



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

**EFEITOS DO FOGO NA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE
ANGIOSPERMAS EM VEGETAÇÕES CAMPESTRES NA CHAPADA
DIAMANTINA, BRASIL**

JUMARA MARQUES SOUZA

FEIRA DE SANTANA - BAHIA

2011



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

**EFEITOS DO FOGO NA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE
ANGIOSPERMAS EM VEGETAÇÕES CAMPESTRES NA CHAPADA
DIAMANTINA, BRASIL**

JUMARA MARQUES SOUZA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de *Mestre* em Ciências - Botânica.

ORIENTADOR: PROF. DR. ABEL AUGUSTO CONCEIÇÃO (UEFS)

FEIRA DE SANTANA - BAHIA

2011

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado

S715e Souza, Jumara Marques
Efeitos do fogo na fenologia reprodutiva de angiospermas em vegetações campestres na Chapada Diamantina, Brasil./ Jumara Marques Souza. – Feira de Santana, 2011.
87f. : il.

Orientador: Abel Augusto Conceição

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Botânica. Universidade Estadual de Feira de Santana, 2011.

1.Floração. 2.Frutificação. 3.Queimadas – Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. 4.Savana. I.Conceição, Abel Augusto. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU: 581.54

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Kátia Torres Ribeiro

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio)

Prof(a). Dr(a). Lúcia Silveira Funch

Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Profº. Dr. Abel Augusto Conceição

Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Orientador e Presidente da Banca

*A todos que acreditam em mim, e onde quer que
estejam ainda continuam a acreditar.*

*A meu pai Juvenal Marques (in memoriam) e
minha avó Janice Souza (in memoriam).*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e ao Programa de Pós Graduação em Botânica da UEFS (PPGBot) pela oportunidade de realizar esse estudo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Prof^o Dr. Abel Conceição, meu orientador, por ter me apresentado a Ecologia do Fogo e confiado a mim a realização desse estudo, e pela amizade.

À Dr^a. Lígia Funch pelas discussões valiosas sobre fenologia e metodologias, pela amizade e por me “adotar” quando o meu orientador estava no exterior.

Ao Prof^o. Antônio Neto pela sua disponibilidade e paciência em me ajudar com os cálculos estatísticos.

Aos Professores: Dr^a. Ana Maria Giulietti, Dr. Caio Machado, Dr^a. Lia, Dr. Luciano Paganucci, pela ajuda no desenvolvimento desse estudo.

Aos especialistas pela identificação das plantas.

À Dr^o. Roy Funch pelas inúmeras caronas.

À Fundação Chapada Diamantina pelo apoio logístico.

Ao Sr. Luis Piedade, proprietário do Orquidário, por ter disponibilizado a área para a realização desse estudo e permitir minha acomodação lá quando necessário. E, a Luis, funcionário do Orquidário, e sua família (Suelen e o pequeno Felipe) pela ótima receptividade.

À Grênivel Costa pela amizade, pelo incentivo desde o início (quando eu ainda estava em dúvida sobre a realização do mestrado) e pela disponibilidade em ajudar sempre quando precisei.

À Joseane Carneiro pela amizade e apoio nos momentos difíceis, sobretudo por me acompanhar (por livre e espontânea vontade) durante vários meses nas atividades de campo.

À Aline Moraes pela amizade e pelo apoio e incentivo durante a realização desse estudo.

A todos os amigos que me acompanharam nas atividades de campo, sem os quais isso tudo teria sido mais sofrido: Thiago Alencar, Vitor Guimarães, Jamile Lima, Juliana Carvalhais e Sâmia Paula.

Ao pessoal do Laboratório de Flora e Vegetação (Ana Paula, Bruna, Isis, Karol, Mara, Marcus, Thiago, Juliana, Aline e Sâmia) por compartilharem comigo essa aventura de trabalhar na Chapada Diamantina.

Ao pessoal do Taxon: Drº. Flávio França, Drª. Efigênia Melo, Carla, Reinaldo, Ivanete (por sua gentileza e paciência).

Ao pessoal do HUEFS: Téo, Elaine, Silvia Karla e Zezé.

À Adriana e a Gardênia pela amizade e auxílio com os trâmites burocráticos da pós.

Ao Sr. “Pelé” e filha por tornarem cada campo um momento único, por suas histórias, pelos refrigerantes “de graça”, pela preocupação quando eu ia a campo sozinha, enfim pela amizade.

Aos meus colegas da pós em especial a Uiara Catharina (“Miga Cat”), Aline Coelho, Maria Cristina, Marla Ibrahim e Patrícia Luz.

Aos que tanto vibraram ao presenciar o início dessa nova etapa da minha vida mas que tiveram de partir antes do fim. A meu pai que sempre esteve ao meu lado, me incentivando e apoiando e, a minha avó por sempre acreditar em mim, enfim pelo amor e carinho de ambos.

À minha mãe pelo amor incondicional, pelo carinho, apoio, incentivo, pela compreensão e por ser meu porto seguro nesse mar de incertezas.

À minha família em especial aos meus irmãos, Jumar e Eli, a Ícaro (meu afilhado); e também Cleuziane (madrinha) e tia Clézia, que sempre me apoiaram e incentivaram.

À Deus por tudo na minha vida.

Obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
INTRODUÇÃO GERAL.....	15
Referências.....	19

CAPÍTULO 1

A influência do fogo na fenologia reprodutiva de cinco espécies de plantas rosuladas em campo rupestre na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil

Resumo.....	26
Abstract.....	26
Introdução.....	27
Material & Métodos.....	30
Resultados.....	34
Discussão.....	36
Referências.....	42

CAPÍTULO 2

Fenologia reprodutiva em um ecótono de campo limpo e campo rupestre queimado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil

Resumo.....	56
Abstract.....	56
Introdução.....	57
Material & Métodos.....	59
Resultados.....	62
Discussão.....	65
Referências.....	70

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87
---------------------------	----

Lista de Figuras

Capítulo 1

Figura 1. Valores médios de precipitação e temperatura obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) durante 31 anos para o município de Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil (A). Dados climáticos (precipitação e temperatura) coletados na Estação Meteorológica do Projeto *Efeitos do fogo* a 900m de altitude, localizada no Orquidário do Pai Inácio a 5 km da área de estudo (B).

Figura 2. Porcentagem de indivíduos em floração e frutificação de quatro espécies de plantas rosuladas, no período de dezembro de 2008 a setembro de 2010 (*Dyckia dissitiflora*) e janeiro de 2009 a setembro de 2010 (demais espécies), em áreas de campo rupestre queimadas em novembro de 2008 e outubro de 2005 (controle), no município de Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

Capítulo 2

Figura 1. Valores médios de precipitação e temperatura obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) durante 31 anos para o município de Lençóis (aprox. 30 km da área de estudo) (A). Dados climáticos (precipitação e temperatura) coletados na estação meteorológica do Projeto *Efeitos do Fogo*, a 900m de altitude, localizada no Orquidário do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil (B).

Figura 2. Porcentagem de espécies encontradas em cinco formas de vida (Caméfito (Came), Criptófito (Crip), Hemicriptófito (Hemi), Nanofanerófito (Nano) e Terófito (Tero)) em áreas de ecótono campo limpo e campo rupestre sem incêndios há 10 anos (controle) e queimada em março de 2009, no período de agosto de agosto de 2009 a setembro de 2010, no município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

Figura 3. Porcentagem de indivíduos em floração e frutificação, no período de agosto de 2009 a setembro de 2010, em áreas de ecótono campo limpo e campo rupestre sem incêndios há 10 anos (controle) e queimada em março de 2009, no município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

Figura 4. Porcentagem de indivíduos em floração nas formas de vida encontradas em áreas de ecótono campo limpo e campo rupestre queimadas em março de 2009 e sem incêndios há 10 anos (controle), no período de agosto de agosto de 2009 a setembro de 2010, no município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

Figura 5. Porcentagem de indivíduos em frutificação nas formas de vida encontradas em áreas de ecótono campo limpo e campo rupestre queimadas em março de 2009 e sem incêndios há 10 anos (controle), no período de agosto de 2009 a setembro de 2010, no município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

Lista de Tabelas

Capítulo 1

Tabela 1. Resultado do teste U de Mann-Whitney comparando as áreas com presença e ausência de fogo em relação à porcentagem de indivíduos em flor e fruto de cinco espécies com folhas dispostas em rosetas no município de Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Dados insuficientes para a realização dos cálculos.

Tabela 2. Correlação de Pearson (r) entre os fatores abióticos - Temperatura (Temp.), Fotoperíodo (Foto.) e Precipitação (Prec.) - e a porcentagem mensal de indivíduos em floração e frutificação de cinco espécies de plantas rosuladas em áreas de campo rupestre queimadas em novembro de 2008 e outubro de 2005 (controle), no município de Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Em negrito as correlações significativas ($p < 0,05$) e entre parênteses o valor de r . * Dados insuficientes para a realização dos cálculos.

Capítulo 2

Tabela 1. Período de ocorrência das fenofases reprodutivas (floração e frutificação) de espécies de angiospermas encontradas em uma área queimada em março de 2009 e outra sem queimadas desde 1999 e suas respectivas formas de vida (Caméfito (Came), Criptófito (Crip), Hemicriptófito (Hemi), Nanofanerófito (Nano) e Terófito (Tero)), no município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. * 2009, ** 2010.

Tabela 2. Resultado do teste U de Mann-Whitney comparando o número de indivíduos e inflorescências com flores e frutos entre os tratamentos com presença e ausência de fogo no município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Em destaque os resultados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Tabela 3. Valores significativos da correlação de Pearson (r) entre os fatores abióticos (Temperatura (Tp.), Fotoperíodo (Ft.) e Precipitação (Pr.)) e as formas de vida em áreas sob influência recente de fogo ou não, no município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Valor de r entre parênteses para $p < 0,05$.

Resumo

A passagem do fogo em uma vegetação provoca mudanças ecossistêmicas e a sua recuperação depende de características dos variados níveis de organização, sejam eles comunidades, grupos funcionais, populações ou outros, e também do próprio ambiente. Devido a importância da fenologia e sabendo que o fogo afeta as estratégias reprodutivas das plantas, acrescido à pequena quantidade de estudos nessa perspectiva, esse estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do fogo na fenologia reprodutiva de uma comunidade vegetal em formações campestres e em populações de plantas herbáceas com as gemas protegidas em folhas dispostas em roseta. Os estudos foram realizados na Área de Proteção Ambiental Marimbus-Iraquara, na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. As plantas rosuladas, quatro espécies de Bromeliaceae e uma de Eriocaulaceae, foram marcadas em uma área queimada em novembro de 2008, nas proximidades da BR 242, no município de Lençóis (12°27'50,9" S e 41°26'02,6" W, 795 a 841 m de altitude). O acompanhamento foi mensal e durou 21 meses, sendo 22 meses para *Dyckia dissitiflora*, e considerou-se a presença/ausência da floração e frutificação. Essas espécies apresentaram diferenças na fenologia reprodutiva relacionadas à ação do fogo, desde floração em massa pós-fogo até ausência de reprodução sexuada. O fogo estimulou a produção de flores e frutos em *D. dissitiflora*, *Cottendorfia florida* e *Actinocephalus ramosus*, e não alterou os padrões de frequência e duração das fenofases reprodutivas em relação ao controle de *A. ramosus*. Embora as espécies estudadas tenham características morfológicas similares (proteção de gemas em folhas dispostas em rosetas), a ação do fogo provocou diferentes respostas fenológicas. Porém, a presença de diferentes respostas não implica que essas características evoluíram necessariamente a partir de pressões impostas pelos incêndios. O estudo em nível de comunidade foi desenvolvido em um ecótono entre campo limpo e campo rupestre, na propriedade do Orquidário do Pai Inácio, no município de Palmeiras (12°31'44" S e 41°33'32" W, a 900m altitude). Para tanto, quatro parcelas de 10x10m foram sorteadas, sendo duas delas queimadas (AQ) em março de 2009 e as outras utilizadas como controle (AC). As parcelas foram subdivididas em 100 subparcelas de 1x1m, sendo sorteadas 10 para o acompanhamento mensal das fenofases de todas as espécies encontradas. As observações iniciaram-se seis meses pós-fogo e duraram 14 meses, considerando-se a presença/ausência das fenofases e quantificação das estruturas reprodutivas. A comunidade em ambos os tratamentos apresentou indivíduos com flores e

frutos durante todo o estudo, com maior concentração no período chuvoso. O incêndio não alterou a fenologia reprodutiva da comunidade e das formas de vida, possivelmente devido ao grau de ajuste dessa vegetação à perturbação pelo fogo nos níveis estudados ou a características da queimada.

Palavras-chave: floração, frutificação, queimadas, savana, vegetação aberta

Abstract

The passage of fire in vegetation causing ecosystem changes and their recovery depends on characteristics of the various levels of organization: communities, functional groups, populations or other and the environment conditions. Given the importance of phenology and knowing that fire affects reproductive plants patterns, plus the small amount of studies in this perspective, this study aimed to evaluate the effects fire in reproductive phenology of a plant community in grassland and populations herbaceous of rosette plants. The studies were performed in the “Área de Proteção Ambiental” Marimbus-Iraquara in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. The rosette plants, four species of Eriocaulaceae and one of Bromeliaceae, were recorded in an area burned in november 2008, near the BR 242, in Lençóis (12 ° 27'50, 9 "S and 41 ° 26'02, 6 "W, 795-841 m altitude). The observations were monthly and lasted 21 months, 22 months to *Dyckia dissitiflora*, and considered the presence/absence of flowering and fruiting. These species show differences in reproductive phenology related to the action of fire, since mass flowering after fire until the absence of sexual reproduction. The fire stimulated the production of flowers and fruits in *D. dissitiflora*, *Cottendorfia florida* and *Actinocephalus ramosus*, and did not alter the patterns of frequency and duration of phenological phases in relation to control of *A. ramosus*. Although these species had similar morphological characteristics (protection of buds in leaves arranged in rosettes), the action of fire caused different phenological responses. However, the presence of different answers does not mean necessarily that these characteristics evolved from pressures imposed by the fires. The study at the community level has been developed in an ecotone between grassland and “campo rupestre”, on the property of the Orquidário do Pai Inácio, Palmeiras (12 ° 31'44"S and 41 ° 33'32"W, 900 m altitude). For this, four 10x10m plots were selected, two of them being burned (AQ) in march 2009 and the other used as control (AC). Were subdivided into 100 plots of 1x1m, we randomly selected 10 for monthly monitoring of all species. The observations began at six months post-fire and lasted 14 months, considering the presence/absence of phenophases and quantification of reproductive structures. The community in both treatments presented with flowers and fruits throughout the study, with greater concentration in the rainy season. The fire did not alter the reproductive phenology of the community and life forms, possibly because of the degree of adjustment of vegetation to disturbance by fire in the levels studied or the characteristics of fire.

Key-words: flowering, fruiting, burning, savanna, open grassland

Introdução Geral

A Chapada Diamantina corresponde a porção norte da Cadeia do Espinhaço, complexo montanhoso que se estende do Estado da Bahia a Minas Gerais. Devido ao relevo acidentado associado às variações de substratos, proximidades de fontes de água e microclimas, a Chapada apresenta variados tipos vegetacionais (Queiroz *et al.* 2008), os quais variam geralmente segundo características do relevo: nas áreas de depressão encontra-se a vegetação de caatinga; na encosta oriental diferentes tipos de florestas; e, nas áreas mais elevadas os cerrados e os campos rupestres, também sendo encontradas matas de neblinas (Harley 1995; Giuliatti *et al.* 1996).

Na Chapada Diamantina, o registro dos incêndios pelos órgãos governamentais como o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) são recentes, o que impossibilita saber o histórico de queimadas nessa região. Embora possam existir incêndios naturais provocados por raios/descargas elétricas ou pelo friccionar de rochas estima-se que os incêndios na Chapada sejam principalmente de origem antrópica e motivados pelos mais diversos fatores até mesmo “só para ver as chamas subirem a serra” (Funch 2008). Sabe-se que os maiores focos de queimadas nessa região ocorrem entre os últimos meses do ano. Em outubro de 2008, por exemplo, as queimadas atingiram 20 municípios, nos quais foi decretado estado de emergência (Diário Oficial 2008). Nesse ano, segundo os responsáveis pela administração do Parque Nacional da Chapada Diamantina, cerca de 75 mil hectares deste e entorno foram consumidos pelo fogo (Jornal A Tarde 2008).

Perturbação, em ecologia, refere-se a mudanças na disponibilidade de recursos e no ambiente físico, além de mudanças na estrutura da população, comunidade ou ecossistema provocadas por um evento não contínuo no tempo (White & Pickett 1985). Há muito tempo o fogo vem moldando a estrutura da vegetação e composição de alguns ecossistemas (Bond *et al.* 2005; Bond & Keeley 2005; Keeley & Rundel 2005; Getzin 2007), de modo que se pode dividir os ecossistemas em relação ao regime de fogo em três categorias (Shlisky *et al.* 2009). Ecossistemas em que o fogo é essencial para a manutenção da diversidade e a maioria das espécies evoluiu na presença do mesmo, seriam definidos como Dependentes do fogo, a exemplo dos campos sulinos e das florestas temperadas de coníferas. Naqueles em que a queima pode ter efeitos negativos sobre a biodiversidade e a maioria das espécies não apresentam adaptações ao fogo, seriam os Sensíveis ao fogo (ex:

florestas tropicais). Já os ecossistemas tidos como Independentes do fogo, se referem aqueles em que o fogo não atua como uma força evolutiva devido a ausência de combustível suficiente para a sua presença (ex: desertos).

No Brasil, o Cerrado é tido como uma savana floristicamente rica, sendo determinado pelo fogo e por características do clima, solo e hidrológicas (Walter *et al.* 2008). A vegetação desse bioma inclui fisionomias de formações florestais, savânicas e campestres, a exemplo do campo rupestre e do campo limpo (Ribeiro & Walter 2008). Estima-se que a formação das linhagens de espécies do Cerrado seja recente e resultante de freqüentes mudanças adaptativas em relação à ação do fogo (Simon *et al.* 2009).

Em ambientes propensos ao fogo, as espécies apresentam estruturas e/ou estratégias que possibilitam sobreviver aos incêndios. A proteção das gemas em folhas dispostas em rosetas, a proteção dos tecidos internos das plantas das altas temperaturas ou o brotamento a partir de raízes gemíferas e/ou órgãos subterrâneos após a consumação da parte aérea da planta pelas chamas são alguns exemplos (Coutinho 1977; Givnish *et al.* 1986; Whelan 1995; Kolbek & Alves 2008).

Sabe-se que a sobrevivência individual à ação do fogo tem grande importância na estrutura da população e poderá implicar na permanência ou não da espécie naquele ambiente. As espécies que dependem da sobrevivência dos indivíduos para permanecer, geralmente investem mais energia para o estoque de nutrientes após as queimadas (Buhk *et al.* 2007). As que morrem depois dos incêndios dependem do estabelecimento de uma nova geração de plântulas, investindo energia na produção de um banco de sementes (Bell 2001). Há também aquelas em que a permanência pode depender tanto da sobrevivência dos indivíduos quanto do estabelecimento de plântulas, recrutando assim energia para a produção de flores e estoque de nutrientes (Buhk *et al.* 2007).

Os efeitos do fogo nas populações irão refletir na composição e estrutura vegetal dos ecossistemas (Raw & Ray 1985; Franceschinelli & Bawa 2005; Fidelis *et al.* 2010), seja pelo surgimento de plântulas ou devido a permanência, mortalidade e/ou a chegada de novos indivíduos por dispersão. Em incêndios ocorridos em 1994, em áreas florestais do Parque Nacional das Emas, no Planalto Central Brasileiro, por exemplo, o sub-bosque foi eliminado e muitas árvores de grande porte foram mortas (França *et al.* 2007).

As estratégias reprodutivas também são afetadas. Sob uma alta freqüência de incêndios, a reprodução vegetativa em uma área de cerrado apresentou maior sucesso do que a reprodução sexual entre espécies arbóreas e arbustivas (Hoffman 1998). Já para

outras espécies, principalmente as monocotiledôneas, a reprodução sexual é estimulada através da floração pós-fogo (Le Maitre & Midgley 1992; Johnson *et al.* 1994; Oliveira *et al.* 1996; Abrahamson 1999; Correia *et al.* 2007), sendo bastante sincrônica em algumas espécies (Lamont & Downes 1979; Sano 1996; Taylor *et al.* 1998; Figueira 1998; Ribeiro *et al.* 2007).

A despeito das características intrínsecas das espécies, a época e a frequência dos incêndios podem causar sérios danos às populações das plantas. Incêndios durante o período reprodutivo podem destruir flores e frutos/diásporos e caso seja um evento freqüente a planta pode não conseguir iniciar outro ciclo reprodutivo, tendo seu potencial de reprodução reduzido (Whelan 1995; Schmidt *et al.* 2005). Em *Helicteres sacarolha* A.St.-Hil., um arbusto do cerrado, estima-se que repetidos incêndios possam diminuir o tamanho da população, bem como suas taxas de cruzamento e diversidade genética (Franceschinelli & Bawa 2005).

Sabe-se que o entendimento sobre a reprodução das plantas e a organização espaço-temporal dos recursos disponíveis no ambiente resultantes dos estudos fenológicos permite compreender a dinâmica de populações e comunidades (Morelato 1991; Morelato & Leitão-Filho 1996). Logo, estudos sobre os fatores que afetam os padrões fenológicos, como o fogo, são de grande valia.

A passagem do fogo provoca diferentes respostas na fenologia reprodutiva das plantas. Existem espécies que possuem a floração estimulada pelos incêndios como *Xanthorrhoea preissii*, que pode levar até 200 anos sem florescer, porém em indivíduos dessa espécie com 1 m de altura os incêndios estimulam a produção de flores (Lamont & Downes 1979). Outras, no entanto, não florescem após o fogo como *Andira humilis* (Coutinho 1976). Há ainda aquelas espécies que florescem a depender da época da queima, como *Aristida stricta* que floresce após incêndios ocorridos no final do verão ou primavera (Abrahamson 1984).

Geralmente, o fogo atua estimulando a produção de flores, frutos e sementes nas espécies herbáceas subarbustivas do cerrado (Coutinho 1976; Munhoz & Felfili 2005), enquanto nas arbustivo-arbóreas tem um efeito prejudicial devido a destruição das estruturas reprodutivas, a morte de plântulas e outros (Coutinho 1976). Em *Spiranthera odoratissima* (Rutaceae), um subarbusto do cerrado, a diminuição da produção de frutos pós-fogo estaria relacionada a características do sistema de polinização da própria planta e a fuga dos polinizadores efetivos em consequência do fogo ou a utilização de recursos por visitantes florais oportunistas (Silva & Santos 2008).

Mesmo que se saiba que o fogo afeta a fenologia reprodutiva de várias espécies (Lamont & Downes 1979; Le Maitre & Midgley 1992; Hoffman 1998) estudos nessa perspectiva ainda são escassos (Coutinho 1976; Chapmann & Crow 1981; Johnson *et al.* 1994; Taylor *et al.* 1998; Abrahamson 1999). No Brasil, a maioria dos estudos fenológicos que abordam eventos de fogo não apresentam uma metodologia específica/consolidada para avaliar os efeitos do fogo nas fenofases. Esses estudos podem ser divididos em dois grupos: aqueles em que a metodologia foi elaborada para ser aplicada a um evento de fogo (Coutinho 1976; Oliveira *et al.* 1996; Correia *et al.* 2007; Ribeiro *et al.* 2007; Silva & Santos 2008; Mamede 2008; Conceição & Costa 2009; Neves 2009); e, aqueles que abordam incêndios acidentais ocorridos durante o desenvolvimento do estudo (Sanaiotti & Magnusson 1995; Barbosa 1997; Felfili *et al.* 1999; Munhoz & Felfili 2005; Simão 2005). Existem também os que não são caracterizados como fenológicos mas é possível obter essas informações em relação à ação do fogo (Haddad 1991; Figueira 1998; Figueiredo 2007).

A maioria dos estudos que trazem informações fenológicas relacionadas ao fogo se concentram em áreas de cerrado e foram realizados em nível de população (Haddad 1991; Oliveira *et al.* 1996; Felfili *et al.* 1999; Simão 2005; Figueiredo 2007; Mamede 2008; Silva & Santos 2008; Figueira 1998; Correia *et al.* 2007; Ribeiro *et al.* 2007; Conceição & Costa 2009) e poucos em nível de comunidade (Coutinho 1976; Sanaiotti & Magnusson 1995; Barbosa 1997; Munhoz & Felfili 2005; Neves 2009).

Na Chapada Diamantina, as pesquisas sobre o fogo são recentes (Conceição & Costa 2009; Costa 2010; Neves & Conceição 2010) e apenas um estudo aborda as respostas fenológicas em relação a passagem do fogo (Conceição & Costa 2009). Devido a pequena quantidade de estudos dessa natureza nessa região e a importância que o fogo exerce sobre os padrões fenológicos reprodutivos (Coutinho 1976; Whelan 1995; Hoffman 1998), o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do fogo na fenologia reprodutiva de angiospermas em formações campestres na Chapada Diamantina. Para tanto, foi dividido em dois capítulos. O primeiro deles sobre os efeitos do fogo na fenologia reprodutiva de populações de plantas herbáceas com as gemas protegidas em folhas dispostas em rosetas; e o segundo, abordando os efeitos do fogo na fenologia reprodutiva de uma comunidade vegetal em um ecótono de campo limpo e campo rupestre.

Referências

- A Tarde Online, 2008. Fogo continua sem controle. Disponível em: <http://www.atarde.com.br/cidades/noticia.jsf?id=1005232>. Acesso em 17 de dezembro de 2008.
- Abrahamson, W.G. 1984. Species responses to fire on the Florida Lakes Wales Ridge. **American Journal of Botany** 71(1): 35-43.
- Abrahamson, W.G. 1999. Episodic reproduction in two fire-prone palms, *Serenoa repens* and *Sabaletonia* (Palmae). **Ecology** 80(1): 100-115.
- Barbosa, A.A.A. 1997. **Biologia reprodutiva de uma comunidade de campo sujo, Uberlândia/ MG**. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Bedê, L.C. 2006. **Alternativas para o uso sustentado de sempre-vivas: feitos do manejo extrativista sobre *Syngonanthus elegantulus* Ruhland (Eriocaulaceae)**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.
- Bell, D.T. 2001. Ecological response syndromes in the Florida of Southwestern Western Australia: fire resprout *versus* reseeder. **The Botanical Review** 67(4): 417-440.
- Bond, W.J. & Keeley, J.E. 2005. Fire as a global “herbivore”: the ecology and evolution of flammable ecosystems. **Trends in Ecology and Evolution** 20 (7): 387-394.
- Bond, W.J.; Woodward, F.I. & Midgley, G.F. 2005. The global distribution of ecosystems in a world without fire. **New Phytologist** 165: 525-538.
- Buhk, C.; Meyn, A. & Jentsch, A. 2007. The challenge of plant regeneration after fire in the Mediterranean Basin: scientific gaps in our knowledge on plant strategies and evolution traits. **Plant Ecology** 192:1-19.
- Chapman, R.R. & Crow, G.E. 1981. Application of Raunkiaer’s life form system to plant species survival after fire. **Bulletin of the Torrey Botanical Club** 108(4): 472-478.
- Conceição, A.A. & Costa, G.M. 2009. Efeitos do fogo na vegetação de campos rupestres da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. In: C.W.N. Moura; T.R.S. Silva; A.M. Giuliatti-

- Harley & F.A.R. Santos (orgs.). **Anais do 60º Congresso Nacional de Botânica. Botânica brasileira: futuro e compromissos.** Salvador, EDUNEB.
- 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 da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Coutinho, L.M. 1977. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. II – As queimadas e a dispersão de sementes em algumas espécies anemocóricas do estrato herbáceo-subarbutivo. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** 5: 57-64.
- Coutinho, L.M. 1990. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. Pp. 82-105. In: J.G. Goldammer (ed.). **Fire in the tropical biota.** Berlin, Springer.
- Correia, H.V.L.; Miola, D.T.B. & Fernandes, G.W. 2007. Fenologia e efeito do fogo em *Syagrus glaucescens* Becc. (Arecaceae). In: **Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil.** Caxambu, MG.
- Costa, G.M. 2010. **Regeneração da vegetação campestre sob distúrbio de fogo na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.** Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.
- Diário Oficial, 2008. Incêndios deixam 20 municípios da Chapada em situação de emergência. Disponível em: http://www.egba.ba.gov.br/diario/_DODia/DO_frm0.html. Acesso em 26 de outubro de 2008.
- Felfili, J.M.; Silva Jr., M.C.; Dias, B.J. & Rezende, A.V. 1999. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado “sensu stricto” da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 22: 83-90.
- Fidelis, A.; Müller, S.C.; Pillar, V.P. & Pfadenhauer, J. 2010. Population biology and regeneration of forbs and shrubs after fire in Brazilian Campos grasslands. **Plant Ecology** 211: 107-117.
- Figueira, J.E.C. 1998. **Dinâmica de populações de *Paepalanthus polyanthus* (Eriocaulaceae) na Serra do Cipó, MG.** Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Figueiredo, I.B. 2007. **Efeito do fogo em populações de capim dourado (*Syngonanthus nitens* Eriocaulaceae) no Jalapão, TO**. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília.
- Franceschinelli, E.V. & Bawa, K.S. 2005. The post-fire effects on the outcrossing rate of a Brazilian savannah shrub, *Helicteres sacarolha* A.St.-Hil. **Revista Brasileira de Botânica** 28(1): 163-170.
- França, H.; Ramos Neto, M.B. & Setzer, A. 2007. **O fogo no Parque Nacional das Emas. Série Biodiversidade 27**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Funch, R.R. 2008. Preservação e conservação na Chapada Diamantina. Pp. 223-251. In: L.S. Funch, R.R. Funch, L.P. de Queiroz (orgs.). **Serra do Sincorá: Parque Nacional da Chapada Diamantina**. Radami, Feira de Santana.
- Getzin, S. 2007. **Structural fire effects in the world's savannas. A synthesis for biodiversity and land-use managers**. VDM Verlag, Saarbrücken.
- Giulietti, A.M.; Queiroz, L.P. & Harley, R.M. 1996. Vegetação e Flora da Chapada Diamantina, Bahia. Pp. 144-156. In: **Anais da 4ª Reunião da SPBC**. Feira de Santana.
- Givnish, T.J., McDiarmid, R.W. & Buck, W.R. 1986. Fire adaptation in *Neblinaria celiae* (Theaceae), a high-elevation rosette shrub endemic to a wet equatorial tepui. **Oecologia** 70:481-485.
- Haddad, C.R.B. 1991. **Efeito do fogo na floração de *Lantana montevidensis* Briq., uma planta de cerrado**. Tese de doutorado. Universidade de Campinas, Campinas.
- Hoffmann, W.A. 1998. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal of Applied Ecology** 35: 422-433.
- Harley, R.M. 1995. Introduction. Pp. 1-40. In: B.L. Stannard (ed.). **Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia**. Kew, Royal Botanical Gardens.
- Johnson, K.A.; Morrison, D.A. & Goldsack, G. 1994. Post-fire flowering patterns in *Blandiflora nobilis* (Liliaceae). **Australian Journal of Botany** 42: 49-60.

- Keeley, J.E. & Rundel, P.W. 2005. Fire and the Miocene expansion of C4 grasslands. **Ecology Letters** **8**: 683-690.
- Kolbek, J. & Alves, R.J.V. 2008. Impacts of cattle, fire and Wind in rocky savannas, southeastern Brazil. **Acta Universitatis Carolinae Environmentalica** **22**: 111-130.
- Lamont, B.B. & Downes, S. 1979. The longevity, flowering and fire history of the grasses *Xanthorrhoea preissii* and *Kingia australis*. **Journal of Applied Ecology** **16**: 893-899.
- Le Maitre, D.C. & Midgley, J.J. 1992. Plant reproductive ecology. Pp. 135-174. In: R.M. Cowling (edt.). **The ecology of Fynbos: nutrients, fire and diversity**. Cape Town, Oxford University Press.
- Mamede, M.A. 2008. **Aspectos da ecologia reprodutiva de *Syagrus flexuosa* Mart. Becc.: sucesso reprodutivo e persistência em áreas de cerrado na região do DF**. Tese de doutorado. Universidade de Brasília, Brasília.
- Morellato, L.P.C. 1991. **Fenologia de árvores, arbustos e lianas em uma floresta semi decídua no sudeste do Brasil**. Tese de doutorado. Universidade de Campinas, Campinas.
- Morellato, L.P.C. & Leitão-Filho, H.F. 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian forest. **Biotropica** **28**:180-191.
- Munhoz, C.B.R. & Felfili, J.M. 2005. Fenologia do estrato herbáceo-arbustivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** **19**(4): 979-988.
- Neves, D.R.M. 2009. **Fenologia reprodutiva pós-queima e dispersão de sementes por morcegos em campo sujo de cerrado no planalto residual do Urucum, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- Neves, S.P.S. & Conceição, A.A. 2010. Campo rupestre recém-queimado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: plantas de rebrota e sementes, com espécies endêmicas na rocha. **Acta Botânica Brasílica** **24**(3): 697-707.

- Oliveira, R.S.; Batista, J.A.N.; Proença, C.E.B. & Bianchetti, L. 1996. Influência do fogo na floração de espécies de Orchidaceae em Cerrado. Pp. 61-67. In: H.S. Miranda; C.H. Saito & B.F.S. Dias (orgs.). **Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga**. Brasília, ECL.
- Queiroz, L.P. de; Funch, L.S. & Funch, R.R. 2008. Vegetação da Chapada Diamantina. Pp. 35-47. In: L.S. Funch; R.R. Funch & L.P. Queiroz (org.). **Serra do Sincorá: Parque Nacional da Chapada Diamantina**. Feira de Santana: Radami.
- Ramirez, N. 2002. Reproductive phenology, life-forms, and habitats of the Venezuelan Central Plain. **American Journal of Botany** **89**(5): 836-842.
- Raw, A. & Hay, J. 1985. Fire and other factors affecting a population of *Simarouba amara* in “cerradão” near Brasília, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **8**: 101-107.
- Ribeiro, L.C.; Ribeiro, K.T.; Madeira, J.A. & De Filippo, D.C. 2007. Floração em massa de *Vellozia gigantea* (Velloziaceae) após ocorrência do fogo nos campos rupestres da Serra do Cipó, MG. In: **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu, MG.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 2008. As principais fisionomias do Bioma Cerrado. Pp. 153-212. In: S.M. Sano, S.P. de Almeida, J.F. Ribeiro (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados, Brasília.
- Sanaïotti, T.N. & Magnusson, W.E. 1995. Effects of annual fires on the production of fleshy fruits eaten by birds in a Brazilian Amazonian Savanna. **Journal of Tropical Ecology** **11**(1): 53-65.
- Sano, P.T. 1996. Fenologia de *Paepalanthus hilairie* Koern. *P. polyanthus* (Bong.) Kunth e *P. robustus* Silveira sect. *Actinocephalus* Koern. – Eriocaulaceae. **Acta Botânica Brasília** **10**(1): 317-328.
- Schmidt, I.B.; Sampaio, A.B. & Borghetti, F. 2005. Efeitos da época de queima sobre a reprodução sexuada e estrutura populacional de *Heteropterys pteropetala* (Adr. Juss.) Malpighiaceae, em áreas de cerrado *sensu stricto* submetidas a queimadas bienais. **Acta Botânica Brasília** **19**(4): 929-936.

- Shlisky, A.; Alencar, A.; Manta, M. & Curran, L.M. 2009. Overview: Global fire regime conditions, threats, and opportunities for management in the tropics. Pp. 65-83. In: M.A. Cochrane (ed.). **Tropical Fire Ecology**. Springer, Berlin.
- Silva, C.S.P. & Santos, M.L. 2008. Comportamento fenológico no evento pós-queima e biologia reprodutiva de *Spiranthera odoratissima* A. St.-Hil. (Rutaceae). **Biotemas** **21**(1): 29-39.
- Simão, R.N. 2005. **Herbivoria e fogo: seus efeitos em *Chamaecrista neesiana* (Mart. ex Benth.) I. & B. (Caesalpinoidea) na vegetação de cerrado**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- Simon, M.F.; Grether, R.; Queiroz, L.P. de; Skema, C.; Pennington, R.T. & Hughes, C.E. 2009. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **PNAS** **106**(48): 20359 – 20364.
- Taylor, J.E.; Monamy, V. & Fox, B.J. 1998. Flowering of *Xanthorrhoea fulva*: the effect of fire and clipping. **Australian Journal of Botany** **46**: 241-251.
- Walter, B.M.T.; Carvalho, A.M. de & Ribeiro, J.F. 2008. O conceito de savana e de seu componente cerrado. Pp. 21-45. In: S.M. Sano, S.P. de Almeida, J.F. Ribeiro (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados, Brasília.
- Whelan, R.J. 1995. **The ecology of fire**. Cambridge studies in ecology, New York.
- White, P.S. & Pickett, S.T.A. 1985. Natural disturbance and patch dynamics: an introduction. Pp. 3-13. In: S.T.A. Pickett & P.S. White (eds.). **The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics**. Academic Press, Orlando, FL.
-

Capítulo 1

A influência do fogo na fenologia reprodutiva de cinco espécies de plantas rosuladas em campo rupestre na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil

Jumara Marques Souza & Abel Augusto Conceição

*Artigo a ser submetido para publicação no periódico *Acta Botânica Brasílica*

A influência do fogo na fenologia reprodutiva de cinco espécies de plantas rosuladas em campo rupestre na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil

RESUMO – (A influência do fogo na fenologia reprodutiva de cinco espécies de plantas rosuladas em campo rupestre na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil). Esse estudo avaliou como a fenologia reprodutiva de plantas rosuladas e sua relação com os fatores abióticos são afetados pelo fogo em uma área de campo rupestre, no município de Lençóis (12°27'50,9" S e 41°26'02,6" W, 795-841m de altitude), Bahia, Brasil. Foram marcados entre 28 a 58 indivíduos de cinco espécies: quatro Bromeliaceae e uma Eriocaulaceae, em uma área queimada (novembro/2008) e em uma controle (último incêndio em outubro/2005). O acompanhamento fenológico foi mensal com duração de 22 meses em *Dyckia dissitiflora* e 21 meses nas demais e considerou-se a presença/ausência da floração e frutificação. As espécies apresentaram diferenças na fenologia reprodutiva relacionadas à ação do fogo, desde floração em massa pós-fogo até ausência de reprodução sexuada. O fogo estimulou a produção de flores e frutos em *D. dissitiflora*, *Cottendorfia florida* e *Actinocephalus ramosus*, e não alterou os padrões de frequência e duração das fenofases reprodutivas em relação ao controle de *A. ramosus*. Embora as espécies estudadas tenham características morfológicas similares (proteção de gemas em folhas dispostas em rosetas), a ação do fogo provocou diferentes respostas fenológicas. Porém, a presença de diferentes respostas não implica que essas características evoluíram necessariamente a partir de pressões impostas pelos incêndios.

Palavras-chave: Bromeliaceae, Eriocaulaceae, floração, frutificação, queimada

ABSTRACT - (The fire influence in phenology reproductive of five species rosette plants in *campo rupestre* in Chapada Diamantina, Bahia, Brazil). This study assessed the reproductive phenology of rosettes plants and its relationship with abiotic factors are affected by fire in an area of campo rupestre in Lençóis (12 ° 27'50, 9 "S and 41 ° 26'02, 6" W, 795-841m altitude), Bahia, Brazil. Were scored between 28 to 58 individuals of five species: four Bromeliaceae and one Eriocaulaceae, in a burned area (november/2008) and a control (last fire in October/2005). The phenological observe were monthly with duration of 22 months to *Dyckia dissitiflora* and 21 months to others and we consider the presence/absence of flowering and fruiting. The species showed differences in phenology related to the action of fire, since mass flowering after fire until the absence of sexual reproduction. The fire stimulated the production of flowers and fruits in *D. dissitiflora*, *Cottendorfia florida* and *Actinocephalus ramosus*, and did not change the patterns of frequency and duration of phenological phases in relation to reproductive control to *A. ramosus*. Although these species have similar morphological characteristics (protection of buds in leaves arranged in rosettes), the action of fire caused different phenological responses. However, the presence of different answers does not mean necessarily that these characteristics evolved from pressures imposed by the fires.

Key-words: Bromeliaceae, Eriocaulaceae, burnt, flowering, fruiting

Introdução

O entendimento sobre a reprodução das plantas e a organização espaço-temporal dos recursos disponíveis no ambiente resultantes dos estudos fenológicos permite compreender a dinâmica de populações e comunidades (Morelatto 1991; Morelatto & Leitão-Filho 1996). Logo, estudos sobre os fatores que afetam os padrões fenológicos, como o fogo, são de grande valia.

O fogo é uma perturbação comum em variados tipos de ecossistemas (Bond & Keeley 2005). As plantas de ambientes propensos ao fogo possuem estratégias e/ou estruturas que lhes permitem evitar ou tolerar os danos causados pelos incêndios (Coutinho 1976, 1977, 1990; Whelan 1995; Ne'eman *et al.* 2004; Menezes & Araujo 2004). O caule rosulado é uma dessas estruturas, pois permite que as plantas tolerem os danos dos incêndios pela proteção do meristema terminal no centro das folhas dispostas em rosetas (Givnish *et al.* 1986; Kolbek & Alves 2008).

Muitas plantas apresentam-se em rosetas, sobretudo as monocotiledôneas. Entre elas, Bromeliaceae e Eriocaulaceae são famílias tidas como importantes para os campos rupestres (Harley 1995; Zappi *et al.* 2003; Romero 2002; Conceição & Giulietti 2002), vegetação encontrada a altitudes acima de 900m e suscetível a queimadas frequentes (Harley 1995; Conceição *et al.* 2005; Conceição & Pirani 2005, 2007; Conceição 2006; Kolbek & Alves 2008). Apesar do conhecimento sobre as mudanças que os incêndios provocam em vegetações propensas ao fogo, tanto na comunidade (Van Wilgen 1982; Kauffman *et al.* 1994; Ramsay & Oxley 1996; Safford 2001) quanto nas populações (Raw & Hay 1985; Miranda & Klink 1996; Curtis 1998; Stokes *et al.* 2004; Menges & Root 2004; Franceschinelli & Bawa 2005; Fidelis *et al.* 2010), os estudos abordando o fogo nos campos rupestres ainda são raros (Figueira 1998; Correia *et al.* 2007; Ribeiro *et al.* 2007; Kolbek & Alves 2008; Conceição & Costa 2009; Neves & Conceição 2010).

Sabe-se que a sobrevivência individual à ação do fogo tem grande importância na estrutura da população e poderá implicar na permanência ou não da espécie naquele ambiente. As espécies que dependem da sobrevivência dos indivíduos para permanecer, geralmente investem mais energia para o estoque de nutrientes após as queimadas (Buhk *et al.* 2007). As que morrem depois dos incêndios dependem do estabelecimento de uma nova

geração de plântulas, investindo energia na produção de um banco de sementes (Bell 2001). Há também aquelas em que a permanência pode depender tanto da sobrevivência dos indivíduos quanto do estabelecimento de plântulas, recrutando assim energia para a produção de flores e estoque de nutrientes (Buhk *et al.* 2007).

A passagem do fogo gera mudanças nas estratégias reprodutivas das plantas e podem ser diferentes a depender do estrato em questão. Sob uma alta frequência de incêndios, a reprodução vegetativa apresentou maior êxito do que a reprodução sexual entre espécies arbóreas e arbustivas em uma área de cerrado (Hoffman 1998). Em formações vegetais como os *fynbos* e o *kwongan*, na África e na Austrália, respectivamente, as herbáceas perenes e geófitas possuem floração estimulada pelo fogo (Le Maitre & Midgley 1992).

O estresse hídrico e recorrentes incêndios são os principais fatores seletivos de eficientes estratégias reprodutivas em plantas das savanas como sugerido por Sarmiento & Monasterio (1983). Nos *fynbos*, na África do Sul, o aumento da disponibilidade de recursos e os baixos níveis de herbivoria e predação de sementes após as queimadas são tidos como fatores que também contribuem para a evolução de eventos pós-fogo como a germinação de sementes e a floração (Le Maitre & Midgley 1992).

Em algumas espécies de monocotiledôneas, a reprodução sexual depois do fogo geralmente é estimulada (Abrahamson 1984, 1999; Le Maitre & Midgley 1992; Johnson *et al.* 1994; Oliveira *et al.* 1996; Correia *et al.* 2007), sobretudo nas espécies que possuem folhas dispostas em rosetas (Lamont & Downes 1979; Sano 1996; Taylor *et al.* 1998; Figueira 1998; Ribeiro *et al.* 2007).

No Brasil, estudos enfocando fenologia e fogo são poucos e se concentram no Cerrado (Coutinho 1976, 1977, 1990; Haddad 1991; Sanaiotti & Magnusson 1995; Munhoz & Felfili 2005; Simão 2005; Mamede 2008; Silva & Santos 2008), sendo escassos nos campos rupestres (Figueira 1998; Correia *et al.* 2007; Ribeiro *et al.* 2007; Conceição & Costa 2009).

Devido à grande influência que o fogo exerce sobre a fenologia reprodutiva (Coutinho 1976; Whelan 1995; Hoffman 1998) foi realizado o presente estudo com o objetivo de avaliar os efeitos da queima da vegetação na fenologia reprodutiva de plantas, com gemas protegidas em folhas dispostas em rosetas. Também visou avaliar se a

influência da precipitação, temperatura e fotoperíodo na floração e frutificação pode ser afetada pelo fogo nessas plantas.

Material e Métodos

Área de Estudo

A área de estudo localiza-se no município de Lençóis (12°27'50,9" S e 41°26'02,6" W, 795 a 841 m de altitude), nas proximidades da BR 242, na Área de Proteção Ambiental Marimbus-Iraquara, onde ocorreu um incêndio em novembro de 2008. Nessa área, há uma grande proporção de afloramentos rochosos e nos locais com presença de solos estes, geralmente, possuem textura arenosa são rasos e pobres em nutrientes e carbono (Benites *et al.* 2003; Conceição & Pirani 2005; Conceição *et al.* 2007). A região está sob clima Tropical do Brasil Central, com verões úmidos e quatro a cinco meses secos na primavera (Nimer 1989), com temperaturas médias em torno de 23°C durante o inverno e 25°C, nos meses mais quentes (Fig. 1).

A vegetação estudada é o campo rupestre, que predomina em áreas montanhosas suscetíveis aos fortes ventos, geralmente em altitudes acima de 900 m. É caracterizada por uma fisionomia herbáceo-arbustiva associada a sedimentos arenosos e substratos rochosos de metarenito, com dominância de plantas de algumas famílias como Velloziaceae, Melastomataceae, Orchidaceae, Bromeliaceae, Eriocaulaceae, Poaceae e Leguminosae (Harley 1995; Conceição & Giuliatti 2002; Conceição & Pirani 2005, 2007; Conceição *et al.* 2005; Conceição 2006).

O campo rupestre pode ser dividido em três habitats delimitados segundo características da superfície rochosa e limites da vegetação: Vala – área de fendas profundas limitadas por paredes rochosas sustentando uma vegetação arbóreo-arbustiva; Entremeio – áreas de solos mais extenso com vegetação arbustiva-herbáceae sem limites definidos entre ela e a superfície rochosa, onde há predomínio da família Poaceae; Afloramento – áreas com alta proporção de rocha exposta e predomínio de vegetação herbáceo arbustiva, sendo o habitat que contém a maior concentração de matéria orgânica no solo (Conceição & Pirani 2005; Conceição 2006).

Espécies Estudadas

Foram estudadas cinco espécies de monocotiledôneas, quatro da família Bromeliaceae (*Dyckia dissitiflora* Schult. & Schult.f., *Vriesea* sp., *Orthophytum burle-*

marxii L.B.Sm. & Read e *Cottendorfia florida* Schult. & Schult.f.) e uma da família Eriocaulaceae (*Actinocephalus ramosus* (Wikstr.) Sano).

As espécies estudadas possuem hábito herbáceo, caule rosulado e ocorrem no habitat afloramento, com exceção de *A. ramosus* predominante no entremeio (Conceição 2006; Conceição 2008). A inflorescência em *O. burle-marxii* é sésil, com as flores concentradas no centro da roseta (Louzada & Wanderley 2010) e nas demais espécies os escapos elevam as flores acima das folhas (Smith & Downs 1974, 1977; Miranda & Giuliatti 2001), sendo que em *A. ramosus*, os escapos estão dispostos em arranjos umbeliformes compondo o paracládio (Miranda & Giuliatti 2001; Sano 2004). As flores são trímeras: *A. ramosus* possui flores pistiladas e estaminadas no mesmo capítulo, com pétalas e sépalas brancas; *C. florida*, flores pistiladas e perfeitas em indivíduos diferentes (ginodioiccia) ambas com corola branca e cálice verde; *O. burle-marxii* possui flores de corola branca e cálice vermelho e *D. dissitiflora* flores de corola laranja e cálice avermelhado, ambas as espécies apresentam apenas flores hermafroditas. Os frutos são cápsulas septícidas nas bromélias e loculícida na Eriocaulaceae; e, as sementes são pequenas e delgadas em todas as espécies (Smith & Downs 1974, 1977; Miranda & Giuliatti 2001; Louzada & Wanderley 2010).

A Cadeia do Espinhaço, conjunto montanhoso do qual a Chapada Diamantina faz parte, é considerada centro de diversidade de vários táxons, entre eles a família Eriocaulaceae (Giuliatti *et al.* 2005) e o gênero *Orthophytum* (Louzada & Wanderley 2010). Entre as espécies estudadas, apenas *O. burle-marxii* é endêmica (Louzada & Wanderley 2010), enquanto as outras espécies possuem distribuição mais ampla (Smith & Downs 1974; Miranda & Giuliatti 2001). Segundo Smith & Downs (1974), *C. florida* ocorre do Piauí a Bahia, porém foi recentemente considerada como endêmica da porção norte do Espinhaço (Versieux *et al.* 2008). Essa espécie é a única representante do gênero no país (Smith & Downs 1974; Versieux *et al.* 2008), o qual possui distribuição disjunta entre a Cadeia do Espinhaço e os *tepui*s do norte da América do Sul (Maguire 1970).

Devido a características morfológicas das espécies, o presente estudo considerou cada roseta como um *ramet*/indivíduo. Porém, nos casos de *O. burle-marxii* e *C. florida*, devido à distribuição em moitas (agregados de *ramets*), estas foram consideradas como indivíduos.

Observações Fenológicas

Para a marcação dos indivíduos foram estabelecidas 16 parcelas de 10x10m, sendo oito delas sorteadas em uma área queimada (AQ) em novembro de 2008 e o restante em uma área sem queimadas desde outubro de 2005 (controle - AC). Todos os indivíduos dessas espécies que ocorreram nas parcelas foram marcados, de modo que cada espécie somasse entre as áreas no mínimo 20 indivíduos marcados. No total, foram acompanhados 48 (30 AQ, 18 AC) indivíduos de *O. burle-marxii*, 44 (24 AQ, 20 AC) de *C. florida*, 39 (19 AQ, 20 AC) de *A. ramosus*, 29 (18 AQ, 11AC) de *D. dissitiflora*, e 28 (11 AQ, 17 AC) de *Vriesea* sp.

As observações fenológicas foram mensais, iniciando-se em dezembro de 2008 para *D. dissitiflora* e em janeiro de 2009 para as demais espécies, estendendo-se até setembro de 2010, totalizando 22 e 21 meses, respectivamente.

As fenofases foram caracterizadas pela presença das seguintes características:

Floração: presença de escapo com botões e/ou flores abertas; nos indivíduos de *A. ramosus* foi considerado paracládio florido aquele ainda fechado, porém com os capítulos já visíveis ou com flores expondo anteras e/ou estigmas.

Frutificação: presença de escapo com frutos jovens e/ou frutos dispersando as sementes; nos indivíduos de *A. ramosus* foi considerado paracládio com fruto aquele com coloração escura, sem presença de flores abertas.

Análise dos Dados

A fenologia das espécies foi classificada considerando-se a duração e a frequência dos eventos, adaptado de Newstron *et al.*(1994), sendo breve a fenofase que se estenda até um mês, intermediária por dois a cinco meses e extensa a partir de seis meses. A repetição dos eventos pode ser contínua, subanual (mais do que um ciclo por ano), anual (apenas um ciclo por ano) e supra-anual (um ciclo em um intervalo maior do que um ano).

Para estimar a sincronia mensal dos eventos fenológicos entre os indivíduos das populações utilizou-se o Índice de Atividade (ou Porcentagem de Indivíduos) adaptado de Bencke & Morellato (2002a,b), considerando-se para cada mês evento fenológico com alta sincronia quando mais que 60% dos indivíduos apresentaram a fenofase; assincrônico ou

não sincrônico quando essa porcentagem foi menor do que 20%; e, pouco sincrônico ou de baixa sincronia quando a porcentagem de indivíduos na fenofase esteve entre 20 e 60%.

As porcentagens mensais de indivíduos apresentando as fenofases nas áreas queimada e controle para cada espécie foram comparadas pelo teste *U* de Mann-Whitney, após a verificação da ausência de normalidade pelo teste de Shapiro e Wilk (Sokal & Rohlf 1995), ambos calculados utilizando-se o programa *Past* (Hammer *et al.* 2001). Os valores da porcentagem de indivíduos nas fenofases mensalmente foram correlacionados com as variáveis abióticas precipitação, temperatura e fotoperíodo utilizando-se a correlação de Pearson (Sokal & Rohlf 1995), considerada significativa quando $p < 0,05$ e calculada no programa Statistica (Stat Soft. Inc. 2005). Segundo Martins (2002), quando $n > 10$ pode-se usar o coeficiente de correlação de Pearson, independente da normalidade. As variáveis ambientais foram obtidas, durante o período de estudo, pelas medições climáticas da Estação Meteorológica localizada no Orquidário do Pai Inácio/Projeto *Efeitos do fogo* a 900m de altitude, distante 5 km da área de estudo (Fig. 1).

Resultados

Os indivíduos das cinco espécies estudadas marcados na área queimada sobreviveram à ação do fogo, com exceção dos indivíduos da espécie *A. ramosus*, em que 21,05% (4/19) dos espécimes não sobreviveram.

Dyckia dissitiflora floresceu um mês após o incêndio, sendo um evento de breve duração e alta sincronia (Fig. 2). A frutificação nessa espécie foi intermediária, com baixa sincronia nos três primeiros meses e assincrônica nos dois últimos. Após a maturação dos frutos, três rosetas senesceram e em apenas uma delas houve o desenvolvimento de uma nova roseta. A população controle não floresceu nem frutificou durante todo o período de estudo.

Dois meses após o incêndio 30% dos indivíduos de *C. florida* na AQ estavam em floração, caracterizada como anual e intermediária (Fig. 2). Embora as observações dessa espécie tenham se iniciado no mês de janeiro/09, no mês de dezembro/08 já era possível observar uma pequena quantidade de indivíduos emitindo escapos, sendo alguns com botões. Na AQ, a frutificação dessa espécie foi anual e extensa, com início em fevereiro. Nessa área, a floração apresentou baixa sincronia de janeiro a março e a frutificação de fevereiro a março. Enquanto, os demais meses foram assincrônicos para ambas as fenofases. As duas fenofases na AQ, no período de dezembro/09 a março/10, corresponderam ao período reprodutivo de um indivíduo, o qual se diferenciou dos outros por possuir apenas flores femininas e arquitetura das ráquias diferente. Nesse espécime, menos do que 10 frutos chegaram a se desenvolver. De todos os indivíduos de *C. florida* que frutificaram na AQ, apenas em 22,2% os frutos se desenvolveram. Na AC foram encontrados apenas indivíduos frutificando, fenofase extensa e anual com baixa sincronia. Certamente, a frutificação na AC iniciou-se antes desse período, já que foram observados alguns escapos ainda presos nas plantas, porém secos sem frutos e os indivíduos em frutificação (6/20) já estavam dispersando as sementes.

Os indivíduos de *A. ramosus* que sobreviveram entraram em floração três meses após o fogo, fenofase anual e extensa, com alta sincronia entre o primeiro e o quinto mês (Fig. 2). Na AC, a floração também apresentou o mesmo padrão, porém foi assincrônica. Já a frutificação foi contínua em ambas as áreas, com alta sincronia na AQ a partir do mês

de abril e baixa sincronia de julho a novembro na AC, sendo assincrônica nos demais meses (Fig. 2).

Após frutificar, todos os indivíduos de *A. ramosus* na AQ secaram progressivamente, mas mesmo mortos ainda dispersavam sementes. Na AC, todas as rosetas que floresceram ($n = 5$) também senesceram após a frutificação, no entanto em 60% (3/5) delas houve o desenvolvimento de um novo *ramet*. No início das observações na AC, foram encontrados paracládios dispersando sementes e em botão em dois indivíduos, sugerindo que essas plantas já tinham passado por um ciclo reprodutivo; esses indivíduos são aqueles que senesceram após frutificar sem o desenvolvimento de uma nova roseta.

Em *O. burle-marxii*, a floração foi anual e breve, ocorrendo seis meses após a queimada, e a frutificação contínua, sendo ambos eventos assincrônicos (Fig. 2). Na AC, a frutificação dessa espécie apresentou baixa sincronia e também foi contínua, apesar de não terem sido encontrados indivíduos floridos nas datas das observações. Já os indivíduos de *Vriesea* sp. não floresceram e nem frutificaram, tanto no controle quanto na área queimada durante o período do estudo.

Embora a porcentagem de indivíduos floridos mensalmente por espécie na AQ tenda a ser maior do que na área controle, apenas *C. florida* apresentou diferença significativa na porcentagem de indivíduos nessa fenofase entre as áreas estudadas (Tab. 1). Entre as espécies estudadas, *D. dissitiflora*, *O. burle-marxii* e *A. ramosus* foram as quais apresentaram diferença significativa entre as áreas em relação a porcentagem mensal de indivíduos em frutificação (Tab. 1), sendo que *O. burle-marxii* apresentou as maiores porcentagens de indivíduos frutificando na AC, enquanto *D. dissitiflora* e *A. ramosus* exibiram os maiores valores na AQ.

Em relação a floração nas áreas queimada e controle, *C. florida* exibiu correlação significativa com a temperatura e o fotoperíodo, enquanto as demais espécies não apresentaram correlação significativa entre a floração e as variáveis testadas (Tab. 2). Na área queimada, somente a frutificação de *O. burle-marxii* e *D. dissitiflora* apresentou correlação significativa com a temperatura, sendo que a espécie de *Dyckia* também apresentou correlação significativa com o fotoperíodo (Tab. 2). Já na área controle, houve apenas correlação significativa entre a frutificação de *O. burle-marxii* e *C. florida* com o fotoperíodo (Tab. 2).

Discussão

A elevada sobrevivência dos indivíduos afetados pelo fogo na área de campo rupestre queimada deve ter relação com a disposição das folhas em rosetas. Esse arranjo das folhas é uma característica que possibilita a sobrevivência após a queima em plantas de campo rupestre (Kolbek & Alves 2008) e, segundo Givnish *et al.* (1986), a massiva disposição das folhas em rosetas ajudaria a isolar o câmbio e o meristema terminal das folhas dos danos causados pelo fogo, possibilitando a sobrevivência à passagem de incêndios.

A despeito dessas características, a severidade dos danos causados pelos incêndios nas plantas depende, sobretudo, da quantidade de combustível disponível, das condições climáticas e da topografia do ambiente (Whelan 1995; Bigler *et al.* 2005). Na vegetação dos campos rupestres, o habitat entremeio possui uma menor proporção de rochas expostas do que o habitat afloramento, além de maior extensão de solo e predomínio de gramíneas (Conceição & Pirani 2005; Conceição 2006), sendo afetados de modos distintos pelo fogo (Neves & Conceição 2010). Devido à vegetação contínua e à reduzida área de rocha exposta, o entremeio é o habitat mais afetado pelos incêndios (Neves & Conceição 2010), o que deve refletir na sobrevivência dos indivíduos, como encontrado em *A. ramosus*.

As plantas herbáceas com as gemas protegidas ao nível do solo e folhas dispostas em rosetas são hemicriptófitos segundo a classificação de Raunkiaer, as quais em geral respondem favoravelmente a queima se reproduzindo tanto assexuadamente quanto sexuadamente (Chapman & Crow 1981). As espécies aqui estudadas apresentaram diferenças na fenologia reprodutiva relacionadas à ação do fogo, desde floração em massa logo após a queimada até ausência de reprodução sexuada.

A floração e a frutificação poucos meses após os incêndios permitem uma rápida dispersão das espécies para as novas áreas abertas (Coutinho 1976, 1977), além da utilização de condições temporalmente favoráveis para o estabelecimento de novas plantas ao minimizar pressões competitivas por luz, água e nutrientes (Sarmiento & Monasterio 1983). Nos campos rupestres, devido à alta densidade de gramíneas no habitat entremeio (Conceição & Pirani 2005), a eliminação da maior parte da vegetação pelo fogo nesse habitat deve beneficiar a dispersão e o estabelecimento de sementes, como deve ter

ocorrido com *A. ramosus*, espécie ocorrente nesse habitat com algumas plântulas observadas 16 meses depois do início da frutificação (obs. pess.).

O fogo cria um momentâneo *stress* alimentar para os animais, de modo que uma intensa produção de flores pós-fogo favoreceria a fauna nectarívora (Coutinho 1990) e, conseqüentemente, a polinização. A floração rápida e sincrônica em *D. dissitiflora* diminuiria a competição pelo polinizador, além disso, a cor laranja das suas flores ao contrastar com o cinza da vegetação queimada deve potencializar a visualização das mesmas, beneficiando assim a polinização cruzada e a variabilidade genética da prole. O que pode ser sugerido pela presença de *Augastes lumachella*, beija-flor endêmico de campo rupestre (Souza *et al.* 2009) com comportamento nômade, que migra de região a depender da disponibilidade de recursos (Carvalhoes & Machado 2008), que visitou frequentemente as flores de *D. dissitiflora* (obs. pess.).

A floração pós-fogo também depende do estágio de desenvolvimento dos indivíduos de uma população, geralmente relacionados ao tamanho (Lamont & Downes 1979; Ostertag & Menges 1994; Curtis 1998; Ward & Lamont 2000). Em *Actinocephalus polyanthus* a chance dos indivíduos florescerem após incêndio aumenta em 100% quando estes alcançam altura \geq a 30cm (Figueira 1998). Em uma população de *A. ramosus* queimada em setembro de 2009, pôde-se observar que nem todos os indivíduos que sobreviveram floresceram (dados não publicados). De modo geral, as espécies de Eriocaulaceae florescem depois de queimadas (Sano 1996; Bedê 2006; Figueiredo 2007; Figueira 2008).

Em *A. ramosus* a queimada não alterou o período de ocorrência da floração, que se iniciou no final do período chuvoso e início da estação seca em ambas as áreas. A frequência anual das fenofases nessa espécie é similar àquela apresentada por outras espécies de Eriocaulaceae na Chapada Diamantina (Cerqueira *et al.* 2008). A longa extensão das fenofases nessa espécie é também encontrada em *A. hilairei*, que pode estar relacionado ao período ótimo para germinação das sementes (Sano 1996).

O padrão arquitetural de *A. ramosus* sugere que o crescimento indeterminado do eixo alongado permita múltiplos eventos de floração (Oriani *et al.* 2008). Em estudo fenológico com *A. hilairei*, espécie com o mesmo padrão arquitetural de *A. ramosus*, Sano (1996) encontrou ciclo de vida perene para essa espécie e crescimento contínuo do ápice caulinar. Na AC, todos os *ramets* dessa espécie que frutificaram senesceram, porém 50%

deles desenvolveram um novo *ramet* e a outra parte passou por dois ciclos reprodutivos seguidos antes de sucumbir. Em *A. polyanthus*, os indivíduos morrem após frutificar (Sano 1996), no entanto isso já é esperado, uma vez que essa espécie é monocárpica (Figueira 1998). Na AQ, os indivíduos de *A. ramosus* devem ter investido todos os recursos na reprodução sexual resultando na morte dos *ramets*.

Em alguns espécimes de *D. dissitiflora* também houve desenvolvimento de uma nova roseta após a frutificação, fato comum entre as bromélias (Benzing 2000). As espécies do gênero *Dyckia* apresentam inflorescência geralmente axial o que permite múltiplos eventos reprodutivos (Hmeljevski 2007). Kriek (2008) estudando a espécie *D. encholirioides*, em Santa Catarina, encontrou floração anual com duração de dois meses e um rápido crescimento do escapo floral, até 28cm em uma semana. Fato semelhante deve ocorrer em *D. dissitiflora*, já que a floração breve deve implicar no desenvolvimento acelerado do escapo.

Outras espécies do gênero *Dyckia* apresentaram floração extensa em áreas de afloramentos rochosos, como *D. saxatilis* (cinco meses) (Marques & Lemos Filho 2008) e *D. cinerea* (nove meses) (Cosser 2008). Como nesse estudo a floração foi observada apenas na AQ, não podemos afirmar que a duração da floração de *D. dissitiflora* é breve, apenas que este foi o padrão encontrado após o fogo. O pouco tempo de observação e o fato da população controle não ter florescido sugere também que essa espécie pode ter floração com frequência supra-anual nas áreas sem interferência recente do fogo.

Já em *O. burle-marxii*, a duração da floração foi breve em ambas as áreas. Como foram encontrados mais indivíduos com frutos do que floridos na AQ e não foi observada floração na AC, embora muitos indivíduos marcados tenham frutificado em ambas as áreas, podemos inferir que a floração é um evento muito curto e assincrônico, sendo que o intervalo entre as idas ao campo impossibilitou a observação de mais indivíduos floridos. Santana & Machado (2010) estudando duas espécies do gênero *Orthophytum* em áreas de campo rupestre também encontraram floração assincrônica e anual, porém com duração intermediária. Dessa forma, o fogo parece não ter alterado o padrão de floração em *O. burle-marxii*, bem como o padrão de frutificação, embora tenha alterado a porcentagem de indivíduos que frutificaram em ambas as áreas, sendo maior na AC.

Incêndios durante o período reprodutivo podem destruir flores e frutos/diásporos e caso seja um evento frequente a planta pode não conseguir iniciar outro ciclo reprodutivo

(Felfili *et al.* 1999), tendo seu potencial de reprodução reduzido (Whelan 1995; Schmidt *et al.* 2005). Em *Helicteres sacarolha* A.St.-Hil., um arbusto do cerrado, estima-se que repetidos incêndios possam diminuir o tamanho da população, bem como suas taxas de cruzamento e diversidade genética (Franceschinelli & Bawa 2005). Como a espécie *C. florida* estava frutificando no início das observações na AC, possivelmente no mês em que ocorreu o incêndio alguns indivíduos dessa espécie na AQ também apresentavam essa fenofase, logo a queimada deve ter destruído os frutos desses indivíduos. Mesmo tendo florescido um mês após o incêndio, as taxas de fertilização parecem ter sido comprometidas nessa espécie, já que poucos frutos se desenvolveram.

O fato da espécie de *Vriesea* estudada não ter florescido na AC sugere que esse evento possa ocorrer em maiores intervalos entre os anos. Fato semelhante também é sugerido por outros estudos, como o acompanhamento de duas espécies desse gênero em uma área de Mata Atlântica que não foram observadas em floração durante 19 meses de observação (Machado & Semir 2006), e as espécies *V. gigantea* e *V. chapadensis* que apresentaram floração supra-anual em uma área de Floresta Atlântica (Siqueira Filho 2003). Além disso, Coutinho (1976) sugere que espécies com ciclo supra-anual de floração não tenham esta fenofase estimulada pela queimada.

O incêndio parece ter tornado as fenofases de algumas bromélias da AQ mais sensíveis às variações ambientais da temperatura e do fotoperíodo, indicando que a associação entre fatores climáticos e perturbações pode influenciar os padrões fenológicos dessas plantas (Tab. 2).

A floração das bromélias geralmente ocorre no período chuvoso (Machado & Semir 2006; Marques & Lemos Filho 2008; Santana & Machado 2010). Como o incêndio ocorreu em novembro, mês de transição entre o período seco e o chuvoso, *D. dissitiflora* e *C. florida* podem ter potencializado a reprodução alocando recursos para uma floração logo após as primeiras chuvas. Já em *O. burle-marxii*, as primeiras chuvas devem ter estimulado o aumento da biomassa até o tamanho adequado para florescer.

Para avaliar-se a importância da reprodução vegetativa e sexual após uma perturbação, como o fogo, seria necessário além de acompanhar os indivíduos marcados, analisar plântulas, sementes e a sensibilidade desses estágios ao fogo (Hoffman 1998). No entanto, um indicativo dessa importância já pode ser fornecido apenas pelo acompanhamento das fenofases reprodutivas. A grande porcentagem de indivíduos de *D.*

dissitiflora e *A. ramosus* que floresceram e frutificaram pós-fogo indica que essas espécies potencializam a reprodução sexual em relação à reprodução vegetativa. Possivelmente, em *Vriesea* sp. a reprodução vegetativa ou o acúmulo de nutrientes deve ser mais importante após a queimada, do que a reprodução sexual.

Várias plantas possuem a floração estimulada após a passagem do fogo (Coutinho 1976; Platt *et al.* 1988; Lunt 1994; Menges & Root 2004; Munhoz & Felfili 2007; Silva & Santos 2008) sobretudo as monocotiledôneas (Abrahamson 1984,1999; Johnson *et al.* 1994; Oliveira *et al.* 1996; Correia *et al.* 2007), sendo essa fenofase bastante sincrônica em algumas espécies (Lamont & Downes 1979; Sano 1996; Taylor *et al.* 1998; Figueira 1998; Conceição & Costa 2009). Segundo Janzen (1980), fatores como a necessidade de polinização cruzada, assim como reduções da competição e da herbivoria, favorecem a sincronia na produção de flores.

Em uma parte das espécies herbáceo-arbustivas do cerrado, a queimada representa um estímulo à floração e à produção de frutos e sementes, além de atuar como um fator sincronizador da floração dentro das populações, desempenhando um importante papel genético e evolutivo (Coutinho 1976). Sano (1996) sugere que o fogo pode atuar como fator regulador da floração em espécies de Eriocaulaceae, aumentando o número de paracládios em desenvolvimento após a sua passagem. Em *A. ramosus*, o fogo atua como um sincronizador da floração, com 100% de indivíduos floridos três meses após a queima.

A alta sincronização da floração pós-fogo em *D. dissitiflora* pode ser uma característica da fenofase sem a influência do fogo nessa espécie, como em *Hohenbergia ramageana* (Santana & Machado 2010). Em outras espécies de *Dyckia*, como *D. tuberosa* e *D. encholirioides*, a floração na ausência de fogo foi assincrônica ou pouco sincrônica, respectivamente (Vosgueritchian & Buzato 2006; Krieck 2008). Caso essas tendências sejam um padrão dentro do gênero o fogo seria um sincronizador da floração em *D. dissitiflora*. Nesse momento, no entanto, apenas podemos afirmar que a queimada estimulou a floração nessa espécie.

As espécies de bromélias estudadas são representantes das três subfamílias de Bromeliaceae. *Dyckia dissitiflora* e *C. florida* fazem parte da subfamília Pitcairnioideae e ambas as espécies apresentaram floração um mês após o fogo. Já *O. burle-marxii* pertence a Bromelioideae e floresceu seis meses após o incêndio, enquanto o representante de

Tillandsioideae (*Vriesea* sp.) não floresceu. Fatos que instigam mais estudos sobre essas possíveis tendências nesses táxons.

Como esse é o primeiro registro fenológico das espécies estudadas e nem todas se reproduziram sexualmente na área controle não é possível detectar mudanças nos padrões de frequência e duração da floração e frutificação em três delas: *D. dissitiflora*, *C. florida* e *Vriesea* sp., entretanto a influência do fogo na produção de flores e frutos em *D. dissitiflora* e *C. florida* é evidente.

As diferentes respostas observadas nesse estudo revelam estratégias de persistência a passagem do fogo semelhante a outras espécies de plantas rosuladas (Givnish *et al.* 1986), sobretudo daquelas encontradas em campo rupestre (Sano 1996; Bedê 2006; Figueiredo 2007; Kolbek & Alves 2008; Figueira 2008; Conceição & Costa 2009). Estudos encontraram que o efeito de poda dos órgãos epigeus (Coutinho 1976; Haddad 1991) ou a combinação da poda com o acréscimo temporário de nutrientes provocados pelo fogo estão relacionados com a floração de algumas espécies (Verboom *et al.* 2002). O fato das espécies estudadas terem apresentado diferentes respostas não implica que essas características evoluíram necessariamente a partir de pressões impostas pelos incêndios. Além disso, as respostas às perturbações dependem de características do evento (como intensidade, frequência e época do ano) e da estrutura das populações. Dessa forma, são necessários mais estudos abordando as espécies aqui tratadas enfatizando a dinâmica populacional, polinização e biologia floral, além de estudos fenológicos de longa duração relacionados ao fogo e outras perturbações.

Referências

- Abrahamson, W.G. 1984. Species responses to fire on the Florida Lake Wales Ridge. **American Journal of Botany** 71(1): 35-43.
- Abrahamson, W.G. 1999. Episodic reproduction in two fire-prone palms, *Serenoa repens* and *Sabal palmetto* (Palmae). **Ecology** 80(1): 100-115.
- Bedê, L.C. 2006. **Alternativas para o uso sustentado de sempre-vivas: feitos do manejo extrativista sobre *Syngonanthus elegantulus* Ruhland (Eriocaulaceae)**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.
- Bell, D.T. 2001. Ecological response syndromes in the Florida of Southwestern Western Australia: fire resprout *versus* reseeder. **The Botanical Review** 67(4): 417-440.
- Bencke, C.S.C. & Morelato, L.P.C. 2002a. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 25(2): 237-248.
- Bencke, C.S.C. & Morelato, L.P.C. 2002b. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica** 25(3): 269-275.
- Benites, V.M.; Caiafa, A.N.; Mendonça, E.S.; Schaefer, C.E. & Ker, J.C. 2003. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. **Floresta e Ambiente** 10(1): 76-85.
- Benzin, D.H. 2000. **Bromeliaceae: profile of an adaptative radiation**. Cambridge, University Press.
- Bigler, C.; Kulakowski, D. & Veblen, T.T. 2005. Multiple disturbance interactions and drought influence fire severity in rocky mountain subalpine forests. **Ecology** 86(11): 3018-3029.
- Bond, W.J. & Keeley, J.E. 2005. Fire as a global “herbivore”: the ecology and evolution of flammable ecosystems. **Trends in Ecology and Evolution** 20(7): 387-394.

- Buhk, C.; Meyn, A. & Jentsch, A. 2007. The challenge of plant regeneration after fire in the Mediterranean Basin: scientific gaps in our knowledge on plant strategies and evolution traits. **Plant Ecology** **192**:1-19.
- Carvalhoes, A. & Machado, C.G. 2008. As aves da Chapada Diamantina. Pp.103-127. In: L.S. Funch; R.R. Funch; L.P. Queiroz (org.). **Serra do Sincorá: Parque Nacional da Chapada Diamantina**. Feira de Santana, Radami.
- Cerqueira, C.O.; Funch, L.S. & Borba, E.L. 2008. Fenologia de *Syngonanthus mucugensis* Giul. subsp. *mucugensis* e *S. curralensis* Moldenke (Eriocaulaceae), nos municípios de Mucugê e Morro do Chapéu, Chapada Diamantina, BA, Brasil. **Acta Botânica Brasilica** **22**(4): 962-969.
- Chapman, R.R. & Crow, G.E. 1981. Application of Raunkiaer's life form system to plant species survival after fire. **Bulletin of the Torrey Botanical Club** **108**(4): 472-478.
- Conceição, A.A. 2006. Plant ecology in "Campos Rupestres" of the Chapada Diamantina, Bahia. Pp. 63-67. In: L.P. Queiroz; A. Rapini; A.M. Giulletti (eds.). **Towards greater knowledge of the Brazilian Semi-arid biodiversity**. Brasília, Ministério da Ciência e Tecnologia.
- Conceição, A.A. 2008. Campo rupestre e o Morro do Pai Inácio. Pp. 49-61. In: L.S. Funch; R.R. Funch; L.P. Queiroz (org.). **Serra do Sincorá: Parque Nacional da Chapada Diamantina**. Feira de Santana, Radami.
- Conceição, A.A. & Giulletti, A.M. 2002. Composição florística e aspectos estruturais de campo rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Hoehnea** **29**(1): 37-48.
- Conceição, A.A. & Pirani, J.R. 2005. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composição florística e aspectos estruturais. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** **23**(1): 85-111.
- Conceição, A.A. & Pirani, J.R. 2007. Diversidade em quatro áreas de campo rupestre na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: espécies distintas, mas riquezas similares. **Rodriguésia** **58**: 193-206.

- Conceição, A.A. & Costa, G.M. 2009. Efeitos do fogo na vegetação de campos rupestres da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. In: C.W.N. Moura; T.R.S. Silva; A.M. Giuletty-Harley & F.A.R. Santos (orgs.). **Anais do 60º Congresso Nacional de Botânica. Botânica brasileira: futuro e compromissos**. Salvador, EDUNEB.
- Conceição, A.A., Pirani, J.R. & Meirelles, S.T. 2007. Floristics, structure and soil of insular vegetation in four quartzite-sandstone outcrops of “Chapada Diamantina”, Northeast Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 30(4): 641-656.
- Conceição, A.A.; Rapini, A.; Pirani, J.R.; Giuletty, A.M.; Harley, R.; Silva, T.R.S.; Funch, R.; Santos, A.K.A.; Correia, C.; Andrade, I.M.; Costa, J.A.S.; Souza, L.R.S.; Andrade, M.J.G.; Freitas, T.A.; Freitas, A.M.M. & Oliveira, A.A. 2005. Campos rupestres. Pp. 153-180. In: F.A. Juncá, L. Funch & W. Rocha (eds.). **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina. Biodiversidade 13**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente.
- Correia, H.V.L.; Miola, D.T.B. & Fernandes, G.W. 2007. Fenologia e efeito do fogo em *Syagrus glaucescens* Becc. (Arecaceae). In: **Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu, MG.
- Coser, T.S. 2008. **Bromeliaceae Juss. dos campos rupestres do Parque Estadual de Itacolomi, Minas Gerais, Brasil: florística e aspectos ecológicos**. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- 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 da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Coutinho, L.M. 1977. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. II – As queimadas e a dispersão de sementes em algumas espécies anemocóricas do estrato herbáceo-subarbutivo. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** 5: 57-64.
- Coutinho, L.M. 1990. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. Pp. 82-105. In: J.G. Goldammer (ed.). **Fire in the tropical biota**. Berlin, Springer.
- Curtis, N.P. 1998. A post-fire ecological study of *Xanthorrhoea australis* following prescribed burning in the Warby Range State Park, north-eastern Victoria, Australia. **Australian Journal of Botany** 46: 253-272.

- Felfili, J.M.; Silva Junior, M.C.; Dias, B.J. & Rezende, A.V. 1999. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **22**(1): 83-90.
- Fidelis, A.; Müller, S.C.; Pillar, V.P. & Pfadenhauer, J. 2010. Population biology and regeneration of forbs and shrubs after fire in Brazilian Campos grasslands. **Plant Ecology** **211**: 107-117.
- Figueira, J.E.C. 1998. **Dinâmica de populações de *Paepalanthus polyanthus* (Eriocaulaceae) na Serra do Cipó, MG.** Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Figueiredo, I.B. 2007. **Efeito do fogo em populações de capim dourado (*Syngonanthus nitens* Eriocaulaceae) no Jalapão, TO.** Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília.
- Franceschinelli, E.V. & Bawa, K.S. 2005. The post-fire effects on the outcrossing rate of a Brazilian savannah shrub, *Helicteres sacarolha* A.St.-Hil. **Revista Brasileira de Botânica** **28**(1): 163-170.
- Giulietti, A.M.; Harley, R.M.; Queiroz, L.P.; Wanderley, M.G.L. & Van Den Berg, C. 2005. Biodiversity and conservation of plants in Brazil. **Conservation Biology** **19**(3): 632-639.
- Givnish, T.J., McDiarmid, R.W. & Buck, W.R. 1986. Fire adaptation in *Neblinaria celiae* (Theaceae), a high-elevation rosette shrub endemic to a wet equatorial tepui. **Oecologia** **70**:481-485.
- Haddad, C.R.B. 1991. **Efeito do fogo na floração de *Lantana montevidensis* Briq., uma planta de cerrado.** Tese de doutorado. Universidade de Campinas, Campinas.
- Hammer, O.; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica** **4**(1): 9.
- Harley, R.M. 1995. Introduction. Pp. 1-40. In: B.L. Stannard (ed.). **Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia.** Kew, Royal Botanical Gardens.
- Hoffmann, W.A. 1998. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal of Applied Ecology** **35**: 422-433.

- Hmeljevski, K.V. 2007. **Caracterização reprodutiva de *Dyckia ibiramensis* Reitz, uma bromélia endêmica do Alto do Vale do Itajaí, SC/Florianópolis**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- Jazen, D.H. 1980. **Ecologia Vegetal nos Trópicos**. EDUSP, São Paulo.
- Johnson, K.A.; Morrison, D.A. & Goldsack, G. 1994. Post-fire flowering patterns in *Blandiflora nobilis* (Liliaceae). **Australian Journal of Botany** 42: 49-60.
- Kauffman, J.B.; Cummings, D.L. & Ward, D.E. 1994. Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along a vegetation gradient in the Brazilian Cerrado. **Journal of Ecology** 82(3): 519-531.
- Kolbek, J. & Alves, R.J.V. 2008. Impacts of cattle, fire and Wind in rocky savannas, southeastern Brazil. **Acta Universitatis Carolinae Environmentalica** 22: 111-130.
- Kriek, C. 2008. **Ecologia reprodutiva de *Dyckia encholirioides* var. *encholirioides* (Gaud) Mez. (Bromeliaceae) em Costões Oceânicos em Florianópolis, Santa Catarina**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- Lamont, B.B. & Downes, S. 1979. The longevity, flowering and fire history of the grasstrees *Xanthorrhoea preissii* and *Kingia australis*. **Journal of Applied Ecology** 16: 893-899.
- Le Maitre, D.C. & Midgley, J.J. 1992. Plant reproductive ecology. Pp. 135-174. In: R.M. Cowling (edt.). **The ecology of Fynbos: nutrients, fire and diversity**. Cape Town, Oxford University Press.
- Louzada, R.B. & Wanderley, M.G.L. 2010. Revision of *Orthophytum* (Bromeliaceae): the species with sessile inflorescences. **Phytotaxa** 13:1-26.
- Lunt, I.D. 1994. Variation in flower production of nine grassland species with time since fire, and implications for grassland management and restoration. **Pacific Conservation Biology** 1: 359-366,
- Machado, C.G. & Semir, J. 2006. Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica** 29(1): 163-174.
- Maguire, B. 1970. On the Flora of the Guayana Highland. **Biotropica** 2(2): 85-100.

- Mamede, M.A. 2008. **Aspectos da ecologia reprodutiva de *Syagrus flexuosa* Mart. Becc.: sucesso reprodutivo e persistência em áreas de cerrado na região do DF.** Tese de doutorado. Universidade de Brasília, Brasília.
- Marques, A.R. & Lemos Filho, J.P. 2008. Fenologia reprodutiva de bromélias na Serra da Piedade, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** 22(2): 417-424.
- Martins, G.A. 2002. **Estatística Geral e Aplicada.** São Paulo, Atlas.
- Menezes, L.F.T. & Araujo, D.S.D. 2004. Regeneração e riqueza da formação arbustiva de Palmae em uma cronossequência pós-fogo na Restinga de Marambaia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** 18(4): 771-780.
- Menges, E.S. & Root, R.B. 2004. The life of a fire-adapted Florida Goldenrod, *Solidago odora* var. *chapmanii*. **The American Midland Naturalist** 151(1): 65-78.
- Miranda, E.B. & Giulietti, A.M. 2001. Eriocaulaceae no Morro do Pai Inácio (Palmeiras) e Serra da Chapadinha (Lençóis), Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Sitientibus** 1(1): 15-32.
- Miranda, M.I. & Klink, C.A. 1996. Colonização de campo sujo de cerrado com diferentes regimes de queima pela gramínea *Echinolaena inflexa* (Poaceae). Pp. 46-52. In: H.S. Miranda; C.H. Saito & B.F.S. Dias (Orgs.). **Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga.** Brasília, ECL.
- Morellato, L.P.C. 1991. **Fenologia de árvores, arbustos e lianas em uma floresta semi decídua no sudeste do Brasil.** Tese de doutorado. Universidade de Campinas, Campinas.
- Morellato, L.P.C. & Leitão-Filho, H.F. 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian forest. **Biotropica** 28:180-191.
- Munhoz, C.B.R. & Felfili, J.M. 2005. Fenologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** 19(4): 979-988.
- Munhoz, C.B.R. & Felfili, J.M. 2007. Reproductive phenology of na herbaceous-subshrub layer of a Savannah (Campo Sujo) in the Cerrado Biosphere Reserve I, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 67(2): 299-307.

- Ne'eman, G.; Goubitz, S. & Nathan, R. 2004. Reproductive traits of *Pinus halepensis* in the light of fire – a critical review. **Plant Ecology** **171**: 69-79.
- Neves, S.P.S. & Conceição, A.A. 2010. Campo rupestre recém-queimado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: plantas de rebrota e sementes, com espécies endêmicas na rocha. **Acta Botânica Brasileira** **24**(3): 697-707.
- Newstrom, L.E, Frankie, G.W. & Baker, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica** **26**(2): 141-159.
- Nimer, E. 1989. **Climatologia do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- Oliveira, R.S.; Batista, J.A.N.; Proença, C.E.B. & Bianchetti, L. 1996. Influência do fogo na floração de espécies de Orchidaceae em Cerrado. Pp. 61-67. In: H.S. Miranda; C.H. Saito & B.F.S. Dias (orgs.). **Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga**. Brasília, ECL.
- Oriani, A.; Scatena, V.L. & Sano, P.T. 2008. Morphological architecture of *Actinocephalus* (Koern.) Sano (Eriocaulaceae-Poales). **Flora** **203**: 341-349.
- Ostertag, R. & Menges, E.S. 1994. Patterns of reproductive effort with time since last fire in Florida scrub plants. **Journal of Vegetation Science** **5**: 303-310.
- Platt, W.J.; Evans, G.W. & Davis, M.M. 1988. Effects of fire season on flowering of forbs and shrubs in longleaf pine forests. **Oecologia** **76**: 353-363.
- Ramsay, P.M. & Oxley, E.R.B. 1996. Fire temperatures and postfire plant community dynamics in Ecuadorian grass páramo. **Vegetatio** **124**: 129-144.
- Raw, A. & Hay, J. 1985. Fire and other factors affecting a population of *Simarouba amara* in “cerradão” near Brasília, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **8**: 101-107.
- Ribeiro, L.C.; Ribeiro, K.T.; Madeira, J.A. & De Filippo, D.C. 2007. Floração em massa de *Vellozia gigantea* (Velloziaceae) após ocorrência do fogo nos campos rupestres da Serra do Cipó, MG. In: **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu, MG.

- Romero, R. 2002. Diversidade da flora dos campos rupestres de Goiás, sudoeste e sul de Minas Gerais. Pp. 81-86. In: **Anais do LII Congresso Nacional de Botânica. Biodiversidade, Conservação e Uso Sustentável da Flora do Brasil**. Recife, Imprensa Universitária.
- Safford, H.D. 2001. Brazilian Páramos. III. Patterns and rates of postfire regeneration in the Campos Altitude. **Biotropica** **33**(2): 282-302.
- Sanaiotti, T.N. & Magnusson, W.E. 1995. Effects of annual fires on the production of fleshy fruits eaten by birds in a Brazilian Amazonian Savanna. **Journal of Tropical Ecology** **11**(1): 53-65.
- Sano, P.T. 1996. Fenologia de *Paepalanthus hilairie* Koern. *P. polyanthus* (Bong.) Kunth e *P. robustus* Silveira sect. *Actinocephalus* Koern. – Eriocaulaceae. **Acta Botânica Brasilica** **10**(1): 317-328.
- Sano, P.T. 2004. *Actinocephalus* (Körn.) Sano (*Paepalanthus* sect. *Actinocephalus*), a new genus of Eriocaulaceae and other taxonomic and nomenclatural changes involving *Paepalanthus* Mart. **Taxon** **53**(1): 99-107.
- Santana, C.S. & Machado, C.G. 2010. Fenologia de floração e polinização de espécies ornitófilas de bromeliáceas em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **33**(3): 469-477.
- Sarmiento, G. & Monasterio, M. 1983. Life forms and phenology. Pp. 79-108. In: F. Bourliere (Ed.). **Tropical Savannas. Ecosystem of the World**, **13**. Amsterdam, Elsevier.
- Schmidt, I.B.; Sampaio, A.B. & Borghetti, F. 2005. Efeitos da época de queima sobre a reprodução sexuada e estrutura populacional de *Heteropterys pteropetala* (Adr. Juss.) Malpighiaceae, em áreas de cerrado *sensu stricto* submetidas a queimadas bienais. **Acta Botânica Brasilica** **19**(4): 929-936.
- Silva, C.S.P. & Santos, M.L. 2008. Comportamento fenológico no evento pós-queima e biologia reprodutiva de *Spiranthera odoratissima* A. St.-Hil. (Rutaceae). **Biotemas** **21**(1): 29-39.

- Simão, R.N. 2005. **Herbivoria e fogo: seus efeitos em *Chamaecrista neesiana* (Mart. ex Benth.) I. & B. (Caesalpinoidea) na vegetação de cerrado.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- Siqueira Filho, J.A. 2003. **Fenologia da floração, ecologia da polinização e conservação de Bromeliaceae na Floresta Atlântica Nordestina.** Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Smith, L.B. & Downs, R.J. 1974. Bromeliaceae I: Pitcairnioideae. **Flora Neotropica.** The New York Botanical Garden, 14: 1-662.
- Smith, L.B. & Downs, R.J. 1977. Bromeliaceae II: Tillandsioideae. **Flora Neotropica.** The New York Botanical Garden, 14: 663-1487.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1995. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research.** W.H. Freeman and Co., New York.
- Souza, E.A. de; Nunes, M.F.C.; Simão, A.; Sousa, A.E.B. de; Las Casas, F.M.G. de; Rodrigues, R.C. & Neto, F.P.F. 2009. Ampliação de área de ocorrência do Beija-flor-de-gravatinha-vermelha *Augastes lumachella* (Lesson, 1838) (Trochilidae). **Ornithologia** 39(2): 145-148.
- Stat Soft. Inc. 2005. **STATISTICA (data analysis software system), version 7.1.** Tulsa, USA.
- Stokes, K.E.; Allchin, A.E.; Bullock, J.M. & Watkinson, A.R. 2004. Population of *Ulex* shrubs to fire in a lowland heath community. **Journal of Vegetation Science** 15: 505-514.
- Taylor, J.E.; Monamy, V. & Fox, B.J. 1998. Flowering of *Xanthorrhoea fulva*: the effect of fire and clipping. **Australian Journal of Botany** 46: 241-251.
- Van Wilgen, B.W. 1982. Some effects of post-fire age on the above-ground plant biomass of Fynbos (*Macchia*) vegetation in South Africa. **Journal of Ecology** 70: 217-225.
- Versieux, L.M.; Wendt, T.; Louzada, R.B. & Wanderley, M.G.L. 2008. Bromeliaceae da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade** 4(1-2): 126-138.
- Verboom, G.A.; Stock, W.D. & Linder, H.P. 2002. Determinants of postfire flowering in the geophytic grass *Ehrharta capensis*. **Functional Ecology** 16(6): 705-713.

- Vosgueritchian, S.B. & Buzato, S. 2006. Reprodução sexuada de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) e interação planta-animal. **Revista Brasileira de Botânica** **29**(3): 433-442.
- Whelan, R.J. 1995. **The ecology of fire**. Cambridge studies in ecology, New York.
- Ward, D.J. & Lamont, B.B. 2000. Probability of grasstrees (*Xanthorrhoea preissi*) flowering after fire. **Journal of the Royal Society of Western Australia** **83**: 13-16.
- Zappi, D.C.; Lucas, E.; Stannard, B.L.; Lughadha, E.N.; Pirani, J.R.; Queiroz, L.P. de; Atkins, S.; Hind, D.J.N.; Giuletta, A.M.; Harley, R.M. & Carvalho, A.M. de. 2003. Lista das plantas vasculares de Catolés, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, **21**(2): 345-398.

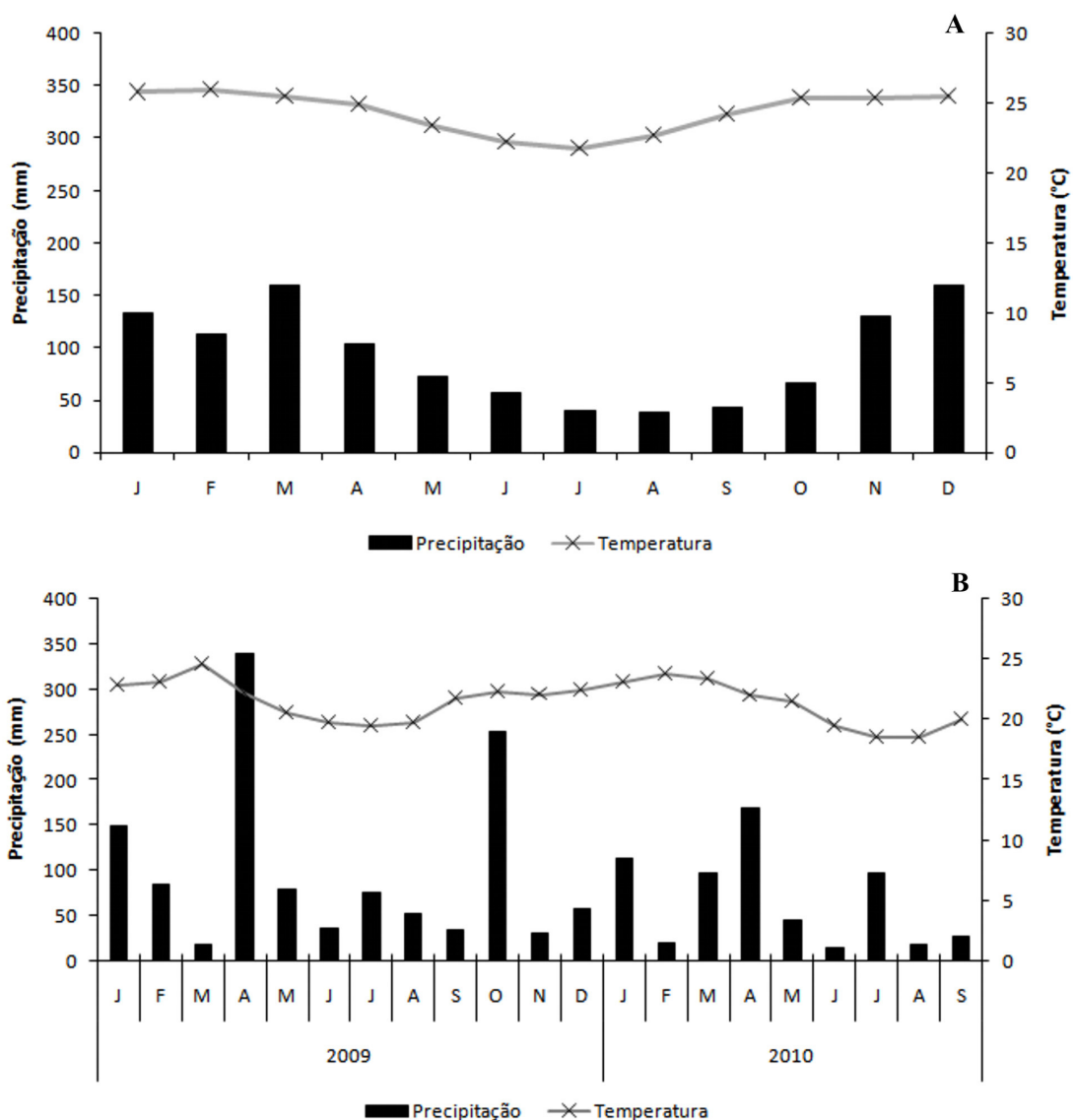


Figura 1. Valores médios de precipitação e temperatura obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) durante 31 anos para o município de Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil (A). Dados climáticos (precipitação e temperatura) coletados na Estação Meteorológica do Projeto *Efeitos do fogo* a 900m de altitude, localizada no Orquidário do Pai Inácio a 5 km da área de estudo (B).

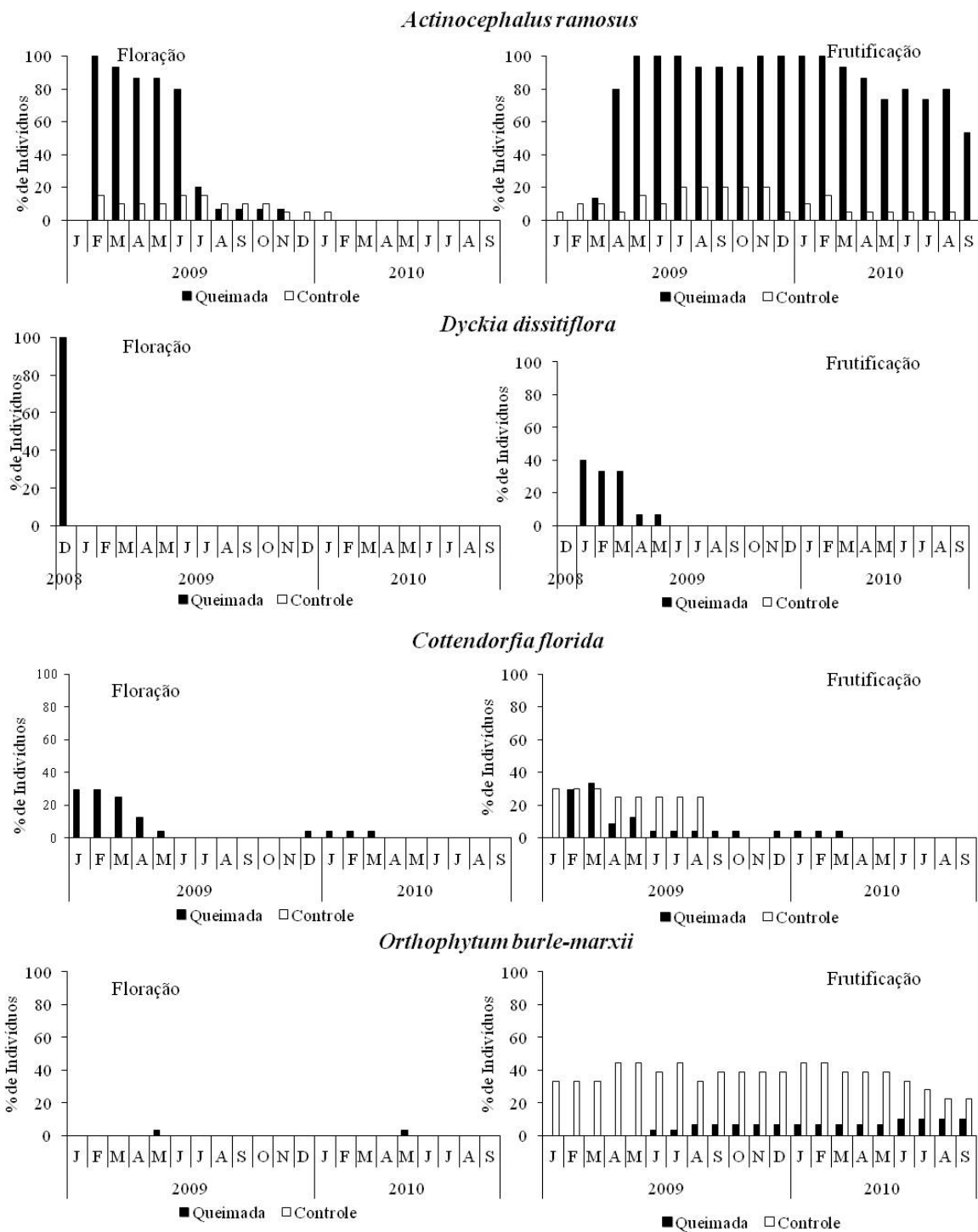


Figura 2. Porcentagem de indivíduos em floração e frutificação de quatro espécies de plantas rosuladas, no período de dezembro de 2008 a setembro de 2010 (*Dyckia dissitiflora*) e janeiro de 2009 a setembro de 2010 (demais espécies), em áreas de campo rupestre queimadas em novembro de 2008 e outubro de 2005 (controle), no município de Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

Tabela 1. Resultado do teste U de Mann-Whitney comparando as áreas com presença e ausência de fogo em relação à porcentagem de indivíduos em flor e fruto de cinco espécies com folhas dispostas em rosetas no município de Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Dados insuficientes para a realização dos cálculos.

Espécies	Floração	Frutificação
<i>Actinocephalus ramosus</i>	$U = 217, p = 0.94$	$U = 48, p = 0.01 \times 10^{-3}$
<i>Dyckia dissitiflora</i>	$U = 231, p = 0.33$	$U = 187, p = 0.02$
<i>Cottendorfia florida</i>	$U = 126, p = 0.09 \times 10^{-2}$	$U = 207, p = 0.72$
<i>Orthophytum burle-marxii</i>	$U = 199, p = 0.16$	$U = 0, p = 0.02 \times 10^{-6}$
<i>Vriesea</i> sp.	*	*

Tabela 2. Correlação de Pearson (r) entre os fatores abióticos - Temperatura (Temp.), Fotoperíodo (Foto.) e Precipitação (Prec.) - e a porcentagem mensal de indivíduos em floração e frutificação de cinco espécies de plantas rosuladas em áreas de campo rupestre queimadas em novembro de 2008 e outubro de 2005 (controle), no município de Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Em negrito as correlações significativas ($p < 0,05$) e entre parênteses o valor de r . * Dados insuficientes para a realização dos cálculos.

Espécies	Floração		Frutificação	
	Queimada	Controle	Queimada	Controle
<i>Actinocephalus ramosus</i>	Foto. (0.02) Temp. (0.19) Prec. (0.17)	Foto. (0.06) Temp. (0.03) Prec. (0.14)	Foto. (-0.38) Temp. (-0.30) Prec. (-0.01)	Foto. (0.18) Temp. (0.05) Prec. (-0.06)
<i>Dyckia dissitiflora</i>	Foto. (0.06) Temp. (0.09) Prec. (0.27)	*	Foto. (0.45) Temp. (0.45) Prec. (0.05)	*
<i>Cottendorfia florida</i>	Foto. (0.53) Temp. (0.57) Prec. (0.18)	*	Foto. (0.40) Temp. (0.48) Prec. (-0.02)	Foto. (0.06) Temp. (0.48) Prec. (0.16)
<i>Orthophytum burle-marxii</i>	Foto. (-0.34) Temp. (-0.07) Prec. (-0.09)	*	Foto. (-0.26) Temp. (-0.46) Prec. (-0.34)	Foto. (0.09) Temp. (0.43) Prec. (0.33)
<i>Vriesea</i> sp.	*	*	*	*

Capítulo 2

Fenologia reprodutiva em ecótono de campo limpo e campo rupestre queimado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil

Jumara Marques Souza & Abel Augusto Conceição

*Artigo submetido para publicação no periódico *Rodriguésia*

Fenologia reprodutiva em ecótono de campo limpo e campo rupestre queimado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil

Resumo – (Fenologia reprodutiva em ecótono de campo limpo e campo rupestre queimado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil). Este estudo avaliou como o fogo afetou a fenologia reprodutiva em uma comunidade vegetal e suas formas de vida, e sua interação com os fatores abióticos em um ecótono entre campo limpo e campo rupestre, na propriedade do Orquidário do Pai Inácio (12°31'44'' S e 41°33'32''W, a 900m altitude), Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Quatro parcelas de 10x10m foram sorteadas, sendo duas delas incendiadas (AQ) em março/2009 e as outras utilizadas como controle (AC). As parcelas foram subdivididas em 100 subparcelas de 1x1m, sendo sorteadas 10 para o acompanhamento mensal das fenofases de todas as espécies encontradas. As observações iniciaram-se seis meses pós-fogo e duraram 14 meses, considerando-se a presença/ausência das fenofases e quantificação das estruturas reprodutivas. A comunidade em ambos os tratamentos apresentou indivíduos com flores e frutos durante todo o estudo, com maior concentração no período chuvoso. O incêndio não alterou a fenologia reprodutiva da comunidade e das formas de vida, possivelmente devido ao grau de ajuste dessa vegetação à perturbação pelo fogo nos níveis estudados ou a características da queimada.

Palavras-chave: Comunidade, floração, formas de vida, fogo, frutificação

Abstract – (Reproductive phenology in burnt grassland and *campo rupestre* ecotone in Chapada Diamantina, Bahia, Brazil). This study compared the reproductive phenology at the community level and life forms in relation to the passage of fire in an ecotone between grassland and *campo rupestre* in an area located on the property of the Orquidário do Pai Inácio (12 ° 31'44"S and 41 ° 33'32"W, 900 m altitude), Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. We observed the effect of fire on the reproductive phenology and the relationships between the abiotic and biotic factors in both communities and life forms. Four 10x10m plots were raffled, two of them being burned (AQ) in march 2009 and the other used as control (AC). Were subdivided into 100 plots of 1x1m, we randomly selected 10 of them for monthly monitoring of phenology. The observations began at six months post-fire during 14 months, we considered the presence/absence of phenophases and the reproductive structures were quantified. The community in both treatments presented flowers and fruits throughout the study with the highest concentration in the rainy season. The fire did not change the reproductive phenology of the community and life forms, possibly because of the degree of adjustment of vegetation to disturbance by fire in the levels studied or characteristics of fire.

Key-words: Community, flowering, life forms, fire, fruiting

Introdução

O fogo é uma perturbação comum em variados ecossistemas e estima-se que seu surgimento aconteceu antes mesmo do aparecimento dos hominídeos, e que esteja diretamente ligado a origem das plantas terrestres (Pausas & Keeley 2009). Já que com o surgimento das plantas terrestres os três requisitos físicos para a ocorrência de uma combustão estariam completos, que são a presença do oxigênio, de uma fonte de ignição (as descargas elétricas) e do combustível (a cobertura vegetal terrestre).

Perturbações em comunidades vegetais geralmente levam ao início ou reinício de processos sucessionais alterando ao longo do tempo sua estrutura e composição (Gurevitch *et al.* 2009), seja pelo surgimento de plântulas, permanência, mortalidade e/ou chegada de novos indivíduos por dispersão (Raw & Ray 1985; Franceschinelli & Bawa 2005; Fidelis *et al.* 2010). Em ecossistemas como o *fynbos*, na África do Sul, e o chaparral, na Califórnia, por exemplo, há uma tendência ao aumento na riqueza de espécies após a queimada, seguido de um declínio nos meses seguintes (Whelan 1995).

A sobrevivência individual à ação do fogo tem grande importância na estrutura da população e poderá implicar na permanência ou não da espécie naquele ambiente. Existem espécies que dependem da sobrevivência dos indivíduos para permanecer após o fogo (Buhk *et al.* 2007), outras que morrem depois dos incêndios e dependem do estabelecimento de uma nova geração de plântulas (Bell 2001) e há, também, aquelas espécies em que a permanência pode depender tanto da sobrevivência dos indivíduos quanto do estabelecimento de plântulas (Buhk *et al.* 2007).

As espécies apresentam diferentes estratégias reprodutivas para sobreviver em resposta às pressões bióticas e abióticas do ambiente. As espécies arbustivas e herbáceas das savanas, por exemplo, têm superado tais fatores por meio de uma precisa sincronização de suas sucessivas fases com a mudança rítmica do ambiente (Sarmiento & Monasterio 1983). Assim, espera-se que as mudanças causadas pelas perturbações em uma comunidade vegetal devido a aleatoriedade dos eventos de dispersão e colonização e as diferentes estratégias de persistência das plantas também influencie os padrões fenológicos da vegetação, que devem ser diferentes em áreas com interferência distinta de queimadas.

Em ambientes savânicos acometidos frequentemente por incêndios, tem-se que a fenologia reprodutiva de várias espécies é afetada pelo fogo (Le Maitre & Midgley 1992; Oliveira *et al.* 1996; Sano 1996; Figueira 1998; Correia *et al.* 2007; Ribeiro *et al.* 2007). No entanto, a maioria dos estudos enfoca o nível populacional, sendo escassos aqueles sobre os efeitos do fogo na fenologia da comunidade (Coutinho 1976; Chapmann & Crow 1981; Hoffman 1998; Ramirez 2002). No Brasil, essas pesquisas em escala de comunidade se restringem as áreas de cerrado (Coutinho 1976; Sanaiotti & Magnusson 1995), sobretudo de campo sujo (Barbosa 1997; Munhoz & Felfili 2005; Neves 2009). De modo geral, estudos fenológicos abordando a comunidade vegetal em áreas propensas ao fogo no país são raros (Mantovani & Martins 1988; Almeida 1995; Batalha & Mantovani 2000; Batalha & Martins 2004; Conceição *et al.* 2007).

Os estudos fenológicos permitem compreender a dinâmica de populações e comunidades através do entendimento sobre a reprodução das plantas e a organização espaço-temporal dos recursos disponíveis no ambiente (Morelato 1991; Morelato & Leitão-Filho 1996). Além disso, quando associam-se as formas de vida a características morfológicas e reprodutivas pode-se ter uma estimativa da sobrevivência das espécies a passagem do fogo (Chapman & Crow 1981).

Os sistemas de formas de vida, elaborado por Raunkiaer, diferencia as plantas pela posição das gemas em relação ao solo, considerando também a proteção das gemas a períodos climáticos adversos (Müeller-Dombois & Ellenger 1974). Embora a aplicabilidade desse sistema seja considerada imprópria para as áreas tropicais por considerar o inverno como uma condição limitante para as plantas (Sarmiento & Monasterio 1983), recomenda-se seu uso quando fatores ecológicos locais estão sendo estudados em pequenas áreas (Batalha & Martins 2004).

Esse estudo teve como objetivo responder as seguintes questões, comparando as respostas fenológicas reprodutivas em relação à passagem do fogo em uma vegetação localizada em um ecótono entre campo limpo e campo rupestre. 1) As respostas fenológicas reprodutivas em uma comunidade recentemente queimada são diferentes das de uma área sem influência recente do fogo? 2) A ocorrência de queimadas afeta diferentemente a fenologia das formas de vida? 3) As queimadas alteram as relações entre os fatores abióticos e as fenofases reprodutivas nos níveis estudados, uma vez que esses fatores são tidos como sinalizadores dos eventos fenológicos nas plantas?

Material e Métodos

Área de Estudo

A área de estudo localiza-se no município de Palmeiras, BA (12°31'44" S e 41°33'32" W, a 900 m de altitude), na propriedade do Orquidário do Pai Inácio, na base da Serra dos Brejões, na Área de Proteção Ambiental Marimbus-Iraquara. Está sob o clima Tropical do Brasil Central, com verões úmidos e invernos secos (Nimer 1989). A partir dos dados de 31 anos de registros meteorológicos para o município de Lençóis (cerca de 30 km da área de estudo) obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), tem-se que o período de maior precipitação compreende os meses de novembro a abril e o intervalo entre março a outubro, o período mais seco. Com base nesse registro histórico, a precipitação média mensal varia de 150 a 40 mm e a temperatura média de 25 a 23°C (Fig. 1). Os solos são predominantemente arenosos, ácidos, com baixo teor de matéria orgânica e baixos valores de concentração de nutrientes (Grillo 2008).

A vegetação da área de estudo constitui-se de uma transição entre o campo rupestre e o campo limpo, duas fisionomias das formações campestres do Cerrado (Ribeiro & Walter 2008). Apresenta blocos de rocha aflorando à superfície e as famílias Poaceae e Cyperaceae são as de maior número de espécies, com *Echinolaena inflexa* (Poir.) Chase, *Axonopus compressus* (Sw.) P.Beauv. e *Hypolytrum rigens* Nees entre as espécies de maior dominância (Costa 2010). A área está livre de incêndios há pelo menos 10 anos e sem sinais de atividades agropecuárias.

Delineamento amostral e Observações fenológicas

Uma área campestre de 80x40 m foi selecionada e dividida em 32 parcelas de 10x10 m, das quais quatro foram sorteadas para a amostragem fenológica. Duas delas foram experimentalmente queimadas em março de 2009 (AQ) e as outras duas foram utilizadas como controle (AC). As parcelas foram subdivididas em 100 subparcelas de 1x1 m, sendo sorteadas 10 para o acompanhamento mensal das fenofases de todas as espécies nelas encontradas. As espécies foram identificadas e classificadas segundo APG III (2009) e o material testemunho depositado no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS).

A queimada experimental ocorreu durante a estação chuvosa e depois da confecção de aceiros, sob acompanhamento da Brigada de Incêndios do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e do Grupo Ambientalista de Palmeiras. Antes da queimada foram contabilizadas 29 espécies, com um incremento de nove espécies seis meses depois e posterior retorno ao valor encontrado antes do incêndio após um ano (Costa 2010). Nas áreas controle foram encontradas 28 espécies no total (Costa 2010). A queimada, o desenho experimental e as parcelas foram os mesmos utilizados por Costa (2010).

As observações fenológicas iniciaram-se em agosto de 2009 e foram encerradas em setembro de 2010, totalizando 14 meses. O presente estudo considerou comunidade como a vegetação contida no conjunto de 20 subparcelas de 1x1 m em cada área e suas respectivas fenofases. Devido à dificuldade de delimitação dos indivíduos diante da complexidade dos seus sistemas subterrâneos (Ferreira em prep.) considerou-se como um indivíduo cada *ramet*, definido como unidade potencial com independência fisiológica de um indivíduo resultante de uma única semente (*genet*) (Gurevitch *et al.* 2009).

As fenofases foram caracterizadas pela presença das seguintes características:

Floração: presença de botões e/ou flores abertas.

Frutificação: presença de frutos jovens e/ou frutos dispersando as sementes.

Para a quantificação de estruturas reprodutivas nas fenofases estudadas cada flor/fruto solitário e inflorescência/escapo foram considerados como uma estrutura unitária, genericamente tratada como inflorescência no decorrer do texto.

Análise de dados

As espécies foram classificadas e agrupadas segundo o posicionamento das suas gemas em relação ao solo utilizando o sistema de formas de vida de Raunkiaer, conforme Müeller-Dombois & Ellenger (1974).

A contribuição das espécies à fenologia reprodutiva das formas de vida foi avaliada pela frequência relativa com cálculo adaptado de San Martín-Gajardo & Morellato (2003), que utilizaram a frequência relativa para avaliar a contribuição das espécies da família Rubiaceae aos padrões fenológicos reprodutivos da família. No presente estudo foi utilizada a seguinte fórmula:

$$FR_{(i)} = \frac{\sum N_{ij}}{\sum N_{fj}} \cdot 100$$

Onde, o número de indivíduos da espécie *i* apresentando a fenofase *j* é dado por N_{ij} , e o número total de indivíduos da forma de vida *f* na fenofase *j* por N_{fj} .

O número total de inflorescências com flores ou frutos por mês em ambas as áreas (comunidades) e nas formas de vida foi comparado entre os dois tratamentos pelo teste *U* de Mann-Whitney, após a verificação da ausência de normalidade pelo teste de Shapiro e Wilk (Sokal & Rohlf 1995), calculados utilizando-se o programa Past (Hammer *et al.* 2001). Para avaliar a relação entre os fatores abióticos e as fenofases correlacionou-se o número de indivíduos nas fenofases e o número de inflorescências, tanto para as formas de vida quanto para a comunidade, com as variáveis abióticas precipitação, temperatura e fotoperíodo, utilizando-se a correlação de Pearson (Sokal & Rohlf 1995), considerada significativa quando $p < 0,05$ e calculada no programa Statistica (Stat Soft. Inc. 2005). Segundo Martins (2002), quando $n > 10$ pode-se usar o coeficiente de correlação de Pearson, independente da normalidade. As variáveis ambientais foram obtidas pelas medições climáticas da Estação Meteorológica localizada no Orquidário do Pai Inácio/Projeto *Efeitos do fogo* a 900 m de altitude.

Resultados

Durante o período de estudo 32 espécies se reproduziram sexuadamente nas áreas estudadas (Tab. 1), as quais estão distribuídas em 19 famílias e 27 gêneros. Dessas espécies, 18 ocorreram em ambas as áreas, com oito espécies exclusivas da área controle e seis da área queimada. Foram encontradas cinco formas de vida, estando a maioria das espécies representadas pelos hemicriptófitos (40% na AQ e 42% na AC) e nanofanerófitos (28% na AQ e 30% na AC) (Fig. 2).

A maior porcentagem de espécies florescendo (42%) e frutificando (46%) durante os meses de estudo ocorreu na área queimada, enquanto na controle 31% e 34% das espécies apresentaram essas fenofases, respectivamente. No entanto, as áreas não diferem estatisticamente em relação ao número total de indivíduos com flores e frutos (Tab. 2), sendo maior na área controle. Os indivíduos floridos na AC se concentraram entre os meses de novembro a abril, com picos em fevereiro e março (Fig. 3). Na área queimada, a floração esteve concentrada de dezembro a março com picos em janeiro e março. Já os indivíduos em frutificação se concentraram de novembro a março na AC e de dezembro a abril na AQ, exibindo picos em fevereiro e março em ambas as áreas (Fig. 3).

O número total de indivíduos com flores e frutos para cada mês apresentou correlação significativa com a temperatura em ambas as áreas, assim como o número de inflorescências com frutos (Tab. 3). O número total de inflorescências com flores apresentou correlação significativa com o fotoperíodo na AQ. Os valores totais de inflorescências com flores e frutos na AQ foram os maiores encontrados, no entanto os tratamentos são significativamente diferentes apenas em relação ao número de inflorescências com flores (Tab. 2).

Na AQ, os nanofanerófitos exibiram a maior porcentagem de indivíduos floridos entre setembro e janeiro, com um pico neste mês. No mês de fevereiro, os hemicriptófitos obtiveram a maior porcentagem igualando esse valor aos nanofanerófitos no mês seguinte. A partir do nono mês de observação até o final do estudo, os terófitos apresentaram as maiores porcentagens, com exceção do mês de junho. Os caméfitos só floresceram em dezembro e os criptófitos floresceram durante oito meses nessa área e juntos contribuíram com menos de 4% dos indivíduos floridos na AQ (Fig. 4).

Durante dez meses os hemisporófitos corresponderam a maior porcentagem de indivíduos em floração na AC. Nessa área, os criptófitos floresceram durante todo o período de estudo com exceção do mês de agosto (2009), já os terófitos apenas não foram encontrados em floração entre os meses setembro e novembro (2009). Enquanto, a floração dos nanofanerófitos concentrou-se de novembro a março (Fig. 4).

A quantidade de indivíduos floridos de hemisporófitos, nanofanerófitos e terófitos foi significativamente diferente entre os tratamentos (Tab. 2), sendo que a AQ apresentou o maior número de nanofanerófitos e terófitos floridos, enquanto a AC de hemisporófitos. O número de indivíduos de nanofanerófitos com flor correlacionou-se significativamente com a temperatura e o fotoperíodo nos dois tratamentos, assim como o número de hemisporófitos com a precipitação (Tab. 3).

Os nanofanerófitos apresentaram a maior porcentagem de indivíduos frutificando durante os seis primeiros meses de estudo na AQ, igualando-se no mês de fevereiro com os hemisporófitos, que a partir do mês de março até o final das observações exibiram as maiores porcentagens nessa fenofase (Fig. 5). Já na AC, os hemisporófitos apresentaram os maiores valores de indivíduos com frutos durante todo o período do estudo, e a maior porcentagem de nanofanerófitos com frutos ocorreu nos meses de outubro a março (Fig. 5).

O número de hemisporófitos, nanofanerófitos, terófitos e caméfitos frutificando diferiu entre os tratamentos (Tab. 2), com os hemisporófitos e os caméfitos apresentando os maiores valores na AC e os nanofanerófitos e os terófitos os maiores valores na AQ. Os nanofanerófitos com frutos apresentaram correlação significativa com o fotoperíodo e a temperatura nas duas áreas. Na AC, os hemisporófitos frutificando correlacionaram-se significativamente com a temperatura, e os caméfitos com a temperatura e o fotoperíodo (Tab. 3).

Nove espécies foram as principais responsáveis pela porcentagem de indivíduos reprodutivos nas formas de vida. *Euphorbia sarcodes* foi a espécie que mais contribuiu com a floração e frutificação dos nanofanerófitos nos dois tratamentos. Os indivíduos dessa espécie em alguns meses corresponderam a 80% dos nanofanerófitos com flores e 100% com frutos nas áreas queimada e controle, respectivamente.

Entre os terófitos, *Heliotropium salicoides* contou com 100% de indivíduos floridos nos meses de outubro e novembro, e *Bulbostylis capillaris* com 87% em agosto, ambas na

AQ. Na área controle, *B. capillaris* foi a espécie que mais influenciou a floração dessa forma de vida, florescendo durante 11 meses e contribuindo com 100% dos indivíduos durante 10 meses. Já a frutificação dos terófitos na AQ, apresentou maior contribuição de *Schwenckia* sp. e na área controle de *B. capillaris*.

Na área controle, *Echinolaena inflexa* participou com cerca de 90% dos hemicriptófitos nas duas fenofases estudadas no mês de dezembro, já na AQ essa espécie apresentou poucos indivíduos com flores e frutos embora tenha sido encontrada florescendo durante nove meses. *Axonopus polydactylus* contribuiu com 28 e 60% dos indivíduos em floração e frutificação no mês de março na AQ, contribuindo para o pico de frutificação neste mês. Já os picos de floração em fevereiro e março, nos hemicriptófitos, são resultado da floração de um conjunto de espécies de Poaceae (n = 4) representando 82 e 87% dos indivíduos, respectivamente, na AQ.

Nos criptófitos, *Hypolytrum rigens* representou 100% dos indivíduos com flores e frutos durante 10 e oito meses, respectivamente, na AC. *Trimezia cathartica*, em contra partida, foi a principal responsável pela floração e frutificação dos criptófitos na AQ. Entre os caméfitos, *Evolvulus glomeratus* foi a única espécie encontrada florida em ambas as áreas embora não tenha sido encontrada com frutos em nenhuma delas. O único caméfito em frutificação foi *Vellozia dazypus*, na AC.

Os terófitos e os nanofanerófitos apresentaram o maior número de inflorescências tanto com flores quanto frutos na AQ, sendo esses valores significativamente diferentes entre os tratamentos (Tab. 2). Os caméfitos diferiram entre os tratamentos somente em relação as inflorescências com frutos, sendo maior na AQ (Tab. 2). Na AC, apenas os hemicriptófitos se correlacionaram significativamente com a temperatura em relação ao número de inflorescências com flores e frutos. As inflorescências com flores dos nanofanerófitos apresentaram correlação significativa com a temperatura e o fotoperíodo, já os terófitos apenas com a temperatura ambos na AQ. Em relação às inflorescências com frutos, as correlações significativas ocorreram entre os criptófitos e a precipitação e os terófitos com a temperatura ambos na AQ, já os caméfitos apresentaram correlação significativa com o fotoperíodo e a temperatura apenas na AC e os hemicriptófitos com a temperatura e o fotoperíodo nas duas áreas (Tab. 3).

Discussão

Em áreas de savana apesar das espécies serem expostas a riscos ambientais sazonais como seca e alagamento, além de incêndios periódicos (Sarmiento & Monasterio 1983), a funcionalidade da comunidade é mantida (Silva & Batalha 2008; Silva *et al.* 2009). Na AQ, o fogo provocou uma flutuação no número de espécies (Costa 2010), no entanto o número de indivíduos que se reproduziram sexualmente entre as áreas não foi significativamente diferente. Sarmiento (1984) sugere que uma grande diversidade de estratégias fenológicas permitiria uma rápida resposta a variações ambientais imprevisíveis, como o fogo ou uma estação seca ou chuvosa prolongada.

A necessidade de diferentes polinizadores e/ou dispersores pelas plantas pode gerar um padrão de floração e frutificação contínua na comunidade devido à sobreposição dessas guildas de animais (Conceição *et al.* 2007). Nas áreas estudadas houve uma produção contínua de flores e frutos, que também pode ser uma estratégia contra a herbivoria ou o parasitismo (Mantovani & Martins 1988).

A maior concentração de indivíduos nas fenofases estudadas ocorreu durante o período chuvoso em ambas as áreas, mesmo que o momento de maior número de indivíduos nas fenofases na AQ tenha ocorrido com um atraso de um mês e tenha apresentado menor duração do que na AC. A concentração das fenofases no período de maior precipitação é um padrão encontrado em várias savanas (Mantovani & Martins 1988; Barbosa 1997; Oliveira 1998; Batalha & Mantovani 2000; Ramirez 2002; Batalha & Martins 2004; Munhoz & Felfili 2005), onde a disponibilidade hídrica tem uma forte influência na determinação dos padrões fenológicos de plantas herbáceas (Ramirez 2009; Munhoz & Felfili 2005).

A área queimada apresentou as maiores porcentagens de espécies florescendo e frutificando durante o estudo, porém o maior número de indivíduos nessas fenofases foi encontrado na AC. Em contrapartida, as espécies da AQ produziram mais inflorescências. Wroblewski & Kauffman (2003) sugerem que o aumento de flores e, conseqüente, produção de sementes após o fogo permitiria o retorno aos níveis de abundância das espécies anterior a queimada.

As tendências fenológicas semelhantes e a presença da correlação das fenofases com a temperatura nas áreas queimada e controle sugerem que o fogo não alterou as tendências

reprodutivas da comunidade, sendo estas mais sensíveis a variações na temperatura do que ao incêndio no período observado.

As diferentes proporções de formas de vida influenciam nos padrões fenológicos da comunidade (Ramirez 2002). Nas áreas estudadas, os nanofanerófitos e os hemicriptófitos somaram mais de 50% dos indivíduos com eventos reprodutivos nas duas áreas, sendo os principais responsáveis pelos picos de floração e frutificação observados entre o final do período seco/início do chuvoso e no final do período chuvoso, respectivamente.

Após os incêndios as espécies alocam recursos para o aumento de biomassa (Menezes & Araujo 2004) e/ou estruturas reprodutivas (Wroblewski & Kauffman 2003; Silva & Santos 2008; Conceição & Costa 2009) possibilitando, assim, a recolonização seja pela rebrota rápida (Kauffman 1991) ou pela imediata floração e dispersão para novas áreas eventualmente atingidas pelo fogo (Coutinho 1976).

A porcentagem de indivíduos das formas de vida nas fenofases estudadas seis meses após o fogo pode ser reflexo das estratégias de persistência dos indivíduos ao incêndio. A maioria dos nanofanerófitos (ca. 64%) e dos hemicriptófitos (ca. 94%) rebrotaram pós-fogo (Costa 2010). Os indivíduos que rebrotam possuem vantagens competitivas em relação aos que colonizam a área recém-queimada por sementes, uma vez que não precisam alocar recursos para formar raízes (Castellani & Stubblebine 1993; Menezes & Araujo 2004). Já os terófitos são recrutados via semente e, portanto, necessitam elaborar e acumular reservas para florescer e frutificar (Rathcke & Lacey 1985; Mantovani & Martins 1988).

Os criptófitos e os caméfitos também rebrotaram após a queimada (Costa 2010), sendo que nos criptófitos a proteção da gema principal abaixo do solo permite tolerar os efeitos do fogo (Menezes & Araujo 2004), possibilitando respostas favoráveis a queimada, mantendo seu ciclo de vida sem alterações (Chapman & Crow 1981). Enquanto nos caméfitos, a posição e carência de maior proteção de suas gemas situadas até 50cm é apontada como responsável pela redução na sua cobertura vegetal pós-fogo (Costa 2010). Nessa forma de vida, a produção de frutos foi prejudicada na AQ, já que não foram encontrados indivíduos em frutificação. Assim, os danos provocados pelo fogo podem ter influenciado na alocação de recursos para a produção de frutos nos caméfitos. A produção irregular de frutos também pode estar relacionada a variações nas populações de polinizadores como sugerem Mantovani & Martins (1988) para uma área de cerrado. Como a floração nos caméfitos, na AQ, foi atrasada em relação ao controle, a presença do polinizador na área pode ter sido influenciada.

Os mecanismos que selecionam diferentes padrões fenológicos em ambientes tropicais podem ser determinados por interações ecológicas, relações filogenéticas e história das comunidades resultando na diversidade de estratégias fenológicas (Oliveira 1998). Devido a características intrínsecas das espécies e seu ajuste ao ambiente, cada uma delas apresentam um período ótimo para a reprodução (Sarmiento 1984), que pode ser sincrônico com outras espécies ou não, resultando, assim, em períodos difusos de floração e frutificação.

Em um campo cerrado no Distrito Federal, a comunidade de gramíneas apresentou um escalonamento na fenologia reprodutiva possibilitando identificar três grupos com padrões distintos (Almeida 1995). No estudo citado, *E. inflexa* e *Axonopus barbigerus* foram incluídas no grupo de gramíneas precoce de ciclo longo (PCL), que começam a floração no início do período chuvoso e a dispersão finda no período seco, o ciclo tem duração de cinco a dez meses. Enquanto espécies dos gêneros *Axonopus* e *Aristida* integraram o grupo das tardias (TAR), que começam o ciclo reprodutivo do meio para o final da estação chuvosa e dispersam as sementes no período seco (Almeida 1995).

Os picos de floração dos hemisporófitos em fevereiro e março na AQ corresponderam a cinco espécies, sendo quatro delas Poaceae (*E. inflexa*, *Axonopus barbigerus*, *Axonopus polydactylus* e *Aristida adscensionis*). *Axonopus polydactylus* e *A. barbigerus* começaram a floração no início do período chuvoso em ambas as áreas, o que é compatível com o grupo das gramíneas PCL proposto por Almeida (1995), assim como *Aristida adscensionis*. *Echinolaena inflexa*, na AQ, também apresentou respostas fenológicas semelhantes aquelas encontradas no estudo supracitado, porém na AC essa espécie foi encontrada em floração no mês de setembro (final do período seco) e o evento durou 13 meses (Tab. 1), o que instiga mais estudos para essa espécie.

Os nanofanerófitos com flores e frutos em ambas as áreas foram mais sensíveis às diferenças na temperatura e no fotoperíodo do que na precipitação. *Euphorbia sarcodes*, espécie que mais contribuiu com as fenofases reprodutivas entre os nanofanerófitos, possui um sistema subterrâneo desenvolvido e extenso que possibilita a captação de água em maior profundidade no solo (Ferreira em prep.), o que tornaria essa espécie menos sujeita a variações na precipitação. Já as espécies de Poaceae possuem sistema subterrâneo próximo à superfície (Ferreira em prep.) e certamente estão sujeitas a variações na disponibilidade hídrica, fato que explicaria a correlação dos hemisporófitos com a precipitação em ambas as

áreas, uma vez que essa família contribuiu com o maior número de espécies 54% (6/11) e 55% (5/9) na AC e AQ, respectivamente.

A correlação entre o número de nanofanerófitos florescendo e frutificando com o fotoperíodo e a temperatura, assim como os hemicriptófitos floridos e a temperatura se mantiveram nas áreas queimada e controle. Esses dados sugerem que a influência da temperatura e do fotoperíodo na regulação das fenofases reprodutivas nessas formas de vida não foram prejudicadas pela ação da queimada. Já a frutificação dos hemicriptófitos e caméfitos não manteve essa relação, de modo que essa fenofase nessas formas de vida deve ser mais susceptível a ação do fogo.

Para uma parte das espécies herbáceo-arbustivas, a queimada representa um estímulo à floração e à produção de frutos e sementes, agindo como um fator sincronizador da floração dentro das populações (Coutinho 1976). Além de aumentar a densidade de espécies floridas, o fogo pode dobrar a quantidade flores produzidas por algumas plantas seis meses após sua passagem, como visto por Lunt (1994) em uma vegetação campestre na Austrália. A floração de *E. sarcodes* ocorreu no mesmo período em ambos os tratamentos sendo maximizada na AQ em relação ao controle.

As espécies anuais por apresentarem um ciclo de vida rápido garantem sua permanência através de um investimento em sementes (Gurevitch *et al.* 2009), sendo alto o número de estruturas reprodutivas nessas espécies em ambientes perturbados. Os terófitos constituíram a forma de vida com o maior número de inflorescências com flores e frutos na AQ. As correlações entre a quantidade de inflorescências nas formas de vida e os fatores abióticos sugerem que as inflorescências com flores são menos sujeitas a variações dos fatores abióticos do que as inflorescências com frutos na AC, sendo algumas dessas correlações modificadas pela ação do fogo.

Em muitas espécies, a floração é estimulada pela ação do fogo (Coutinho 1976; Abrahamson 1984; Le Maitre & Midgley 1992; Johnson *et al.* 1994; Oliveira *et al.* 1996) e pode ocorrer em poucos meses depois do incêndio (Conceição & Costa 2009), como ocorre em algumas espécies criptófitos em áreas de cerrado (Oliveira *et al.* 1996). Das 61 espécies estudadas por Munhoz & Felfili (2005) em um campo sujo, seis apresentaram-se em botão dois meses após a queimada sendo a maioria delas hemicriptófitos. Como esse estudo começou seis meses depois do incêndio, certamente muitas espécies floresceram nesse

período sem observações, logo não é possível saber quais foram as primeiras formas de vida a se reproduzir.

A ocorrência de incêndios em épocas diferentes favorece a floração de espécies com estratégias fenológicas distintas (Howe 1994). A produção de flores em *Aristida stricta*, *Panicum abscissum* e *Andropogon* sp. é estimulada com incêndios no final do verão ou da primavera (Abrahamson 1984). Além disso, as queimadas durante ou entre a estação de crescimento das plantas pode favorecer ou não o aumento e a sincronia da floração (Platt *et al.* 1988). Talvez a época de ocorrência da queimada estudada (período chuvoso) possa estar relacionada a semelhança na fenologia reprodutiva encontrada entre as áreas queimada e controle.

A similaridade da fenologia reprodutiva encontrada entre as áreas também pode ser resultado do grau de ajuste dessa vegetação à perturbação pelo fogo. Uma vez que mesmo aumentando a produção de inflorescências ou a porcentagem de indivíduos reprodutivos, o incêndio não alterou o período de ocorrência e de maior sincronia dos eventos na comunidade e nas formas de vida, embora em alguns caso tenha ocorrido uma antecedência da fenofase como a floração nos nanofanerófitos.

Existe uma relação próxima entre as formas de crescimento, alocação de biomassa, padrões de crescimento vegetativo e padrões reprodutivos (Sarmiento 1992). Dessa forma, mudanças em um desses processos irão influenciar os outros. Entender o papel do fogo e de outras perturbações na dinâmica das comunidades é o primeiro passo para o manejo e conservação das mesmas. Porém, os estudos em nível comunitário que incluam todos os estratos de uma área ainda são escassos. Portanto, são necessários estudos fenológicos em longo prazo, com observações nos primeiros meses após o incêndio, além daqueles com manipulação experimental associada a outros processos ecológicos e, sobretudo, com um maior número de réplicas, de modo que se possa avaliar se as tendências encontradas nesse estudo constituem padrões consistentes.

Referências

- Abrahamson, W.G. 1984. Species responses to fire on the Florida Lakes Wales Ridge. **American Journal of Botany** **71**(1): 35-43.
- Abrahamson, W.G. 1999. Episodic reproduction in two fire-prone palms, *Serenoa repens* and *Sabaletonia* (Palmae). **Ecology** **80**(1): 100-115.
- Almeida, S.P. de 1995. Grupos fenológicos da comunidade de gramíneas perenes de um campo cerrado no Distrito Federal, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **30**(8): 1067-1073.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** **161**: 105-121.
- Barbosa, A.A.A. 1997. **Biologia reprodutiva de uma comunidade de campo sujo, Uberlândia/ MG**. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Batalha, M.A. & Mantovani, F.R. 2004. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). **Australian Journal of Botany** **52**: 149-161.
- 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. **Revista Brasileira de Botânica** **60**(1): 129-145.
- Batalha, M.A. & Martins, F.R. 2004. Floristic, frequency and vegetation life-form spectra of a cerrado site. **Brazilian Journal of Biology** **64**(2): 203-209.
- Castellani, T.T. & Stubblebine, W.H. 1993. Sucessão secundária inicial em mata tropical mesófila, após perturbação por fogo. **Revista Brasileira de Botânica** **16**(2): 181-203.
- Chapman, R.R. & Crow, G.E. 1981. Application of Raunkiaer's life form system to plant species survival after fire. **Bulletin of The Torrey Botanical Club** **108**(4): 472-478.

- Conceição, A.A. & Costa, G.M. 2009. Efeitos do fogo na vegetação de campos rupestres da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. In: C.W.N. Moura; T.R.S. Silva; A.M. Giullietti-Harley & F.A.R. Santos (orgs.). **Anais do 60º Congresso Nacional de Botânica. Botânica brasileira: futuro e compromissos**. Salvador, EDUNEB.
- Conceição, A.A.; Funch, L.S. & Pirani, J.R. 2007. Reproductive phenology, pollination and seed dispersal syndromes on sandstone outcrop vegetation in the “Chapada Diamantina”, northeastern Brazil: population and community analyses. **Revista Brasileira de Botânica** **20**(3): 475-485.
- Correia, H.V.L.; Miola, D.T.B. & Fernandes, G.W. 2007. Fenologia e efeito do fogo em *Syagrus glaucescens* Becc. (Arecaceae). In: **Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu, MG.
- Costa, G.M. 2010. **Regeneração da vegetação campestre sob distúrbio de fogo na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.
- 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 da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Figueira, J.E.C. 1998. **Dinâmica de populações de *Paepalanthus polyanthus* (Eriocaulaceae) na Serra do Cipó, MG**. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Gurevitch, J.; Scheiner, S.M. & Fox, G.A. 2009. **Ecologia Vegetal**. Porto Alegre, Artmed.
- Grillo, A.A.S. 2008. Cerrado: áreas do Cercado e Morro do Camelo. Pp. 79-101. In: L.S. Funch; R.R. Funch; L.P. Queiroz (org.). **Serra do Sincorá: Parque Nacional da Chapada Diamantina**. Feira de Santana, Radami.
- Hammer, O.; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica** **4**(1): 9.
- Hoffman, W.A. 1998. Post-burn reproduction of Woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal of Applied Ecology** **35**: 422-433.

- Howe, H.F. 1994. Response of early- and late-flowering plants to fire season in experimental prairies. **Ecological Applications** 4(1): 121-133.
- Johnson, K.A.; Morrison, D.A. & Goldsack, G. 1994. Post-fire flowering patterns in *Blandiflora nobilis* (Liliaceae). **Australian Journal of Botany** 42: 49-60.
- Kauffman, J.B. 1991. Survival by sprouting following fire in Tropical Forests of the Eastern Amazon. **Biotropica** 23(3): 219-224.
- Lamont, B.B. & Downes, S. 1979. The longevity, flowering and fire history of the grasstrees *Xanthorrhoea preisii* and *Kingia australis*. **Journal of Applied Ecology** 16: 893-899.
- Le Maitre, D.C. & Midgley, J.J. 1992. Plant reproductive ecology. Pp. 135-174. In: R.M. Cowling (edt.). **The ecology of Fynbos: nutrients, fire and diversity**. Cape Town, Oxford University Press.
- Lunt, I.D. 1994. Variation in flower production of nine grassland species with time since fire, and implications for grassland management and restoration. **Pacific Conservation Biology** 1: 359-366.
- Mantovani, W. & Martins, F.R. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 11: 101-112.
- Martins, G.A. 2002. **Estatística Geral e Aplicada**. São Paulo, Atlas.
- Menezes, L.F.T. & Araujo, D.S.D. 2004. Regeneração e riqueza da formação arbustiva de Palmae em uma cronosequência pós-fogo na Restinga de Marambaia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** 18(4): 771-780.
- Miranda, H.S.; Rocha e Silva, E.P. & Miranda, A.C. 1996. Comportamento do fogo em queimadas de campo sujo. Pp. 1-10. In: H.S. Miranda, C.H. Saito, B.F.S. Dias (orgs.). **Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga**. ECL:UnB, Brasília.
- Morellato, L.P.C. 1991. **Fenologia de árvores, arbustos e lianas em uma floresta semi decídua no sudeste do Brasil**. Tese de doutorado. Universidade de Campinas, Campinas.
- Morellato, L.P.C. & Leitão-Filho, H.F. 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian forest. **Biotropica** 28:180-191.

- Munhoz, C.B.R. & Felfili, J.M. 2005. Fenologia do estrato herbáceo-arbustivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** 19(4): 979-988.
- Müller-Dombois, D. & Ellenger, H. 1974. Aims and methods in vegetation ecology. John Wiley and Sons, New York.
- Neves, D.R.M. 2009. **Fenologia reprodutiva pós-queima e dispersão de sementes por morcegos em campo sujo de cerrado no planalto residual do Urucum, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- Nimer, E. 1989. **Climatologia do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- Oliveira, P.E. 1998. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. Pp. 169-192. *In*: S.P. Sano & S.P. de Almeida (eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Embrapa, DF, Brasil.
- Oliveira, R.S.; Batista, J.A.N.; Proença, C.E.B. & Bianchetti, L. 1996. Influência do fogo na floração de espécies de Orchidaceae em Cerrado. Pp. 61-67. *In*: H.S. Miranda; C.H. Saito & B.F.S. Dias (orgs.). **Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga**. Brasília, ECL.
- Pausas, J.G. & Keeley, J.E. 2009. A burning story: the role of fire in the history of life. **BioScience** 59(7): 593-601.
- Platt, W.J.; Evans, G.W. & Davis, M.M. 1988. Effects of fire season on flowering of forbs and shrubs in longleaf pine forests. **Oecologia** 76: 353-363.
- Rathcke, B. & Lacey, E.P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics** 16: 179-214.
- Ramirez, N. 2002. Reproductive phenology, life-forms, and habitats of the Venezuelan Central Plain. **American Journal of Botany** 89(5): 836-842.
- Ramirez, N. 2009. Correlaciones entre la fenologia reproductiva de la vegetación y variables climáticas en los altos Llanos Centrales Venezolanos. **Acta Botanica Venezollana** 32(2): 333-362.

- Ribeiro, L.C.; Ribeiro, K.T.; Madeira, J.A. & De Filippo, D.C. 2007. Floração em massa de *Vellozia gigantea* (Velloziaceae) após ocorrência do fogo nos campos rupestres da Serra do Cipó, MG. In: **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu, MG.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 2008. As principais fisionomias do Bioma Cerrado. Pp. 153-212. In: S.M. Sano, S.P. de Almeida, J.F. Ribeiro (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados, Brasília.
- San Martin-Gajardo, I. & Morellato, L.P. 2003. Fenologia de Rubiaceae do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 26(3): 299-309.
- Sanaiotti, T.N. & Magnusson, W.E. 1995. Effects of annual fires on the production of fleshy fruits eaten by birds in a Brazilian Amazonian Savanna. **Journal of Tropical Ecology** 11(1): 53-65.
- Sano, P.T. 1996. Fenologia de *Paepalanthus hilairie* Koern. *P. polyanthus* (Bong.) Kunth e *P. robustus* Silveira sect. *Actinocephalus* Koern. – Eriocaulaceae. **Acta Botânica Brasileira** 10(1): 317-328.
- Sarmiento, G. 1984. Patterns of specific and phenological diversity in the Grass community of the Venezuelan Tropical Savannas. **Journal of Biogeography** 10(5): 373-391.
- Sarmiento, G. 1992. Adaptive strategies of savanna grasses in South American savannas. **Journal of Vegetation Science** 3: 325-336.
- Sarmiento, G. & Monasterio, M. 1983. Life forms and phenology. Pp. 79-108. In: Bourliere, F. (ed.). **Tropical Savannas. Ecosystems of the World, 13**. Amsterdam, Elsevier.
- Silva, C.S.P. & Santos, M.L. 2008. Comportamento fenológico no evento pós queima e biologia reprodutiva de *Spiranthera odoratissima* A.St.-Hil. (Rutaceae). **Biotemas** 21(1): 29-39.
- Silva, I.E. & Batalha, M.A. 2008. Species convergence into life-forms in a hyperseasonal cerrado in central Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 68(2): 329-339.
- Silva, I.E.; Cianciaruso, M.V. & Batalha, M.A. 2009. Dispersal modes and fruiting periods in hyperseasonal and seasonal savannas, central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 32(1): 155-163.

- Simon, M.F.; Grether, R.; Queiroz, L.P. de; Skema, C.; Pennington, R.T. & Hughes, C.E. 2009. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **PNAS** **106**(48): 20359 – 20364.
- Stat Soft.Inc. 2005. **STATISTICA (data analysis software system), version 7.1**. Tulsa, USA.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1995. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**. W.H. Freeman and Co., New York.
- Taylor, J.E.; Monamy, V. & Fox, B.J. 1998. Flowering of *Xanthorrhoea fulva*: the effect of fire and clipping. **Australian Journal of Botany** **46**: 241-251.
- Tannus, J.L.S.; Assis, M.A. & Morellato, L.P.C. 2006. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina – SP. **Biota Neotropica** **6**(3): 1-23
- Whelan, R.J. 1995. **The ecology of fire**. Cambridge studies in ecology, New York.
- Wroblewski, D.W. & Kauffman, J.B. 2003. Initial effects of prescribed fire on morphology, abundance, and phenology of forbs in Big Sagebrush Communities in southern Oregon. **Restoration Ecology** **11**(1): 82-90.

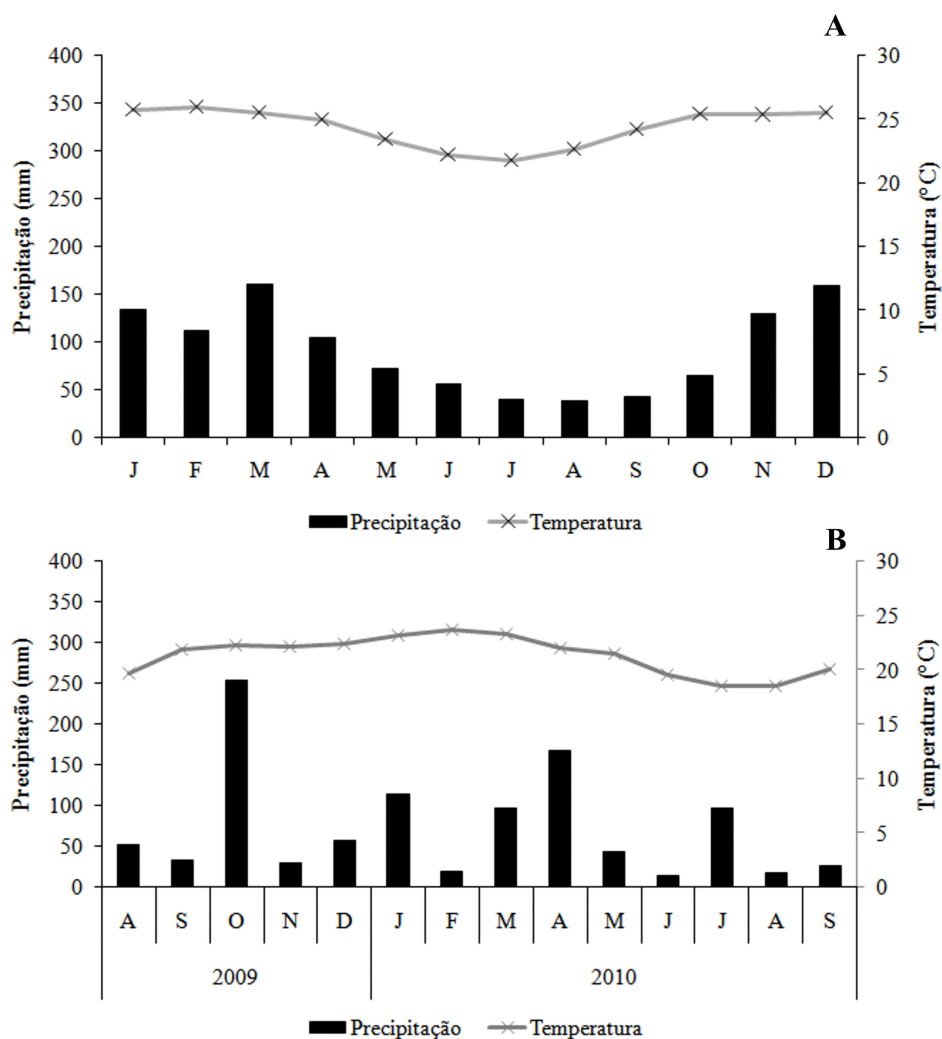


Figura 1. Valores médios de precipitação e temperatura obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) durante 31 anos para o município de Lençóis (aprox. 30 km da área de estudo) (A). Dados climáticos (precipitação e temperatura) coletados na estação meteorológica do Projeto *Efeitos do Fogo*, a 900m de altitude, localizada no Orquidário do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil (B).

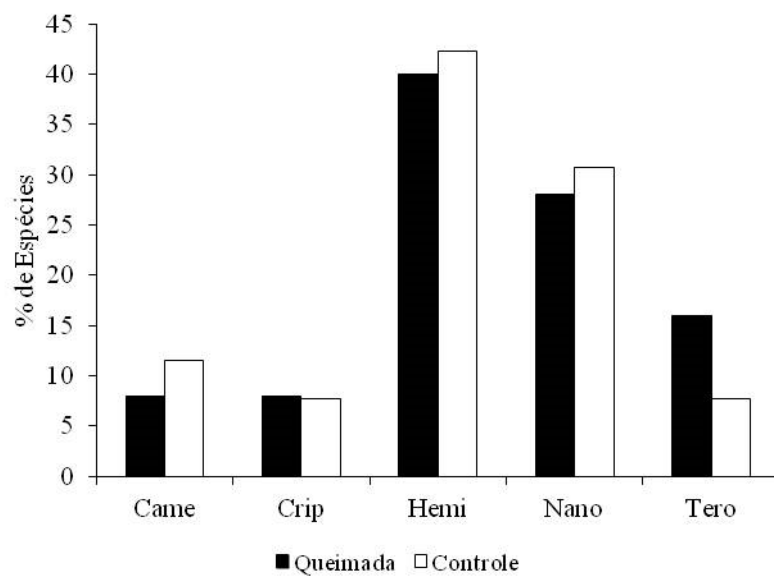


Figura 2. Porcentagem de espécies encontradas em cinco formas de vida (Caméfito (Came), Criptófito (Crip), Hemicriptófito (Hemi), Nanofanerófito (Nano) e Terófito (Tero)) em áreas de ecótono campo limpo e campo rupestre sem incêndios há 10 anos (controle) e queimada em março de 2009, no período de agosto de 2009 a setembro de 2010, no município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

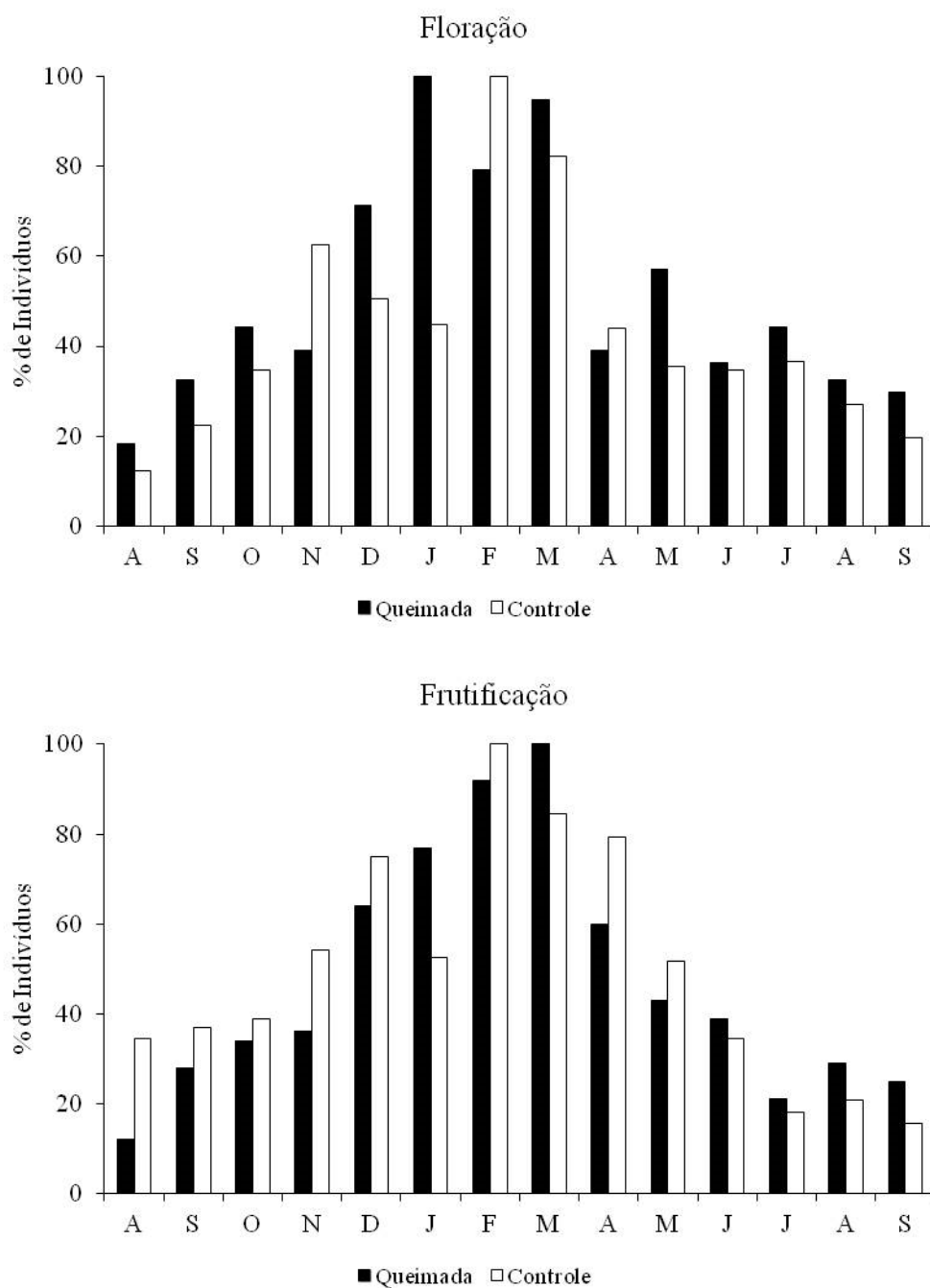


Figura 3. Porcentagem de indivíduos em floração e frutificação, no período de agosto de 2009 a setembro de 2010, em áreas de ecótono campo limpo e campo rupestre sem incêndios há 10 anos (controle) e queimada em março de 2009, no município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

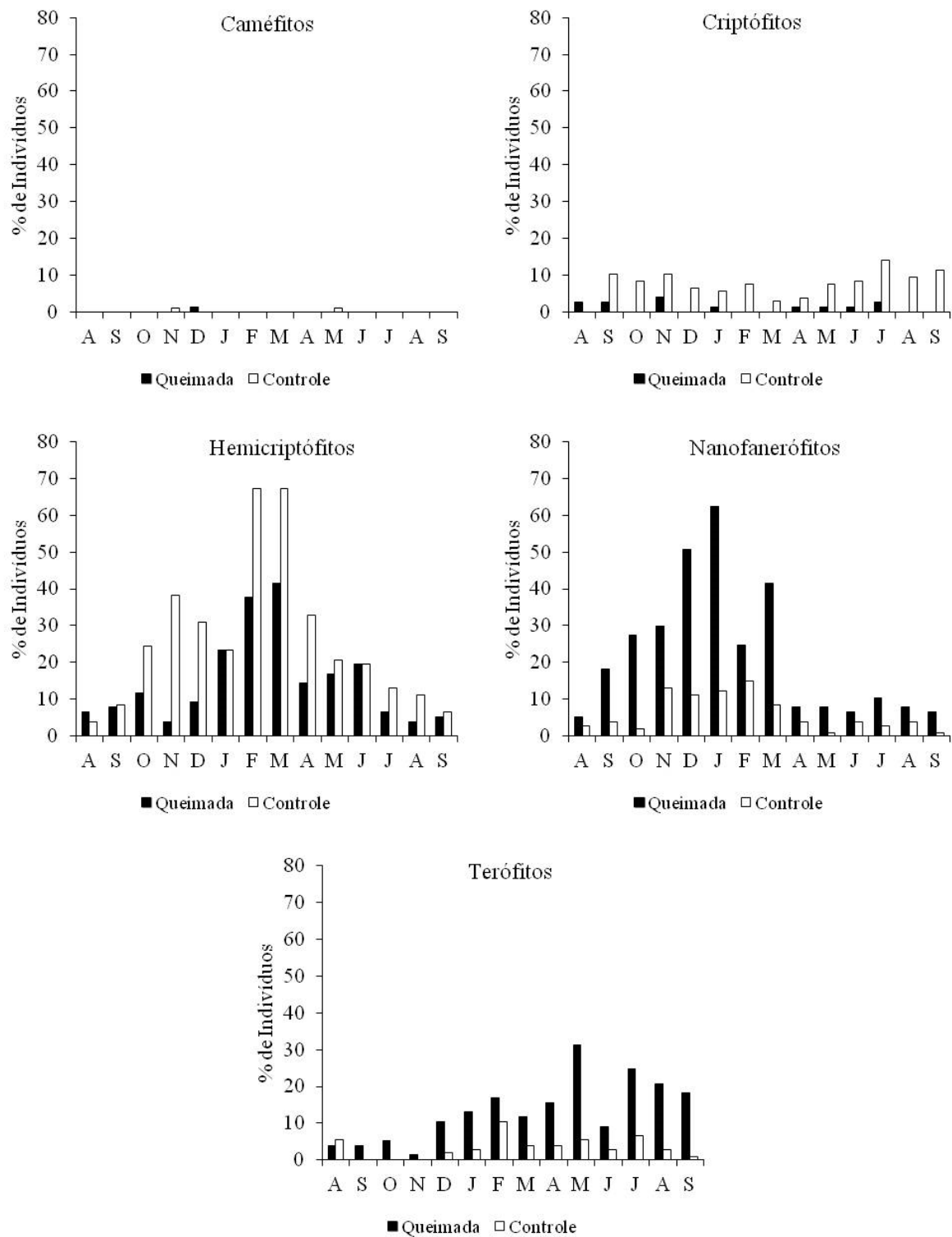


Figura 4. Porcentagem de indivíduos em floração nas formas de vida encontradas em áreas de ecótono campo limpo e campo rupestre queimadas em março de 2009 e sem incêndios há 10 anos (controle), no período de agosto de agosto de 2009 a setembro de 2010, no município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

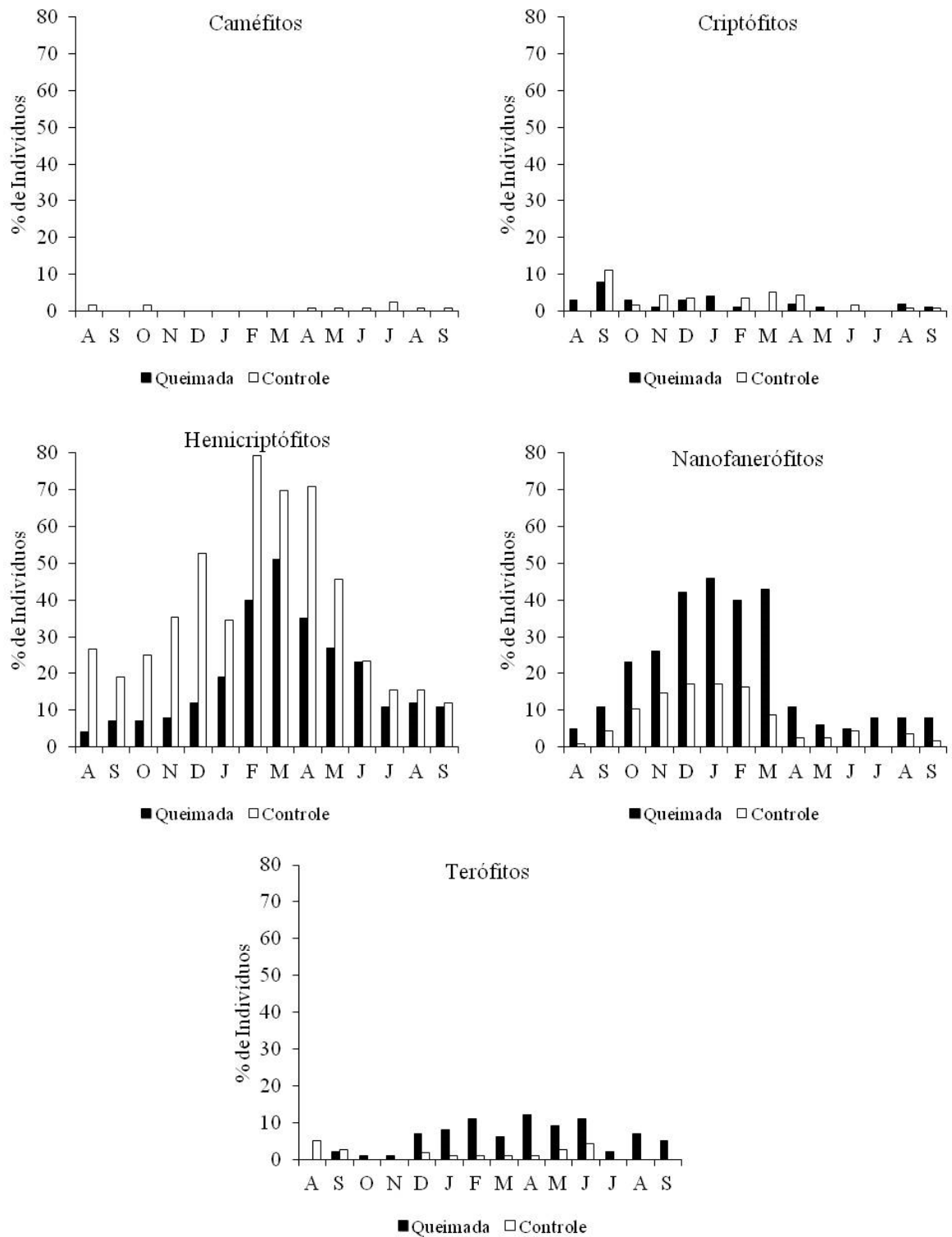


Figura 5. Porcentagem de indivíduos em frutificação nas formas de vida encontradas em áreas de ecótono campo limpo e campo rupestre queimadas em março de 2009 e sem incêndios há 10 anos (controle), no período de agosto de 2009 a setembro de 2010, no município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

Tabela 1. Período de ocorrência das fenofases reprodutivas (floração e frutificação) de espécies de angiospermas encontradas em uma área queimada em março de 2009 e outra sem queimadas desde 1999 e suas respectivas formas de vida (Caméfito (Came), Criptófito (Crip), Hemicriptófito (Hemi), Nanofanerófito (Nano) e Terófito (Tero)), no município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. * 2009, ** 2010.

Família Espécie	Forma de Vida	Área Queimada		Área Controle		"Voucher"
		Floração	Frutificação	Floração	Frutificação	
Apiaceae						
<i>Eryngium paraguariense</i> Urb.	Hemi	ago-out	out-jan	ago/ mar/ set	ago-set	Souza 124
Asteraceae						
<i>Aspilia foliosa</i> Benth. & Hook.f.	Nano	set/ nov-dez	ago-set/ nov-mai	out-nov/ fev/ jun/ ago	ago/ dez/ fev- jun/ ago	Souza 11
<i>Baccharis</i> sp.1	Nano	nov-dez/ mar/ mai- jun	set/ jan-mar/ jul- ago	-	-	Souza 18
Asteraceae 1	Nano	-	-	dez/ fev/ abr- mai/ jul	não observado	Souza 141
Boraginaceae						
<i>Heliotropium salicioides</i> Cham	Tero	set*-set**	nov-mai/ ago-set	-	-	Souza 69
Convolvulaceae						
<i>Evolvulus glomeratus</i> Nees & Mart.	Came	abr	não observado	nov/ mai	não observado	Costa 212
Cyperaceae						
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B. Clarke	Tero	fev-mai/ jul-set	fev-abr/ jun/ ago	ago/ dez-set	ag-set/ mar-jun	Souza 68
<i>Rhychospora</i> sp.	Hemi	jan/ mai-jul/ set	dez/ jun-set	jan/ mar/ jun	jun	Souza 130

Família	Forma de Vida	Área Queimada		Área Controle		"Voucher"
		Floração	Frutificação	Floração	Frutificação	
<i>Rhychospora exaltata</i> Kunth	Hemi	set-jan/ jun-set	fev-abr/ jun/ ago-set	set-mai/ ago	set/ nov-jun/ ago-set	Souza 93
<i>Scleria sp.</i>	Hemi	set-out/ dez-mai	nov-set	ago/ nov/ jan-abr/ jun-jul/ set	ago/ out/ dez/ mar-ago	Souza 92
<i>Rhynchospora almensis</i> D.A. Simpson	Hemi	-	-	mar	nov	Costa 05
<i>Hypolytrum rigens</i> Ness	Crip	-	-	set-set	set-dez/ fev-abr/ jun	Souza 104
Euphorbiaceae						
<i>Euphorbia sarcodes</i> Boiss.	Nano	ago*-set**	set-abr/ jun-set	ago-abr/ set	ago-jun/ ago	Souza 28
Fabaceae						
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	Nano	ago-set/ dez-jun	out-mai	-	-	Souza 91
Fabaceae 1	Nano	-	-	abr	não observado	
Iridaceae						
<i>Trimezia cathartican</i> (Klatt) Niederl.	Crip	set/ dez-jan	ago-fev/ abr-mai/ ago-set	set/ dez/ jul/ set	ago-set	Souza 15
Lithraceae						
<i>Cuphea sessilifolia</i> Mart.	Nano	out-mar	out-mar	set	não observado	Souza 09
Loganiaceae						
<i>Spigelia pulchella</i> Mart.	Came	dez	não observado	nov	não observado	Costa 49
Melastomataceae						
<i>Marcetia taxifolia</i> (A. St.-Hil.) DC.	Nano	set	set	ago/ fev	não observado	Souza 65

Família	Forma de Vida	Área Queimada		Área Controle		"Voucher"
		Floração	Frutificação	Floração	Frutificação	
Myrtaceae						
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	Nano	-	-	set/ jul-ago	set-dez/ set	Souza 97
Orquidaceae						
<i>Habenaria</i> sp.	Crip	ago-jul	set-out/ ago	-	-	
Poaceae						
<i>Aristida adscensionis</i> L.	Hemi	jan-mai/ jul	abr-set	jan-mai/ jul	ago-set/ fev-set	Souza 47
<i>Axonopus barbigerus</i> Hitchc.	Hemi	fev-abr	jan-jun	jan-mar	fev-abr	Souza 120
<i>Axonopus polydactylus</i> (Steud.)	Hemi	jan-mar	ago-set*/ fev-jul	set/ jan-mar	ago/ out-mai	Souza 46
<i>Echinolena inflexa</i> (Poir.) Chase	Hemi	ago/ nov-jun	ago*-set**	set*-set**	ago*-set**	Souza 13
<i>Trachypogon spicatus</i> (L.F.) Kuntze	Hemi	-	-	jan/ mar	fev-mar	Souza 114
<i>Mesosetum loliiforme</i> Chase	Hemi	jan	não observado	mar	abr	Souza 16
Polygalaceae						
<i>Poligala hebeclada</i>	Tero	ago	out	-	-	Souza 07
Rubiaceae						
Rubiaceae 1	Nano	set-out/ dez-set	nov-mar/ mai-set	-	-	Souza 88
Solanaceae						
<i>Schwenckia</i> sp.	Tero	nov/ fev/ abr-jun	set-out/ jan-set	não observado	dez-fev	Souza 05

Família	Forma de Vida	Área Queimada		Área Controle		"Voucher"
		Floração	Frutificação	Floração	Frutificação	
Turneraceae						
<i>Turnera</i> sp.	Nano	-	-	out/ jul	nov	Souza 86
Velloziaceae						
<i>Vellozia dasypus</i> Seub.	Came	-	-	não observado	ago/ out/ abr-set	Costa 123

Tabela 2. Resultado do teste U de Mann-Whitney comparando o número de indivíduos e inflorescências com flores e frutos entre os tratamentos com presença e ausência de fogo no município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Em destaque os resultados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

	Nº de Indivíduos		Nº de Inflorescências	
	Floração	Frutificação	Floração	Frutificação
Comunidade	$U= 82, p = 0.47$	$U= 77, p = 0.34$	$U= 36, p = 0.04 \times 10^{-1}$	$U= 68, p = 0.16$
Caméfitos	$U= 91, p = 0.57$	$U= 42, p = 0.01 \times 10^{-1}$	$U= 98, p = 0.96$	$U= 42, p = 0.01 \times 10^{-1}$
Criptófitos	$U= 11.5, p = 0.06 \times 10^{-3}$	$U= 86, p = 0.59$	$U= 10.5, p = 0.05 \times 10^{-3}$	$U= 85, p = 0.56$
Hemicriptófitos	$U= 42.5, p = 0.01$	$U= 50, p = 0.01$	$U= 66.5, p = 0.15$	$U= 61, p = 0.09$
Nanofanerótitos	$U= 38.5, p = 0.06 \times 10^{-1}$	$U= 48, p = 0.02$	$U= 25.5, p = 0.09 \times 10^{-2}$	$U= 50.5, p = 0.03$
Terófitos	$U= 35, p = 0.03 \times 10^{-1}$	$U= 36.5, p = 0.04 \times 10^{-1}$	$U= 15, p = 0.01 \times 10^{-2}$	$U= 20, p = 0.03 \times 10^{-2}$

Tabela 3. Valores significativos da correlação de Pearson (r) entre os fatores abióticos (Temperatura (Tp.), Fotoperíodo (Ft.) e Precipitação (Pr.)) e as formas de vida em áreas sob influência recente de fogo ou não, no município de Palmeiras, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Valor de r entre parênteses para $p < 0,05$.

	Nº de Indivíduos				Nº de Inflorescências			
	Floração		Frutificação		Floração		Frutificação	
	Queimada	Controle	Queimada	Controle	Queimada	Controle	Queimada	Controle
Comunidade	Tp. ($r = 0.71$)	Tp. ($r = 0.69$)	Tp. ($r = 0.78$)	Tp. ($r = 0.82$)	Ft. ($r = 0.56$)		Tp. ($r = 0.69$)	Tp. ($r = 0.68$)
Caméfitos				Ft. ($r = -0.72$) Tp. ($r = -0.68$)				Ft. ($r = -0.72$) Tp. ($r = -0.68$)
Criptófitos							Pr. ($r = 0.71$)	
Hemicriptófitos	Tp. ($r = 0.63$)	Tp. ($r = 0.73$)		Tp. ($r = 0.73$)		Tp. ($r = 0.57$)		Tp. ($r = 0.62$)
Nanofanerófitos	Ft. ($r = 0.69$) Tp. ($r = 0.70$)	Ft. ($r = 0.68$) Tp. ($r = 0.65$)	Ft. ($r = 0.68$) Tp. ($r = 0.80$)	Ft. ($r = 0.75$) Tp. ($r = 0.75$)	Ft. ($r = 0.76$) Tp. ($r = 0.76$)		Ft. ($r = 0.68$) Tp. ($r = 0.74$)	Ft. ($r = 0.73$) Tp. ($r = 0.69$)
Terófitos					Tp. ($r = 0.54$)		Tp. ($r = 0.72$)	

Considerações Finais

A passagem do fogo em uma vegetação provoca mudanças ecossistêmicas e a sua recuperação depende de características dos variados níveis de organização. Na comunidade estudada, a tendência na fenologia reprodutiva entre as áreas queimada e controle foram semelhantes, indicando o ajustamento desse nível de organização à queimada realizada. Semelhante ao encontrado com as formas de vida, que embora tenham aumentado a produção de inflorescências ou a porcentagem de indivíduos reprodutivos, o período de ocorrência e de maior sincronia dos eventos fenológicos não foi alterado pela queimada.

Na análise em nível de população, a proteção das gemas em folhas dispostas em rosetas possibilitou a sobrevivência das plantas estudadas à passagem do fogo, porém as respostas apresentadas por elas a essa perturbação foram diferentes. Isso indica que apesar das semelhanças morfológicas das cinco espécies, as características do evento, da estrutura da população e, sobretudo, de características intrínsecas das espécies, influenciam nessas respostas.

A influência do fogo nas relações das fenofases com as variáveis abióticas também não foi igualmente refletida nos níveis de organização estudados, sendo mais perceptível nas populações do que nas comunidades.

As diferentes respostas observadas nesse estudo revelam estratégias de persistência das plantas à passagem do fogo e nos leva a refletir sobre a funcionalidade desses ecossistemas diante de perturbações. Porém, os estudos sobre os efeitos do fogo em vegetações da Chapada Diamantina ainda estão no início, tornando necessários mais estudos ecológicos sobretudo àqueles realizados à longo prazo. Assim, a soma de informações resultará no entendimento dos processos ecológicos resultantes de eventos de fogo e contribuirá para um possível manejo dessa região.