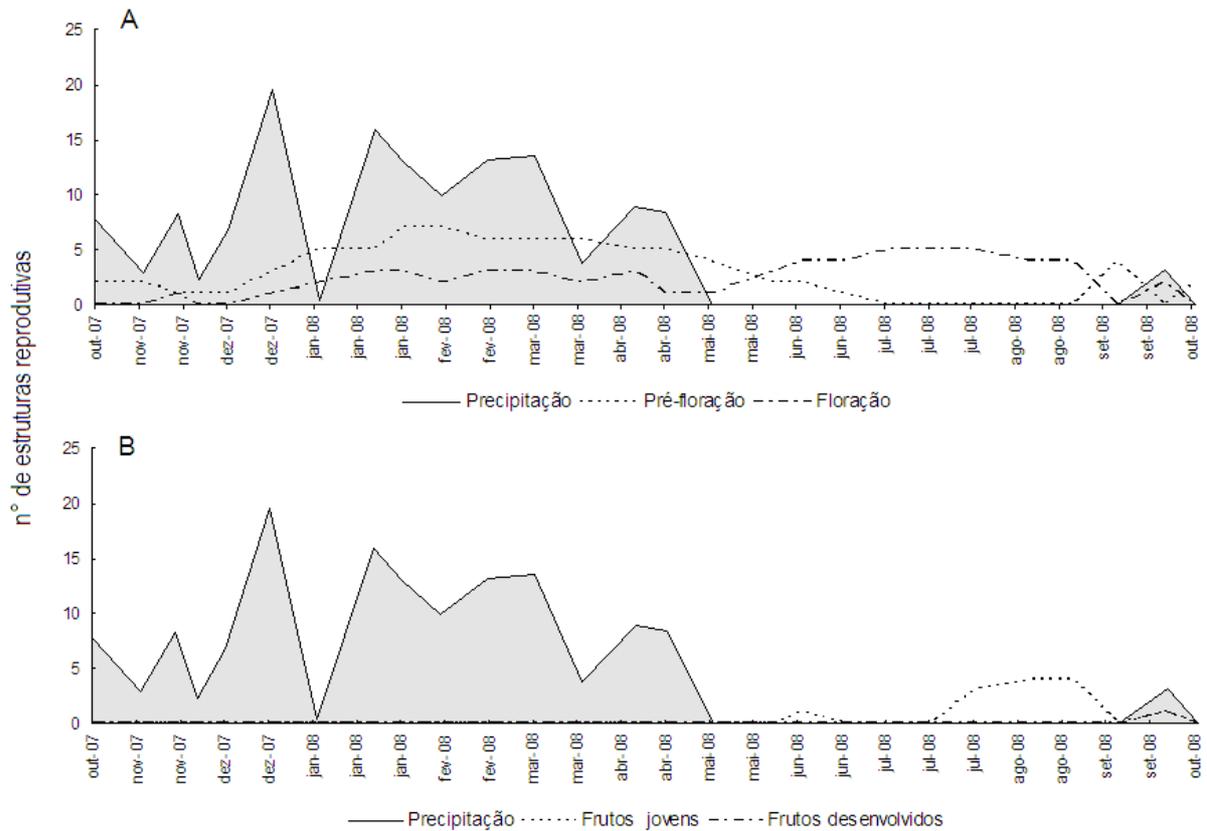


Figura 20. Intensidade de floração e frutificação de *S. comosa* na FAL durante o período de outubro de 2007 a outubro de 2008, e os valores de precipitação (em cinza) relativos à média dos dez dias que antecederam os dias de coleta dos dados. Variação no número de estruturas reprodutivas na população, sendo estas espatas, inflorescências e infrutescências.

A relação entre o tamanho e a capacidade reprodutiva foi testada através da correlação por Postos de Spearman ($\alpha < 0,05$) nas espécies que possuem estipe aéreo, *B. archeri*, *S. comosa* e *S. flexuosa*, não apresentando significância, assim como a relação entre tamanho e número de espatas produzidas.

SUCESSO REPRODUTIVO

Somente três espécies foram consideradas para a avaliação das taxas de sucesso reprodutivo, iniciação, maturação, predação e abortamento dos frutos, foram elas *Butia archeri*, *Syagrus flexuosa* e *S. petraea*, das quais foram obtidas e analisadas 29, 12 e 12 infrutescências com frutos maduros em fase de dispersão, respectivamente. As demais espécies não foram consideradas neste estudo devido só apresentarem infrutescências com frutos em fase de dispersão em apenas um indivíduo para cada espécie, os quais obtiveram taxas de sucesso reprodutivo igual a zero. No caso *Syagrus comosa* apresentou abortamento de todos os frutos ainda jovens, e a espécie *Allagoptera leucocalyx*, produziu uma inflorescência onde todas as flores haviam desenvolvido frutos, mas somente um atingido a maturação e este se encontrava predado. As demais taxas de iniciação, maturação e predação foram 95%, 0,4% e 0,4% para *A. leucocalyx*, e 20%, zero e 0,2% para *S. comosa*.

A taxa de iniciação de frutos variou de zero a 66% na espécie *B. archeri*, 26-100% em *S. flexuosa* e de zero-61% em *S. petraea*. A taxa de maturação de frutos variou de zero-37%; 0,9-50% e zero-35%, para *B. archeri*, *S. flexuosa* e *S. petraea*, respectivamente. *Syagrus flexuosa* foi à espécie com maior taxa de predação dos frutos verificada (78%) (Tabela 4).

A taxa de iniciação de frutos variou de zero a 66% na espécie *B. archeri*, 26-100% em *S. flexuosa* e de zero-61% em *S. petraea*. A taxa de maturação variou de zero-37%; 0,9-50% e zero-35%, para *B. archeri*, *S. flexuosa* e *S. petraea*, respectivamente. *Syagrus flexuosa* foi à espécie com maior taxa de predação verificada (78%). Das doze infrutescências analisadas, apenas três (25%) não apresentaram frutos predados. Contudo as espécies *B. archeri* e *S. petraea* apresentaram predação de 14,2% e 8,3%

das infrutescências, respectivamente, com um valor máximo de 73% dos frutos de apenas uma infrutescência predados em *B. archeri* (Tab. 4, 5 e 6).

Tabela 4. Indivíduos da espécie *Butia archeri*, número de suas unidades reprodutivas e correspondentes de taxas de iniciação (TI), maturação (TM), sucesso reprodutivo (SR), predação de frutos (PF) e abortamento.

Nº do indivíduo/ nº da unidade reprodutiva	TI	TM	RS	PF	TA
01/1	25%	25%	7%	73%	0%
01/2	12%	12%	8%	33%	0%
04/1	2%	2%	2%	0%	0%
04/2	12%	10%	10%	0%	17%
04/3	3%	0%	0%	0%	100%
12/1	13%	5%	5%	0%	57%
12/2	15%	0%	0%	0%	100%
14	6%	3%	3%	0%	50%
16	4%	4%	4%	0%	0%
17	13%	0%	0%	0%	100%
18	38%	38%	36%	6%	0%
19	9%	0%	0%	0%	100%
20/1	4%	4%	4%	0%	0%
20/2	7%	0%	0%	0%	100%
22/1	7%	7%	7%	0%	0%
22/2	20%	4%	4%	0%	81%
23/1	33%	33%	33%	0%	0%
23/2	75%	75%	75%	0%	0%
24/1	61%	1%	0%	4%	98%
24/2	18%	18%	18%	0%	0%
25/1	38%	38%	4%	89%	0%
25/2	46%	46%	46%	0%	0%
26	72%	6%	6%	0%	92%
27/1	39%	3%	3%	0%	93%
27/2	35%	0%	0%	0%	100%
28/1	11%	6%	6%	0%	50%
28/2	33%	4%	4%	0%	89%
30/1	10%	0%	0%	0%	100%
30/2	56%	9%	9%	0%	83%

Tabela 5. Indivíduos da espécie *Syagrus flexuosa*, número de suas unidades reprodutivas e correspondentes de taxas de iniciação (TI), maturação (TM), sucesso reprodutivo (SR), predação de frutos (PF) e abortamento.

N° do indivíduo/ n° da unidade reprodutiva	TI	TM	SR	PF	TA
03	26%	7%	7%	0%	73%
08/1	93%	25%	15%	10%	73%
09/1	83%	23%	6%	20%	73%
09/2	73%	40%	10%	41%	45%
11	55%	29%	7%	40%	47%
12	48%	34%	2%	67%	30%
15/1	94%	51%	33%	19%	46%
15/2	84%	1%	1%	0%	99%
16	15%	8%	0%	56%	44%
21/1	42%	8%	0%	19%	81%
26	88%	25%	14%	13%	71%
29	87%	14%	3%	13%	83%
30	100%	4%	0%	4%	96%

Tabela 6. Indivíduos da espécie *Syagrus petraea*, número de suas unidades reprodutivas e correspondentes de taxas de iniciação (TI), maturação (TM), sucesso reprodutivo (SR), predação de frutos (PF) e abortamento.

N° do indivíduo/ n° da unidade reprodutiva	TI	TM	SR	PF	TA
01/1	14%	5%	5%	33%	67%
01/2	17%	0%	0%	0%	100%
3/1	0%	0%	0%	0%	0%
7/1	15%	15%	15%	0%	0%
8/1	35%	8%	8%	0%	79%
8/2	10%	8%	8%	0%	20%
9/1	7%	7%	7%	0%	0%
9/1	0%	0%	0%	0%	0%
10/1	40%	20%	20%	0%	50%
19/1	13%	0%	0%	0%	100%
22/1	62%	0%	0%	0%	100%
28/1	6%	6%	6%	0%	0%

Foram calculadas medianas e quartis para o número de flores femininas, frutos iniciados e sucesso reprodutivo. Para *B. archeri* mediana do número de flores das infrutescências avaliadas se concentrou entre 40 e 70, apesar de algumas infrutescências apresentarem mais de 100 flores (Fig. 21). O número de frutos iniciados foi pequeno, levando em consideração o número de flores femininas produzidas, apesar de ter infrutescências com mais de 40 frutos iniciados, a maioria teve em média 12 frutos. Já o sucesso reprodutivo das infrutescências observadas teve uma média de quatro frutos, mas com três infrutescências apresentando 12, 14 e 16 frutos, respectivamente.

As infrutescências avaliadas de *S. flexuosa* apresentaram uma concentração tanto do número de flores femininas, quanto de frutos iniciados entre 60 e 80. O sucesso reprodutivo apresentou um máximo de 21 frutos, mas com a maioria das infrutescências produzindo em média cinco frutos (Fig. 22). As infrutescências avaliadas da espécie *S. petraea* apresentaram o maior número de infrutescências possuindo de 13 -17 flores femininas. O número de frutos iniciados se concentrou entre dois e cinco frutos. O sucesso reprodutivo máximo foi de apenas quatro frutos desenvolvidos, com uma média de apenas um fruto desenvolvido por infrutescência (Fig. 23).

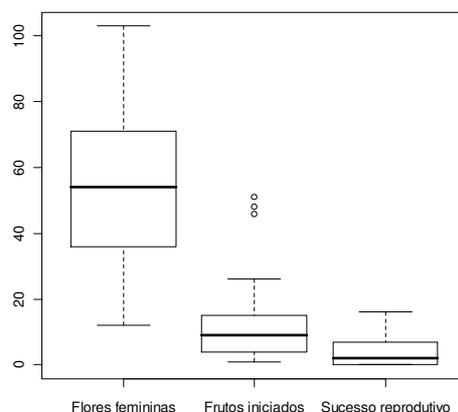


Figura 21. Mediana e primeiro e terceiro quartis do número de flores femininas, frutos iniciados e sucesso reprodutivo de *B. archeri*.

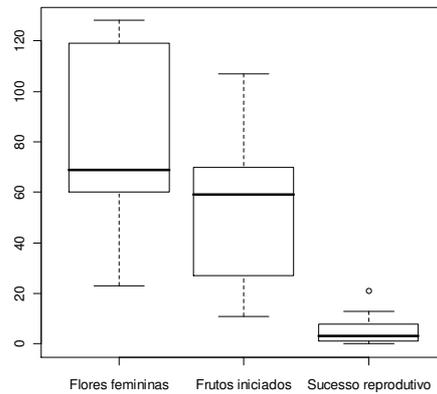


Figura 22. Mediana e primeiro e terceiro quartis do número de flores femininas, frutos iniciados e sucesso reprodutivo de *S. flexuosa*.

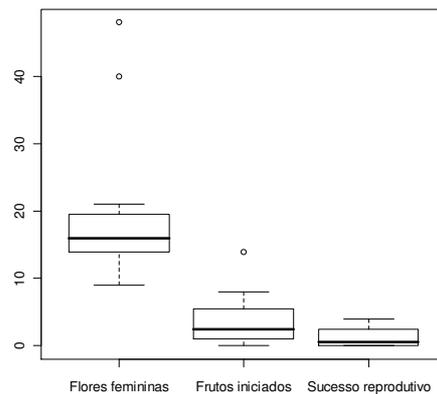


Figura 23. Mediana e primeiro e terceiro quartis do número de flores femininas, frutos iniciados e sucesso reprodutivo de *S. petraea*.

Quanto à taxa de sucesso reprodutivo, *Butia archeri*, *Syagrus flexuosa* e *S. petraea* foi feita uma análise de variância (Kruskal-Wallis, $p = 0.771$) e o resultado foi a que não há diferença significativa na taxa de sucesso reprodutivo entre as três espécies. O teste de Correlação por postos de Spearman também não apresentou correlação entre o sucesso reprodutivo das espécies estudadas ($p = 0.703$).

Testes Correlação por postos de Spearman foram feitos para analisar a correlação entre: (a) o número de flores femininas e o número de frutos iniciados, e entre (b) o número de flores femininas e a taxa de sucesso reprodutivo, os resultados foram: para espécie *B. archeri* o teste acusou uma correlação significativa para a primeira análise (a) ($p = 0.04001$), entretanto não foi significativa para a segunda análise (b) ($p = 0.3786$).

Para *S. flexuosa* foi utilizado o teste de Correlação de Pearson, o qual demonstrou que existe uma correlação significativa entre o número de flores femininas e o número de frutos iniciados ($p = 0.01626$), porém não significativa para a relação entre o número de flores femininas e a taxa de sucesso reprodutivo ($p = 0.9485$). Por fim, na espécie *S. petraea* o teste de Correlação por postos de Spearman mostrou que tanto a correlação entre o número de flores femininas e o de frutos iniciados, quanto à correlação do número de flores com a taxa de sucesso não foram significativos ($p = 0.2641$ e $p = 0.4181$). A alta taxa de abortamento observada nas espécies *B. archeri* (48,64 %), *S. flexuosa* (66,23 %) e *S. petraea* (42,94 %), assim como a taxa de predação no caso de *S. flexuosa* (23,27 %), podem ser considerados como fatores que influenciaram o sucesso reprodutivo observado.

DISCUSSÃO

As seis espécies estudadas iniciaram a maioria das fenofases reprodutivas na época chuvosa, porém em meses diferentes. Apesar dos estudos possuírem enfoques diferentes, ao comparar o período de floração e frutificação deste estudo com os citados por Martins & Filgueiras (2000), somente para a espécie *A. leucocalyx* não foi verificada similaridade entre os intervalos de ocorrência das fenofases. Quanto a agregação temporal das fenofases, assim como neste estudo, Mamede (2008) observou uma tendência de agregação em todas as fenofases, com a pré-floração tendo início em novembro e se estendendo até o início de fevereiro, com pico em dezembro. O início do desenvolvimento dos frutos ocorreu em meados de fevereiro até o final do período seco, com dispersão dos frutos maduros no final do período de estiagem, final de setembro.

Durante o presente estudo um comportamento sazonal foi observado para cada fenofase das espécies de palmeiras estudadas, com pico de floração das espécies *A. leucocalyx*, *B. archeri*, *S. comosa* e *S. petraea* ocorrendo durante a estação seca, e somente *S. flexuosa* apresentando pico de floração durante o período chuvoso. Segundo Sarmiento (1984) a floração durante a estação seca, em algumas espécies, têm sido considerada como aparente paradoxo, devido à menor oferta de recursos.

A fenologia da vegetação arbórea das savanas tem sido abordada sob diferentes enfoques e em diferentes localidades (Hopkins 1970; Sarmiento & Monastério 1983; Sarmiento 1984; Mantovani e Martins 1988; Oliveira 1998; Batalha e Mantovani 2000; Oliveira & Gibbs 2000; Bulhão & Figueiredo 2002; Lenza & Klink 2006). Espécies em flor podem ser encontradas durante todo o ano, sendo que a maioria floresce na estação seca (Frankie *et al.* 1974; Monastério & Sarmiento, 1976; Miranda, 1995), ou no início da estação chuvosa (Oliveira 1998; Batalha & Mantovani 2000). A

aparente correlação entre atividade e disponibilidade de água sugere que a seca sazonal, atuando como um fator limitante para o crescimento seja um dos principais fatores ambientais determinantes dos padrões fenológicos. Contudo se a reprodução não for limitada pela disponibilidade de água na seca, sua periodicidade pode ser modulada por outros fatores ambientais como o termo-periodismo ou o fogo, que também variam sazonalmente (Coutinho 1976; Seghiere *et al.* 1995).

A sazonalidade dos padrões fenológicos das espécies nativas em florestas tropicais tem sido ressaltada por diversos autores (Frankie *et al.* 1974; Opler *et al.*, 1980; Morellato & Leitão-Filho 1992; Henderson *et al.* 2000; Genini *et al.* 2008). Em estudo desenvolvido por Henderson *et al.* (2000), observaram em comunidade de palmeiras na Amazônia, que não houve correlação entre chuva e floração, os padrões de gênero, espécie e indivíduo tendem a florar tanto na estação seca como chuvosa. Todavia observou que os de mesmo gênero e espécies tendem a ter o mesmo momento de floração, ou melhor, na mesma estação, o que também foi observado para a comunidade de palmeiras do cerrado estudado.

Uma questão abordada neste trabalho foi à correlação entre a altura do estipe das espécies que apresentam estipe aéreo como *B. archeri*, *S. comosa* e *S. flexuosa*, com a capacidade reprodutiva das mesmas, sendo que nenhuma correlação foi comprovada. Assim como, não foi observada para as mesmas espécies correlação entre a altura do estipe e o número de espatas produzidas, e entre o número de flores pistiladas e o sucesso reprodutivo por inflorescência. Em estudo com *Acrocomia aculeata* (Scariot *et al.* 1995), foi observada uma correlação positiva entre o número de inflorescências produzidas e o tamanho dos indivíduos. Entretanto, segundo Scariot *et al.* (1995), a estratégia das plantas mais altas de produzir mais inflorescências não aumentou do

número de frutos formados, para tanto não existindo correlação entre os frutos formados e a altura das plantas.

No presente trabalho *B. archeri* e *S. flexuosa* apresentaram uma correlação entre flores femininas e os frutos iniciados, porém não houve correlação entre o número de flores femininas e o sucesso reprodutivo. Também não foi verificada relação entre número de flores femininas e frutos iniciados, quanto número de flores femininas e o sucesso reprodutivo, para a espécie *S. petraea*. O mesmo foi observado por Scariot *et al.* (1995) entre o número de flores pistiladas e o número de frutos produzidos por inflorescência para *Acrocomia aculeata*. Uma provável explicação para a não correlação entre o número de flores femininas produzidas e o sucesso reprodutivo observado no presente estudo pode ser atribuída às altas taxas de abortamento e de predação verificadas.

A maioria dos frutos das espécies *B. archeri*, *S. flexuosa* e *S. petraea* demorou entre dois e cinco meses para amadurecer, dependendo da espécie, e a maturação dos mesmos foi intensificada durante o final da estação seca, tendo continuidade no período chuvoso. As espécies zoocóricas no cerrado produzem frutos predominantemente durante o período chuvoso (Mantovani & Martins 1988; Batalha & Mantovani 2000). O período das chuvas promove a maior disponibilidade e regularidade dos recursos ambientais favorecendo o desenvolvimento dos frutos, a dispersão das sementes e o estabelecimento das plântulas (Morellato 1991; Morellato & Leitão-Filho 1996), provavelmente em função da maior atividade dos dispersores neste período (Morellato & Leitão-Filho 1996).

Em palmeiras a floração é normalmente restrita a uma particular estação, e a frutificação é frequentemente não sazonal (De Steven *et al.* 1987; Ibarra-Marinquez, 1992; Henderson *et al.* 2000). Contudo as palmeiras da Ilha Anchieta apresentaram

atividade de frutificação sazonal sincronizada às espécies arbóreas do local (Genini *et al.* 2008), com as espécies de palmeiras frutificando no início da estação chuvosa. O divergente período de ocorrência dos frutos maduros entre palmeiras e árvores favorece uma complementaridade, no provimento de recursos para fauna (Genini *et al.* 2008). A maturação dos frutos ao longo do período chuvoso garante que estes se mantenham atrativos por períodos prolongados melhorando assim as chances de dispersão (Mantovani & Martins 1988; Batalha & Mantovani 2000).

CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido possibilitou a compreensão de alguns aspectos e padrões relativos à fenologia reprodutiva das espécies *Allagoptera campestris* (Mart.) Kuntze, *Allagoptera leucocalyx* (Drude) Kuntze, *Butia archeri* (Glassman) Glassman, *Syarus comosa* (Mart.) Mart., *Syagrus flexuosa* (Mart.) Becc. e *Syagrus petraea* (Mart.) Becc. em ambiente de cerrado *sensu stricto*. Podemos então retomar as questões levantadas neste estudo:

1) Existe uma diferença no período de ocorrência das fenofases das espécies de palmeiras?

◆ Apesar de serem espécies do mesmo grupo dos cocosóides não-espinhosos *B. archeri*, *S. flexuosa* e *S. petraea*, neste estudo as espécies apresentaram diferentes períodos de ocorrência das fenofases.

2) Existe relação entre o sucesso reprodutivo e a estrutura da planta, altura e número de inflorescências produzidas?

◆ Neste estudo foi verificado que o sucesso reprodutivo e a altura do indivíduo, bem como a altura e o número de inflorescências produzidas, não apresentaram relação para as espécies com estipe aéreo *B. archeri*, *S. comosa* e *S. flexuosa*.

3) O número de frutos iniciados depende do número de flores femininas produzidas?

◆ As espécies *B. archeri* e *S. flexuosa*, que apresentaram uma correlação positiva entre essas duas variáveis. Porém, para *S. petraea* não foi observada correlação.

4) O sucesso reprodutivo está relacionado ao número de flores femininas?

◆ O presente estudo constatou que não houve correlação entre o número de flores femininas e o sucesso reprodutivo para as espécies *B. archeri*, *S. flexuosa* e *S. petraea*.

5) Os frutos das espécies de palmeiras estudadas amadurecem no mesmo período?

◆ Houve padrão temporal na produção e amadurecimento de frutos de *B. archeri* e *S. flexuosa*. Contudo, para *A. leucocalyx*, *S. comosa* e *S. petraea* a produção e o amadurecimento dos frutos aconteceu sem agregação temporal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler , G. H. & Lambert, T. D. 2008. Spatial and temporal variation in the fruiting phenology of palms in isolated atands. *Plant Species Biology* 23, 9-17.
- Augspurger, C. K. 1980. Mass-flowering of a tropical shrub (*Hybanthus prunifolius*): Influence on pollinator attraction and movement. *Evolution* 34: 475-88.
- Augspurger, C. K. 1981. Reproductive synchrony of a tropical shrub: experimental studies on effects of pollinators and seed predators on *Hibanthus prunifolius* (Violaceae). *Ecology* 62 775-88.
- Ayres, M.; Ayres Jr., M.; Ayres, D. L. & Santos, A. S. 2007. BioEstat 5.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. *Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mirauá – IDSM / MCT / CNPq*. 364pp.
- Batalha, M. A. & Mantovani, W. 2000. reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. *Rev. Brasil. de Biologia*. 60:129-145.
- Bawa, K. S. 1977. The reproductive biology of *Coupania guatemalensis* Radlk. (Sapindaceae). *Evolution* 31:56-63.
- Bencke, C. S. C. & Morellato, L. P. C. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Ver. Brasil. Bot.*, V.225, n.3, p. 269-275.
- Bulhão, C. F. & Figueiredo, P. S. 2002. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. *Rev. Brasil. Bot.*, V.25, n.3, p. 361-369.

- Corner, E.J.H. 1966. The natural history of palms. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, California.
- Coutinho, L. M. 1976. Contribuição ao conhecimento do papel ecológico das queimadas na floração de espécies do cerrado. Tese de livre docência, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- De Steven, D., Windsor, D.M. Putz, F.E. & De León, B. 1987. Vegetative and reproductive phenologies of a palm assemblage in Panama. *Biotropica*, 19(4): 342-356.
- Fisher, N.I. 1993. Statistical analysis of circular data. Cambridge University Press. 277 pps.
- Frankie, G.W., Herbert, H.G. & Opler, P.S. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*, 62(3): 881-919.
- Galetti, M.; Paschoal M. & Pedroni, F. 1992. Predation on Palm Nuts (*Syagrus romanzoffiana*) by Squirrels (*Sciurus ingrami*) in South-East Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, Vol. 8, No. 1. (Feb., 1992), pp. 121-123.
- Genini, J.; Galetti, M. & Morellato, P. L. C. 2008. Fruiting phenology of palms and trees in an Atlantic rainforest land-bridge island. *Flora*. doi: 10.1016/j.flora.2008.01.002.
- Gentry, A. H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica* 6:64-8.
- Haridasan, M. 2000. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. *Rev. Brasil. Fisiol. Veg.* 12: 54-64.

- Hawkes, A. D. 1952. Studies in Brazilian Palms: A preliminary check-list of palms of Brazil. *Arq. Bot. do Estado de São Paulo II* (6):179-221.
- Henderson, A., Fischer, B., Scariot, A., Pacheco, M.A.W. & Pardini, R. 2000. Flowering phenology of a palm community in a central Amazon forest. *Brittonia*, 52(2): 149-159.
- Henderson, A. 2002. Evolution and ecology of Palms. The New York Botanical Garden Press. New York.
- Henderson, A.; Galeano, G. & Bernal, R. 1995. Field guide to the Palms of the Americas. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 351p., pls. 1-64.
- Hopkins, B. 1970. Vegetation of Olokemeji forest Reserve Nigeria. VII. The plants on the savanna site with special referent to their seasonal growth. *Journal of Ecology*. 58:895-925.
- Ibarra-Marinquez, 1992. Fenología de las palmas de una selva cálida húmeda de México. *Bull. Inst. fr. études andines*, 21 (2): 669-683.
- Janzen, D. H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within dry season in Central America. *Evolution*, Lancaster, 21: 620-637.
- Lenza, E. & Klink, C. A. 2006. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Rev. Brasil. Bot.*, V.29, n.4, p.627-638.
- Lima, E. S., Felfili, J. M., Marimon, B. S. & Scariot, A. 2003. Diversidade, estrutura e distribuição espacial de palmeiras em um cerrado *sensu stricto* no Brasil Central-DF. *Rev. Brasil. Bot.*, 26: 361-370.
- Lorenzi, H.; Sousa, H. M.; Costa, J. T. M.; Cerqueira, L. S. C. & Ferreira, E. 2004. Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 416p.

- Mahoro, S. 2002. Individual flowering schedule, fruit set, and flower and seed predation in *Vaccinium hirtum* Thub. (Ericaceae). *Can. J. Bot.* 80: 82-92.
- Mamede, M. A. 2008. Tese de doutorado. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasil.
- Mantovani, W. & Martins, F. R. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Miji Guaçu, Estado de São Paulo. *Rev. Brasil. de Bot.* 11:101-112.
- Martins, R. C. 2000. A família Arecaceae (Palmae) no Distrito Federal, Brasil. Brasília: Universidade de Brasília, Depto. de Botânica, 104p. Tese de Mestrado.
- Martins, R. C. & Filgueiras, T. S. 2006. Arecaceae, In: Cavalcanti, T. B. (org.): Flora do Distrito Federal, Brasil. Volume 5. Brasília: EMBRAPA- Cenargen.
- Miranda, I. S. 1995. Fenologia do estrato arbóreo de uma comunidade de cerrado em Alter-do-Chão, Pará. *Rev. Brasil. de Bot.* 18:235-240.
- Monastério, M. & Sarmiento, G. 1976. Phenological strategies in species of seasonal savana and semideciduos forest in the Venezuelan Llanos. *Journal of Biogeography.* 3:325-355.
- Morellato, L. P. C. 1991. Estudo da fenologia da árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Morellato, L. P. C. & Leitão-Filho, H. F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. PP.112-140. In: Historia natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. (Morellato, L. P. C. Org.). Editora da UNICAMP/FASPESP, Campinas.
- Noblick, L.R. Syagrus. *The Palm J.*, Fallbrook, n.126, p.12-45, 1996.

- Oliveira, P. E. 1998. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies do cerrado. *In* Cerrado: ambiente e flora (S. M. Sano & S. P. Almeida, eds.). Embrapa-CPAC, Planaltina, p. 169-192.
- Oliveira, P. E & Gibbs, P. E. 2000. Reproductive biology of Wood plants in cerrado community of the central Brazil. *Flora* 195:311-329.
- Opler, P. A.; Frankie, G. W. & Baker, H. B. 1976. Rainfall as factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *J. Biogeography*, 3: 231-236.
- Peres, C. A. 1994. Composition, density and fruiting phenology of arborescent palms in an Amazonian Terra Firme Forest. *Biotropica*, 26(3): 285-294.
- Rathcke, B.J. 1983. Competition and facilitation among plants for pollination. Pp. 305-329. In: Real, L. (ed.). *Pollination Biology*. Academic Press, London.
- Rathcke, B & Lacey, E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 16:179-214.
- Reis, A. 1995. Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius na floresta ombrófila densa montana em Blumenau, SC. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas
- Rosa, L.; Castellani, T. T. & Reis, A. 1998. Biologia reprodutiva de *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* (Palmae) na restinga do município de Laguna, SC. *Rev. Bras. Bot.* vol. 21 n. 3 São Paulo Dec. 1998
- Sampaio, M.B. 2006. Ecologia populacional da palmeira *Geonoma schottiana* Mart. em mata de galeria no Brasil central. Dissertação de mestrado. Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília, Brasil.
- Sarmiento, G. 1984. The ecology of neotropical savannas. Harvard University Press, Cambridge.

- Sarmiento, G. & Monastério, M. 1983. Life forms and phenology. *In* Ecosystems of the world: Tropical savannas (F. Bourlière, ed.) Elsevier Science, Amsterdam, p 79-108.
- Scariot, A., Lleras, E. & Hay, J.D. 1995. Flowering and fruiting phenology of the palm *Acrocomia aculeata*: patterns and consequences. *Biotropica*, 27(2): 168-173.
- Scariot, A., 1998. Seed dispersal and predation of the *Palm Acrocomia aculeata*. *Principes* 42:5-8.
- Scariot, A. 2000. Seedling mortality by litterfall in Amazonian forest fragments. *Biotropica* 32:662-669.
- Seghierre, J.; Floret, C. H. & Pontanier, R. 1995. Plant phenology in relation to water availability herbaceous and woody species in the savannas of northern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology* 11:237-254.
- Singh, K. P. & Kushwaha, C. P. 2005. Emerging paradigms of tree phenology in dry tropics. *Curr. Sci.*, Vol. 89, n. 6, 25 sep.
- Souza, V. C. & Lorenzi, H. 2005. Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias das Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 640p.
- Uhl, N.W.; Dransfield, J. 1987. Genera Palmarum. A Classification of Palms Based on the Work of Harold E. Moore, Jr. Allen Press, Lawrence, Kansas. 610 pp.
- Zar, J. H. 1984. Biostatistical analysis. 4^o edition. Ed. Prentice Hall. New Jersey.

Internet:

- <http://www.rbma.org.br/mab/unesco>
- http://www.rbma.org.br/mab/unesco_03_rb_cerrado.asp.
- <http://www.recor.org.br>

- <http://recor.org.br/cerrado/clima/html>
- <http://www.unb.br/fal/pages/apresentacao.htm>
- Programa estatístico Oriana : <http://www.kovcomp.co.uk/oriana/newver3.html>
- Programa estatístico R: <http://www.R-project.org/gR/>