

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE BOTUCATU
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

Relação entre o padrão de rebrota pós-fogo e o tipo de proteção às gemas em espécies vegetais de cerrado

Bruna Helena de Campos

Orientadora: Prof^ª. Dra. Elza Guimarães
Co-orientadora: Prof^ª. Dra. Silvia Rodrigues Machado

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Ciências Biológicas no Instituto de
Biociências da Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho” – Campus de
Botucatu.

Botucatu - SP
2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Campos, Bruna Helena de.

Relação entre o padrão de rebrota pós-fogo e o tipo de proteção às gemas em espécies vegetais de cerrado / Bruna Helena de Campos. - Botucatu, 2017

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Elza Maria Guimarães Santos

Coorientador: Silvia Rodrigues Machado

Capes: 20500009

1. Plantas dos cerrados. 2. Cerrados. 3. Fogo e ecologia. 4. Brotos (Plantas).

Palavras-chave: Campo cerrado; Fogo; Gemas de reposição; Rebrota.

O presente Trabalho de Conclusão de Curso segue o modelo de Artigo Científico e obedece às normas do seguinte periódico: Australian Journal of Botany.

Relação entre o padrão de rebrota pós-fogo e o tipo de proteção às gemas em espécies vegetais de cerrado

Bruna Helena de Campos • Silvia Rodrigues Machado • Elza Guimarães

Resumo: O fogo ocorre naturalmente nas savanas e exerce papel na dinâmica do componente lenhoso devido principalmente à presença do estrato herbáceo contínuo que se recupera rapidamente após a queima. A proteção das gemas de reposição em espécies de savana interfere na sobrevivência e na velocidade da rebrota pós-fogo. O estudo dos padrões de rebrota conjuntamente com a abordagem da relação entre fenologia e formas de vida de Raunkiaer (1934) pode ser indicativo das pressões bióticas e abióticas que atuam na organização da comunidade. Faltam trabalhos comparativos que explorem a efetividade da proteção às gemas de reposição no padrão de rebrota pós-fogo. Assim, o objetivo desse estudo foi associar atributos das gemas de reposição com a persistência do meristema e o padrão de rebrota pós-fogo em espécies vegetais de cerrado. Parcelas de 25m² foram marcadas, sendo cinco “controle” e cinco para o tratamento “fogo”. As parcelas foram acompanhadas mensalmente para a fenologia a cada 30 dias entre setembro de 2013 e agosto de 2014. Foram selecionadas 16 espécies para investigação da relação entre a proteção das gemas e o padrão de rebrota pós-fogo, as quais foram classificadas segundo o tipo de resposta apresentado após a incidência de fogo: adiantamento da rebrota, maior frequência de indivíduos rebrotando, atraso na rebrota, menor frequência de indivíduos rebrotando e excluídas. Foi possível observar no estudo que a presença de envoltórios e indumento, o tipo destes, além da altura das plantas avaliadas, variaram em todos os padrões de rebrota pós-fogo, não sendo possível relacionar grupos desfavorecidos com a ausência de uma estrutura ou de outra.

1. Introdução

O cerrado é uma formação vegetal constituída por três biomas, o campo tropical, a savana e a floresta estacional (Batalha 2011). A fisionomia savânica apresenta um estrato herbáceo contínuo e um estrato lenhoso esparsos, contendo arbustos e árvores em densidades variadas (Bourlière e Hadley 1970; Higgins *et al.* 2000; Sankaran *et al.* 2005), os quais compõem as fisionomias campo sujo, campo cerrado e cerrado sensu stricto (Batalha 2011). As savanas constituem um pirobioma, ou seja, um bioma onde o fogo é um dos mais importantes fatores que altera a fisionomia e a estrutura da vegetação (Coutinho 1977; Sato 2003).

Nas savanas ao redor do mundo, o fogo ocorre naturalmente e exerce um papel na dinâmica do componente lenhoso diferente do que ocorre em outros ecossistemas inflamáveis, devido principalmente, à presença do estrato herbáceo contínuo que se recupera rapidamente após a queima (Hoffmann *et al.* 2012). A persistência das fisionomias savânicas é dependente de perturbações como a passagem do fogo, que evitam o fechamento do dossel (San José e Fariñas 1983; Coutinho 2002). Além disso, esse distúrbio é responsável pela seleção de muitas das características ecofisiológicas, morfo-anatômicas e fisionômico-estruturais das espécies vegetais ali presentes, que são resistentes ou até favorecidas pelos efeitos físicos e químicos do fogo (Coutinho 1990; 2006). Esse distúrbio pode atuar sobre a reprodução vegetativa e sexual, bem como sobre o estabelecimento, tamanho, crescimento e mortalidade de plântulas (Coutinho 1990), podendo influenciar toda a história de vida das espécies vegetais, seja de modo positivo ou negativo (Hoffmann 1999).

Diversas espécies vegetais típicas das savanas apresentam adaptações ao fogo, como a presença de órgãos subterrâneos de reserva de carboidratos, cascas grossas (Rizzini 1977; Gignoux *et al.* 1997) e capacidade de se reproduzir vegetativamente

através de gemas de reposição que ficam protegidas durante a passagem do fogo (Hoffmann 2002). Gemas, de um modo geral, são constituídas pelo meristema apical do caule envolto por primórdios foliares e folhas jovens portando, em sua base, meristemas de ramos laterais e estruturas acessórias, como estípulas; todo este conjunto pode estar recoberto e protegido por folhas modificadas (catafilos) (Strasburger, 1985). Quase todas as espécies vegetais podem produzir e manter gemas vegetativas subterrâneas, aéreas ou ambas (Klimešová e Klimeš 2007). As gemas de reposição são estruturas essenciais à manutenção das plantas, responsáveis pela emissão de novos ramos vegetativos ou reprodutivos e podem estar protegidas por atributos estruturais ou por sua posição na planta (Appezatto-da-Glória 2003). A proteção estrutural do meristema apical pode ser conferida pela espessura e tipo de indumento dos órgãos foliáceos que as envolvem (Coutinho 1990), enquanto a proteção pela posição se dá segundo a altura em que as mesmas se localizam em relação ao nível do solo caracterizando as formas de vida propostas por Raunkiaer (1934). A proteção das gemas de reposição confere às plantas amplitudes variáveis de tolerância e resistência a distúrbios ambientais durante a estação desfavorável, além de interferir na velocidade de rebrota que pode originar distintos padrões de resposta fenológica pós-fogo em espécies vegetais (Cain 1950). Estes padrões, por sua vez, estão associados a fatores ecológicos e refletem estratégias adaptativas que permitem aos indivíduos superar condições adversas (Martins 1982).

A eliminação da parte aérea das árvores após a queimada e o índice de rebrota podem controlar mudanças tanto na florística como na estrutura de muitas savanas tropicais (Bond e Midgley 2000; Higgins *et al.* 2000; Higgins *et al.* 2007). Já a persistência de plantas lenhosas jovens depende de sua capacidade de rebrotar repetidamente após a perda completa da biomassa área, o que ocorre regularmente devido à incidência de fogo (Bond e Midgley 2001).

O termo rebrota aqui utilizado se refere ao potencial de regeneração vegetal repetida a partir de gemas de reposição e meristemas protegidos em resposta a perturbações (Clarke *et al.* 2013). Assim, a rebrota pode ser uma resposta fenológica à passagem do fogo estando intrinsecamente ligada à capacidade que cada espécie possui de escapar, evitar ou tolerar o estresse por ele representado (Martins e Batalha 2011), permitindo que as plantas sobrevivam a diversos regimes de perturbação (Clarke 2013). A proteção das gemas, tanto as axilares quanto as epicórmicas é essencial à rebrota aérea pós-fogo (Michaletz e Johnson 2007; 2008; Burrows 2012). Além de diminuir o tempo necessário para a recuperação do indivíduo (Lawes *et al.* 2011), a rebrota é particularmente importante na aceleração da retomada da capacidade fotossintética em espécimes que tiveram sua porção aérea destruída (Lawes *et al.* 2011).

O estudo dos padrões de rebrota é uma ferramenta útil para compreender a dinâmica de exploração de nichos intrínseca a uma comunidade, enquanto a abordagem da relação entre fenologia e formas de vida de Raunkiaer (1934) pode servir como indicativo das pressões bióticas e abióticas que atuam na organização da mesma (Aide 1988).

Embora a literatura atribua um papel crucial de proteção das gemas conferido por atributos diversos, tais como catafilos, tipo de indumento, presença de gomas, ceras, lignina (Bell e Brian 2008), resinas (Tresmondi *et al.* 2015), faltam trabalhos comparativos que explorem a efetividade destes atributos no padrão de rebrota pós-fogo. Assim, o objetivo desse estudo foi associar atributos das gemas de reposição com a persistência do meristema e o padrão de rebrota pós-fogo em espécies vegetais de cerrado.

2 . Material e métodos

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na Estação Ecológica de Santa Bárbara (EEcSB), pertencente ao Instituto Florestal, localizada no município de Águas de Santa Bárbara – São Paulo (22° 46' S a 22°41'S e 49°16'O a 49°10'O). A unidade de conservação (UC) criada em 1984 possui área aproximada de 2.712 ha (Melo e Durigan 2011) e abriga vegetação de cerrado e floresta estacional semidecídua, com predomínio de fisionomias savânicas de cerrado, com árvores pequenas, esparsas e componente herbáceo contínuo, sendo estas as fisionomias de campo sujo, o campo cerrado e o cerrado *sensu stricto* (Batalha 2011). Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cfa (Alvares *et al.* 2013) com verão quente e úmido e inverno seco; a pluviosidade média anual varia entre 1.000 e 1.300 mm (Melo e Durigan 2011).

2.2. Métodos utilizados

Em junho de 2013 foram sorteadas dez parcelas de 25 m, distando no mínimo cinco metros umas das outras para aplicação dos tratamentos controle e fogo, nas quais foi realizado o levantamento florístico. Em 05 de agosto de 2013 foi ateado fogo em cinco das dez parcelas com o auxílio do equipamento “pinga-fogo” a partir da borda do aceiro no sentido contrário ao vento, e após a queima de parte da vegetação o fogo foi iniciado do outro lado do aceiro, a favor do vento, facilitando o controle do mesmo. Todo o procedimento de queimada seguiu rigorosamente os procedimentos recomendados pela equipe técnica da EEcSB. As cinco parcelas não queimadas foram utilizadas como controle.

Todas as parcelas foram acompanhadas mensalmente em intervalos de 30 dias no período de setembro de 2013 a agosto de 2014 para obtenção de dados de fenologia

e alterações na composição florística. Neste estudo, consideramos como um ‘indivíduo’ qualquer ramo que emergia do solo sem nenhuma conexão visível com ramos vizinhos, distante, no mínimo, cinco centímetros dos mesmos. A partir desses dados, foram selecionadas espécies para investigação da relação entre a proteção das gemas e o padrão de rebrota pós-fogo.

O padrão de rebrota de 76 espécies, comuns aos dois tratamentos (Controle e fogo), foi obtido graficamente mês a mês. A partir de análise visual comparativa do padrão apresentado por cada espécie (nas parcelas queimadas e não queimadas) foram selecionadas aquelas que apresentaram variações, tais como: i) adiantamento ou atraso na rebrota, ii) alteração na frequência de indivíduos apresentando essa fenofase ao longo do ano em um dos tratamentos ou, ainda, iii) sua exclusão nas parcelas queimadas. Dentre estas foram selecionadas 16 espécies com padrões distintos de rebrota para registro da altura média da localização das gemas no caule e análise morfológica e anatômica das gemas de reposição.

As 16 espécies foram classificadas de acordo com as formas de vida com base no levantamento na mesma área feito por Meira-Neto (2007), que realizou o espectro biológico segundo Raunkiaer (1934).

Foram utilizados 10 indivíduos de cada uma das 16 espécies selecionadas para medir as alturas mínimas (mais próximas do solo) e máximas (mais distantes do solo) das gemas de reposição. Cinco gemas de reposição apicais, situadas à maior distância do solo, foram coletadas, mantidas em álcool 70% e analisadas em estereomicroscópio para contagem do número de envoltórios¹, comprimento e largura da gema intacta através do software LAS V 3.8 e determinação da porcentagem de área coberta por tricomas dos envoltórios, quando presentes, ou das folhas jovens, no caso de gemas

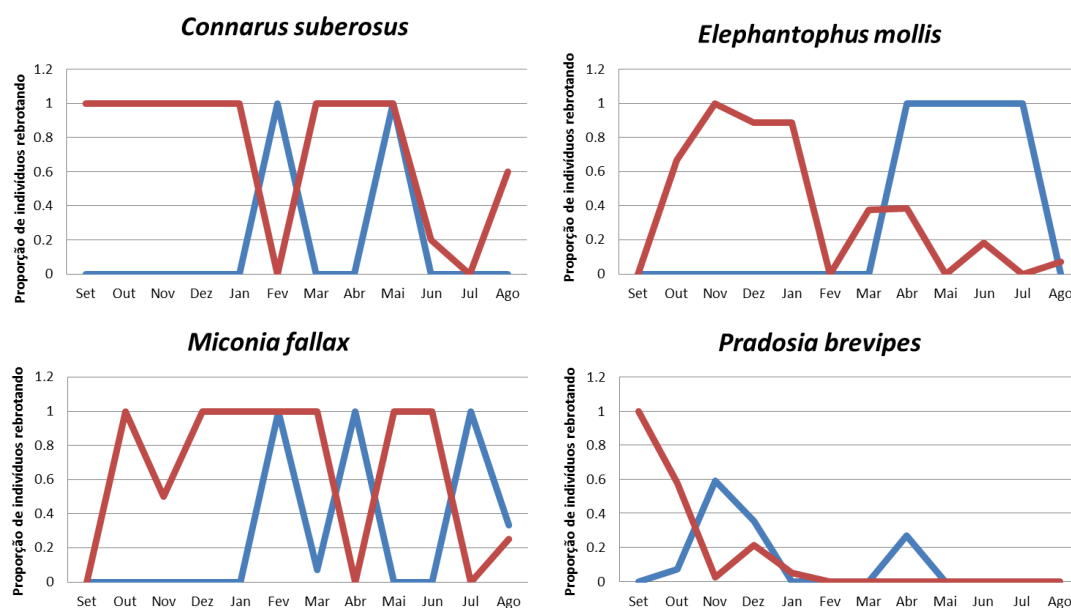
¹ Neste trabalho, estão sendo considerados envoltórios as estruturas de natureza foliar (estípulas e catafilos) que envolvem as gemas de reposição.

nuas. Para análise anatômica, as gemas foram fixadas em FAA 50% logo após a coleta, posteriormente mantidas em álcool 70%, desidratadas em série etílica e incluídas em historesina para corte em micrótomo rotativo semi-automático com o uso de navalhas descartáveis. Os cortes com a 5 e 7 µm de espessura foram corados com azul de toluidina 0,05% pH 4,7 (O'Brien *et al.* 1965) e montados com resina sintética Entellan®. As lâminas foram documentadas em Fotomicroscópio Leica DMR.

3. Resultados

Após o acompanhamento mensal durante 12 meses, classificamos as 16 espécies estudadas segundo o tipo de resposta apresentado após a incidência de fogo (Tab. 1): adiantamento da rebrota (Fig. 1), maior frequência de indivíduos rebrotando (Fig. 2), atraso na rebrota (Fig. 3), menor frequência de indivíduos rebrotando (Fig. 4), excluídas (Fig. 5).

Adiantamento



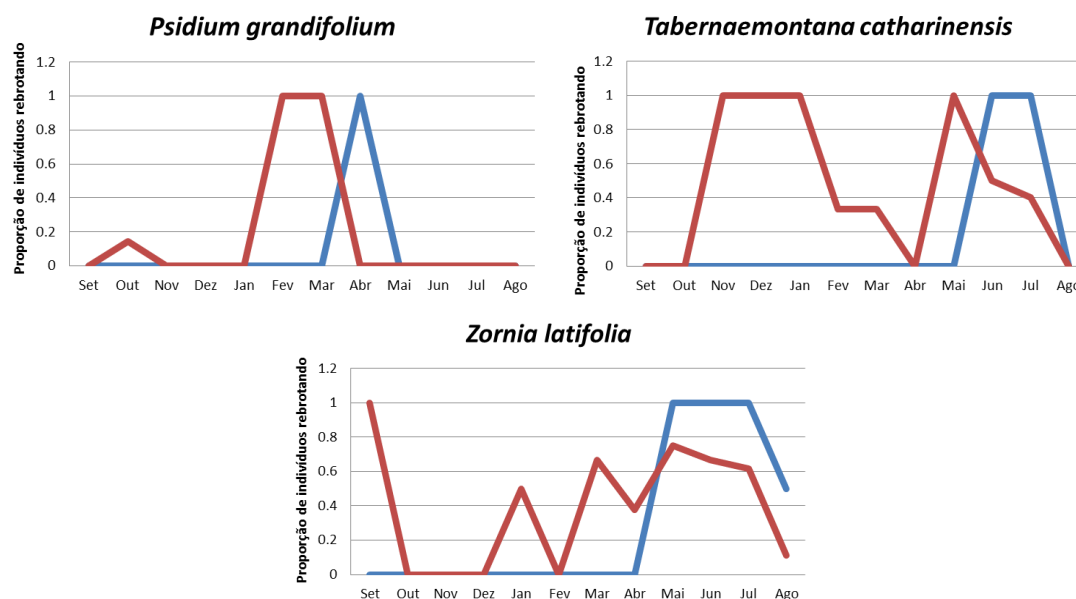


Figura 1. Gráficos do padrão de resposta de espécies que adiantaram a rebrota pós-fogo, área de campo cerrado, EEcSB - Águas de Santa Bárbara, SP, Brasil. Linha vermelha: parcelas “controle”, linha azul: parcelas “fogo”.

Dentre as 16 espécies que tiveram suas gemas estudadas, sete apresentaram adiantamento (Fig. 1) no padrão de rebrota nas parcelas “fogo”. Duas espécies são de porte arbóreo, classificadas como fanerófitos e possuem média de altura máxima de 2,2 m e 1,91 m e altura mínima de 0,78 m e 0,76 m, respectivamente. Duas espécies são arbustivas e também fanerófitos, a média de suas alturas máximas são de 0,84 m e 0,99 m e mínimas de 0,14 m e 0,47 m, respectivamente. As três espécies restantes são subarbustivas, hemicriptófitos e suas médias de altura máxima são 0,12 m para uma e 0,03 m para as outras duas. As médias das alturas mínimas são de 0,03 m para uma e 0,01 m para as outras duas. As gemas das duas espécies arbóreas não possuíam nenhum tipo de envoltório, porém a mais alta apresentou seus primórdios foliares totalmente revestidos por tricomas não glandulares e espaços secretores, enquanto a outra apresentou coléteres e laticíferos em seus primórdios foliares e folhas jovens. As gemas da espécie arbustiva mais alta apresentou média de nove envoltórios do tipo catafilo, os

quais eram glabros e possuíam camada de periderme e espaços secretores de óleo. A espécie arbustiva mais baixa não apresentou nenhum tipo de envoltório, mas seus primórdios foliares eram completamente cobertos por tricomas não glandulares. Dentre as três espécies subarbustivas, as duas mais baixas apresentaram envoltórios do tipo catafilo, em média de 4,8 e 7,6 os quais eram totalmente revestidos por tricomas não glandulares e tricomas não glandulares e glandulares, respectivamente. A espécie com menos envoltórios apresentou laticíferos em suas folhas jovens enquanto a com mais envoltórios apresentou espaços secretores de resina. A espécie subarbustiva mais alta dentre as três, possuía suas gemas nuas, porém seus primórdios foliares eram revestidos por tricomas não glandulares e seus primórdios foliares possuíam espaços secretores.

Maior frequência de indivíduos rebrotando

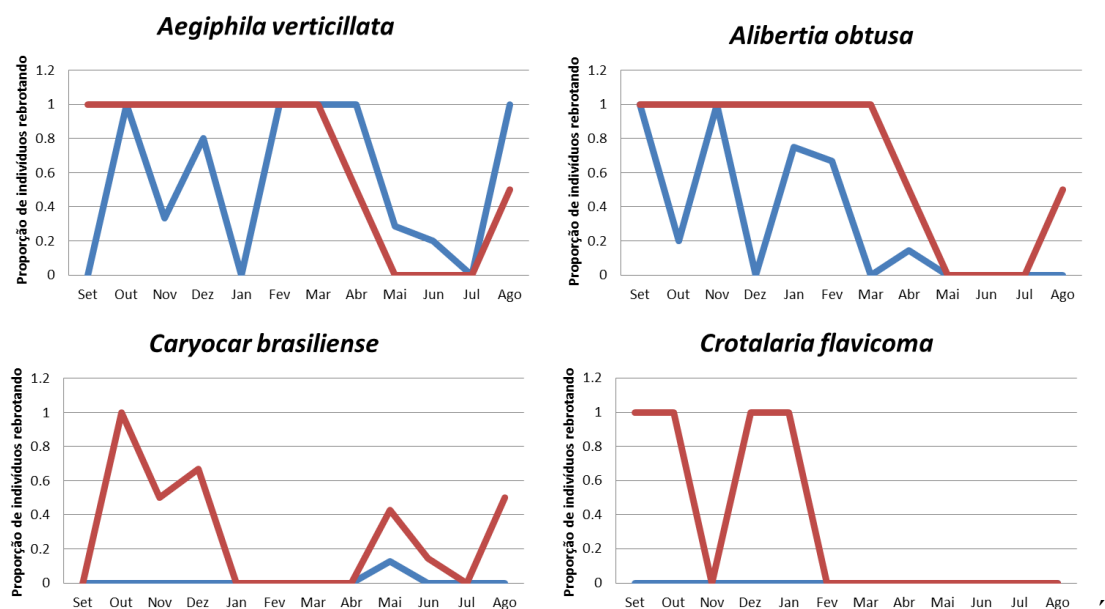


Figura 2. Gráficos do padrão de resposta de espécies que apresentaram maior frequência de indivíduos rebrotando nas parcelas “Fogo”, área de campo cerrado, EECSB - Águas de Santa Bárbara, SP, Brasil. Linha vermelha: parcelas “controle”, linha azul: parcelas “fogo”.

Quatro espécies apresentaram maior frequência de indivíduos rebrotando (Fig. 2) nas parcelas “fogo”. Duas de hábito arbóreo, classificados como fanerófitos (Tab. 1), com altura mínima das gemas em relação ao nível do solo de 0,43 m e 1,35 m e máxima de 1,14 m e 2,77 m, respectivamente (Tab. 3). Duas arbustivas, sendo um fanerófito com altura mínima 0,03 m e máxima 0,2 m e um hemicriptófito com altura mínima de 0,19 m e máxima de 0,29 m. As gemas da espécie arbórea mais alta eram nuas, porém, possuíam seus primórdios foliares totalmente revestidos por tricomas glandulares e não glandulares. A espécie arbórea mais baixa apresentou média de 2,8 envoltórios do tipo estípula, os quais além de portarem coléteres na face abaxial, possuíam em média 0,29 de sua área revestida por tricomas não glandulares. Dentre as espécies arbustivas, a mais alta apresentou em média 5,2 envoltórios do tipo estípula, sendo quase glabros, visto que só 4% (0,04) de sua área era revestida por tricomas não glandulares. A espécie arbustiva mais baixa possuía gemas nuas e primórdios glabros.

Atraso

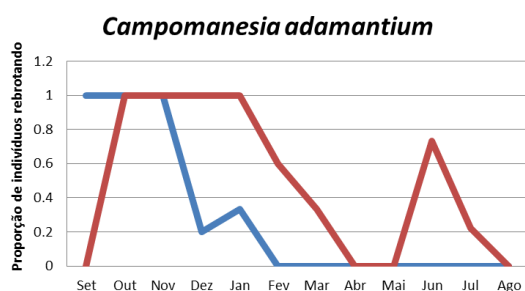


Figura 3. Gráfico do padrão de resposta de espécie que apresentou atraso na rebrota pós-fogo, área de campo cerrado, EEcSB - Águas de Santa Bárbara, SP, Brasil. Linha vermelha: parcelas “controle”, linha azul: parcelas “fogo”.

Somente uma espécie apresentou atraso em sua rebrota após a queimada nas parcelas “fogo” (Fig. 3). Essa espécie é arbustiva e foi classificada como fanerófito. As médias das alturas mínimas e máximas de suas gemas em relação ao nível do solo foram de 0,4 e 1,4 m, respectivamente. Cada gema continha, em média, seis a sete envoltórios, os quais foram todos considerados catafilos e eram totalmente revestidos por tricomas não glandulares. As folhas jovens e os catafilos apresentaram espaços secretores de lipídios.

Menor frequência de indivíduos rebrotando

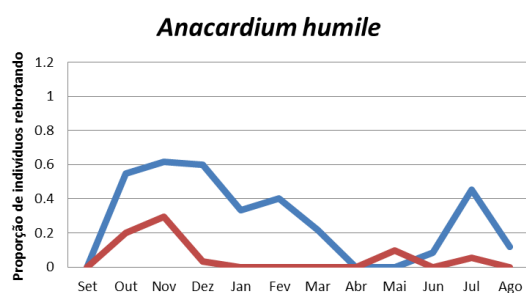


Figura 4. Gráfico do padrão de resposta pós-fogo da espécie que apresentou indivíduos com menor frequência na rebrota, área de campo cerrado, EECSB - Águas de Santa Bárbara, SP, Brasil. Linha vermelha: parcelas “controle”, linha azul: parcelas “fogo”.

Somente os indivíduos de uma espécie apresentaram menor frequência de rebrota após o tratamento “fogo” (Fig. 4). Essa espécie foi considerada subarbustiva e classificada como caméfito (Tab. 1). A média da altura mínima dos indivíduos foi de 0,01 m e a da altura máxima de 0,05 m (Tab. 3). Suas gemas apresentaram média de cinco a seis envoltórios do tipo catafilo, os quais possuíam em média 0,82 de sua superfície revestida por tricomas não glandulares e continham compostos fenólicos e espaços secretores de resina em seus tecidos (Tab. 2).

Excluídas

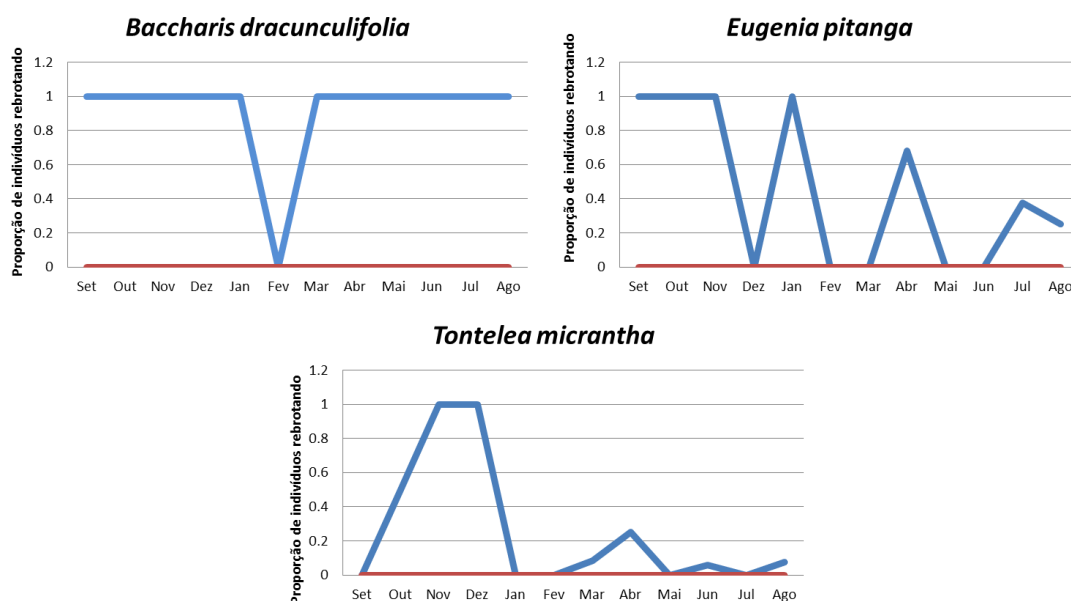


Figura 5. Gráficos do padrão de rebrota das espécies que foram excluídas das parcelas “Fogo, área de campo cerrado, EECSB - Águas de Santa Bárbara, SP, Brasil. Linha vermelha: parcelas “controle”, linha azul: parcelas “fogo”.

Dentre as 16 espécies estudadas, três foram excluídas das parcelas fogo, ou seja, não rebrotaram após a queimada (Fig. 5). Não houve variação em relação ao hábito das três espécies, todas eram arbustivas e classificadas como fanerófitos (Tabela 1). Duas espécies eram mais altas, com alturas máximas de 1,33 m e 0,63 m e mínimas de 0,81 m e 0,27 m, respectivamente. As duas apresentaram envoltórios do tipo catafilo, com média de 10 catafilos para a mais alta, os quais eram quase totalmente revestidos por tricomas não glandulares (0,88) e 6,4 para a mais baixa, os quais eram completamente revestidos por tricomas não glandulares. A espécie mais baixa dentre as três, possuía altura máxima de 0,25 m e mínima de 0,12 m. Apresentou em média 8,8 envoltórios por gema, os quais eram catafilos e glabros, ou seja, sem nenhum indumento.

Tabela 1. Classificação quanto ao hábito, formas de vidas e padrão de rebrota pós-fogo de espécies comuns às parcelas “controle” e “fogo” em área de campo cerrado da Estação Ecológica de Santa Bárbara, Águas de Santa Bárbara/SP. AD: Espécies que adiantaram a rebrota. EX: espécies excluídas das parcelas após a passagem do fogo. MaF: maior frequência de indivíduos rebrotando. MeF: Menor frequência de indivíduos rebrotando. AT: Espécies que apresentaram atraso na rebrota após a passagem do fogo.

Família/Espécie	Hábito	Forma de vida	Padrão de rebrota
Anacardiaceae			
<i>Anacardium humile</i> A.St.-Hil.	Subarbusto ¹	Caméfito	MeF
Apocynaceae			
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	Arbusto/Árvore ²	Fanerófito	AD
Asteraceae			
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Arbusto/Arvoreta ¹	Fanerófito	EX
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	Subarbusto ³	Hemicriptófito	AD
Caryocaceae			
<i>Caryocar brasiliense</i> A.St.-Hil.	Arbusto/Árvore ¹	Fanerófito	MaF
Celastraceae			
<i>Tontelea micrantha</i> (Mart. ex Schult.) A.C. Sm	Arbusto ¹	Fanerófito	EX
Connaraceae			
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Arbusto/Arvoreta ¹	Fanerófito	AD
Lamiaceae			
<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	Arbusto/Arvoreta	Fanerófito	MaF
Leguminosae			
<i>Crotalaria flavicoma</i> Benth.	Subarbusto ²	Fanerófito	MaF
<i>Zornia latifolia</i> Sm.	Subarbusto ²	Hemicriptófito	AD
Melastomataceae			
<i>Miconia fallax</i> DC.	Arbusto ¹	Fanerófito	AD
Myrtaceae			
<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O.Berg.	Arbusto ¹	Fanerófito	AT
<i>Eugenia pitanga</i> (O.Berg) Nied.	Subarbusto ¹	Fanerófito	EX

<i>Psidium grandifolium</i> Mart. ex DC.	Arbusto ¹	Fanerófito	AD
--	----------------------	------------	----

Rubiaceae

<i>Alibertia obtusa</i> K. Shum.	Arbusto ²	Hemicriptófito	MaF
----------------------------------	----------------------	----------------	-----

Sapotaceae

<i>Pradosia brevipes</i> (Pierre) T.D.Penn.	Subarbusto ¹	Hemicriptófito	AD
---	-------------------------	----------------	----

Referências: ¹ Durigan *et al.* 2004, ² Sano *et al.* 2008, ³ Hattori e Nakajima 2008.

Tabela 2. Estruturas secretoras e apêndices epidérmicos não secretores observados em catafilos (Ct), estípulas (Et), primórdios foliares (PF) e folhas jovens (FJ) em gemas de reposição de espécies vegetais de cerrado. Estruturas registradas: ES (espaços secretores), TG (tricoma glandular), TNG (tricoma não glandular), Co (coléter). (-) não observado.

	Estruturas secretoras e apêndices epidérmicos não secretores	Envoltório	TNG	TG	Co	ES
Anacardiaceae						
<i>Anacardium humile</i> A.St.-Hil.	ES	Ct	PF, FJ, Ct	Ct	-	Ct
Apocynaceae						
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	Co	-	-	-	PF, FJ	-
Asteraceae						
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	ES, TG na face abaxial	Ct*	Ct	-	-	PF, FJ, Ct
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	TG e TNG	Ct	PF, FJ, Ct	-	-	PF, FJ, Ct
Caryocaceae						
<i>Caryocar brasiliense</i> A.St.-Hil.	TNG na face abaxial, Co	Et	Et	-	Et	-
Celastraceae						
<i>Tontelea micrantha</i> (Mart. ex Schult.) A.C. Sm	Co	Ct	-	-	-	-

Connaraceae*Connarus suberosus* Planch.

TNG

-

PF, FJ

-

-

PF, FJ

Lamiaceae*Aegiphila verticillata* Vell.TG e TNG em
ambas as faces

-

PF, FJ

PF, FJ

-

-

Leguminosae*Crotalaria flavicoma* Benth.TNG em ambas as
faces

-

-

-

-

-

Zornia latifolia Sm.TNG em ambas as
faces

-

PF, FJ

-

-

FJ

Melastomataceae*Miconia fallax* DC.TNG em ambas as
faces

-

PF, FJ

-

-

-

Myrtaceae*Campomanesia adamantium* (Cambess.)
O.Berg.

ES e TNG

Ct

PF, FJ, Ct

-

-

FJ, Ct

Eugenia pitanga (O.Berg) Nied.

Ct

PF, FJ, Ct

-

-

-

Psidium grandifolium Mart. ex DC.

ES

Ct*

-

-

-

PF, FJ, Ct

Rubiaceae*Alibertia obtusa* K. Shum.

TNG

Et

Et

-

Et

-

Sapotaceae*Pradosia brevipes* (Pierre) T.D.Penn.

TNG

Ct

FJ, Ct

-

-

-

*Presença de periderme (súber) neste envoltório.

Tabela 3. Dados quantitativos das 16 espécies em relação à número médio de envoltório (n° env.), proporção média da área do envoltório revestida por tricomas (indumento), altura máxima média das gemas, altura mínima média das gemas.

Família/Espécie	N° env.	Indumento	Alt. Máx. (m)	Alt. Mín. (m)
Anacardiaceae				
<i>Anacardium humile</i> A.St.-Hil.	5.6	0.82	0.05	0.01
Apocynaceae				
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	-	-	1.90	0.76
Asteraceae				
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	10	0.88	1.32	0.80
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	7.6	1	0.03	0.01
Caryocaceae				
<i>Caryocar brasiliense</i> A.St.-Hil.	2.8	0.29	1.14	0.43
Celastraceae				
<i>Tontelea micrantha</i> (Mart. ex Schult.) A.C. Sm	8.8	-	0.25	0.12
Connaraceae				
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	-	1	2.2	0.78
Lamiaceae				
<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	-	1	2.77	1.35
	-			
Leguminosae				
<i>Crotalaria flavicoma</i> Benth.	-	-	0.20	0.03
<i>Zornia latifolia</i> Sm.	-	0.8	0.11	0.02
Melastomataceae				
<i>Miconia fallax</i> DC.	-	1	0.83	0.13
Myrtaceae				
<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O.Berg.	6.4	1	1.40	0.4
<i>Eugenia pitanga</i> (O.Berg) Nied.	6.4	1	0.63	0.27
<i>Psidium grandifolium</i> Mart. ex DC.	9	-	1.0	0.47
Rubiaceae				
<i>Alibertia obtusa</i> K. Shum.	5.2	0.04	0.3	0.2
Sapotaceae				
<i>Pradosia brevipes</i> (Pierre) T.D.Penn.	4.8	1	0.02	0.01

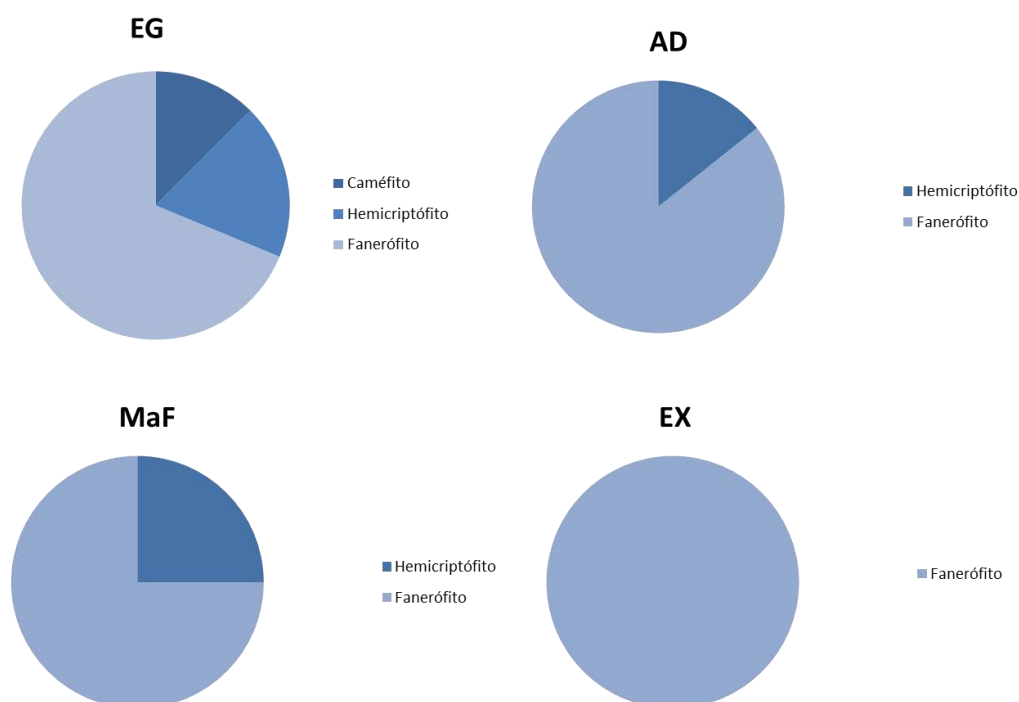


Figura 6. : Espectros biológicos dos padrões de rebrota de uma comunidade de campo cerrado, EEcSB - Águas de Santa Bárbara, SP, Brasil. EG: espectro geral das 16 espécies. AD: espécies que apresentaram adiantamento após o fogo. MaF: espécies que apresentaram maior frequência de indivíduos rebrotando após o fogo. EX: espécies excluídas das parcelas “fogo”. Os padrões de rebrota “Atraso” e “Menor frequência de indivíduos rebrotando” só foram apresentados por uma espécie cada, as quais eram consideradas fanerófito e caméfito, respectivamente.

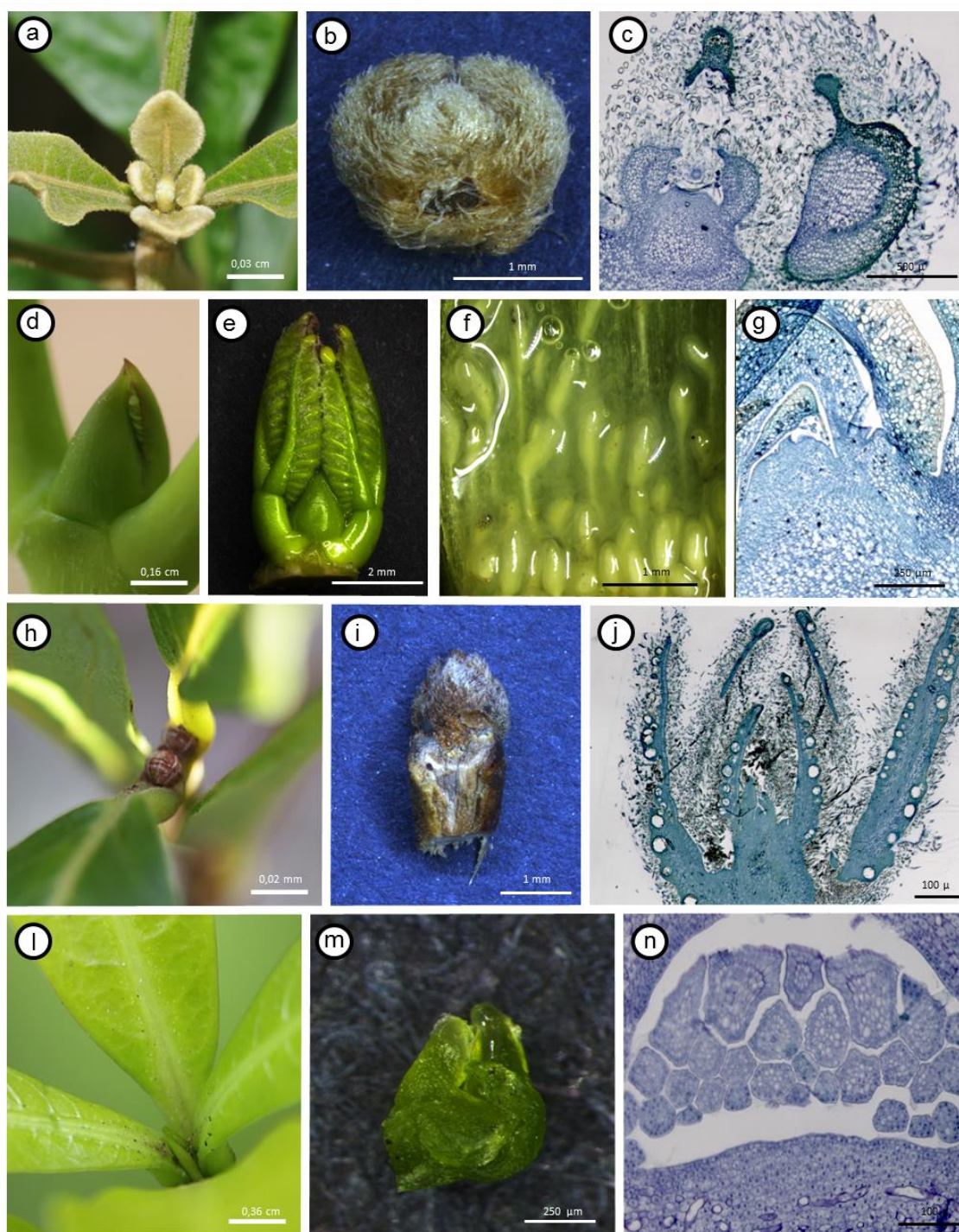


Figura 7. Características das gemas de reposição de espécies vegetais de cerrado. **(a-c).** *Aegiphila verticillata* (Lamiaceae). **(a).** visão geral do ápice vegetativo. **(b).** detalhe da gema evidenciando os primórdios foliares e folhas jovens revestidos por tricomas não glandulares. **(c).** secção longitudinal da gema indicando o “corpo” com os primórdios foliares e folhas jovens. **(d-g)** *Caryocar brasiliense* (Caryocaceae). **(d).** visão geral do ápice vegetativo. **(e).** detalhe da gema evidenciando os primórdios foliares e as estípulas. **(f).** detalhe dos coléteres presentes nas estípulas. **(g).** secção longitudinal da

gema indicando os primórdios foliares e as estípulas. **(h-j)**. *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae). **(h)**. visão geral do ápice vegetativo. **(i)**. detalhe da gema evidenciando os catafilos revestidos por tricomas glandulares. **(j)**. secção longitudinal da gema indicando os catafilos envoltos por tricomas e os espaços secretores presentes nos catafilos. **(l-n)**. *Tabernaemontana catharinensis* (Apocynaceae). **(l)**. visão geral do ápice vegetativo. **(m)** detalhe da gema evidenciando a ausência de envoltórios e a ausência de tricomas. **(n)** secção longitudinal da gema indicando laticíferos.

5. Discussão

Dentre os cinco padrões de rebrota observados durante o experimento, apenas três poderiam ser considerados desvantajosos aos indivíduos: o atraso, a menor frequência de indivíduos rebrotando e a exclusão de espécies após o fogo. Os outros dois padrões observados (adiantamento e maior frequência de indivíduos rebrotando) correspondem a cerca de 70% das espécies e corroboram a constatação de Coutinho (1990) de que existe uma rápida recuperação das espécies vegetais de cerrado após o fogo e que as espécies sujeitas a esse tipo de distúrbio são muitas vezes favorecidas pelos efeitos da queimada. Segundo Raunkiaer (1934), as plantas podem ser separadas em suas respectivas formas de vida de acordo com a posição de suas gemas vegetativas: geófitos (gemas localizadas no sistema subterrâneo da planta), hemicriptófitos (gemas localizadas no nível do solo), caméfitos (gemas localizadas entre zero e 25 cm em relação ao nível do solo) e fanerófitos (gemas localizadas acima de 25 cm em relação ao nível do solo). As espécies classificadas como fanerófitos foram as mais frequentes, representando 62.5% do grupo estudado, seguidas dos hemicriptófitos (25%) e caméfitos (12,5%), semelhante aos espectros biológicos já descritos para outras áreas de cerrado (Batalha *et al.* 1997, Batalha e Mantovani 2001).

Alguns estudos indicam diferentes picos de temperatura em um gradiente de altura em relação ao nível do solo, sendo eles de 28° C a 39° C abaixo do nível do solo (0.02 cm), de 44° C a 72° C no nível (Coutinho 1982) do solo e 180° a 840° C até 0.6 m

(Miranda *et al.* 1993). Assim, as formas de vida que poderiam estar mais protegidas do fogo seriam os geófitos, que estariam localizados abaixo do solo onde as temperaturas são mais baixas, os hemicriptófitos, localizados no nível do solo, onde as temperaturas são médias e os fanerófitos cujas gemas estivessem bem acima dos 0.6 m. Considerando que as chamas atingem altas temperaturas até 0,6 m, é possível inferir, que gemas localizadas entre 0,7 a 1 m também poderão ser destruídas em consequência do calor liberado. Dessa forma, caméfitos estariam expostos ao calor intenso, mais propensos à destruição e conseqüentemente à morte do indivíduo. Uma espécie dentre as 16 estudadas foi classificada como caméfito e foi “desfavorecida” pelos efeitos do fogo, visto que se enquadrava no padrão em que houve menor frequência de indivíduos rebrotando. Cerca de 60% das espécies estudadas apresentaram proteção das gemas pela presença de envoltórios e/ou por indumento.

Sete espécies apresentaram adiantamento na rebrota após o fogo, sendo três hemicriptófitos e quatro fanerófitos. Durante a estação desfavorável, o sistema aéreo dos hemicriptófitos pode secar, porém, suas gemas localizadas no nível do solo podem estar protegidas por partes senescentes da própria planta, como folhas mortas e cascas, além da serapilheira acumulada (Martins e Batalha 2011). Dessa forma, os hemicriptófitos podem representar uma forma de vida que está razoavelmente protegida, não só pela posição das gemas, mas pela matéria orgânica ao redor e maior umidade próximo ao solo. Os fanerófitos por sua vez, podem apresentar gemas vegetativas em porções da planta localizadas no intervalo de altura (0 – 0,6 m) em que as chamas atingem as maiores temperaturas, porém, também podem apresentar gemas localizadas bem acima dessa altura desfavorável e não serem tão afetadas pelo calor.

Dentre as espécies que apresentaram adiantamento, dois hemicriptófitos, além de possuírem a proteção conferida pela posição na planta em relação ao nível do solo,

foram as únicas que apresentaram proteções mecânicas atuando conjuntamente, como revestimento por tricomas e envoltórios do tipo catafilo, que são folhas modificadas em escamas resistentes que impedem a dessecação, isolando a gema de reposição da perda de calor (Salisbury e Ross 2013). A terceira espécie não possui envoltórios, porém seus primórdios foliares são quase totalmente revestidos por tricomas.

Dentre os fanerófitos, as gemas de uma espécie não apresentaram nenhuma proteção mecânica, como envoltórios e indumento, porém suas gemas estavam todas acima de 0,76 m, ou seja, acima da altura em relação ao nível do solo considerado de maior risco. Duas das espécies possuíam gemas nuas, porém seus primórdios foliares eram totalmente revestidos por tricomas, os quais podem estar associados à proteção contra perda de água (Ehrlinger 1984). Além disso, as gemas dessas espécies estavam localizadas acima de 0.6 m. As gemas de uma espécie não possuíam nenhum dos órgãos foliares revestido por tricomas, mas apresentavam vários envoltórios do tipo catafilo, os quais possuíam uma camada de periderme. Esse crescimento secundário tem sido referido como forma de proteção, visto que pode atuar na resistência contra temperaturas extremas, protegendo meristemas e primórdios foliares em formação (Mazzoni-Viveiros e Costa 2003).

Quase 60% das espécies que adiantaram a rebrota após o fogo, possuíam espaços secretores de óleos (Fig. 7 – j) ou de resina (Denardi *et al.* 2012, Empinotti e Duarte 2007, Fortuna-Perez *et al.* 2012). Essas substâncias possuem terpenos em sua composição (voláteis orgânicos), os quais têm sido associados positivamente com a flamabilidade das plantas (White 1994, Owens *et al.* 1998 e Alessio *et al.* 2008). A flamabilidade interfere na rapidez com que determinado material pode entrar em combustão e a quantidade de óleos e resinas presentes nas plantas irá interferir em sua flamabilidade. As possíveis explicações para ainda assim essas plantas apresentarem

adiantamento na rebrota, poderia ser a presença de órgãos subterrâneos, que podem reduzir perdas extremas de água, minimizar deficiência nutricional e mineral e atuar como proteção para gemas subterrâneas (Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger 2006).

Dentre as quatro espécies que apresentaram maior frequência de indivíduos rebrotando após o tratamento “fogo”, duas apresentaram a maior parte de suas gemas bem acima da zona onde as chamas atingem as temperaturas mais altas. Além disso, uma apresentou envoltórios do tipo estípula e que portava coléteres (Fig. 7 – f) em sua face abaxial. Essas estruturas secretoras tem tido sua função associada principalmente à prevenção contra dessecação em gemas (Fahn 1979, Tresmondi *et al.* 2015). As gemas de uma espécie eram nuas, porém com primórdios foliares e folhas jovens completamente revestidos por tricomas glandulares e não glandulares. Os tricomas glandulares podem apresentar diversas funções, entre elas, proteção contra perda de água (Ehrlinger 1984). Uma das quatro espécies foi classificada como hemicriptófito e assim estaria protegida pela camada de serapilheira acumulada no solo. Além disso, as gemas apresentaram estípulas que portavam coléteres, e eram completamente revestidas por tricomas não glandulares.

A única espécie que atrasou a rebrota após o fogo, classificada como fanerófito, possuía gemas localizadas no intervalo de altura considerado de risco (0-0,6 cm) e era de porte arbustivo. As gemas possuíam envoltórios do tipo catafilo com revestimento por tricomas, assim como os primórdios foliares e as folhas jovens protegendo o meristema apical. Apesar de essas estruturas foliares estarem totalmente revestidas pelos tricomas não glandulares, estes eram curtos, o que impossibilitaria a criação e manutenção de um microclima em torno da gema que poderia vir a protegê-la. Essa espécie apresentou raiz tuberosa, onde poderiam existir gemas e ser uma das explicações para o atraso na rebrota, visto que as gemas teriam que emergir desse

sistema subterrâneo para rebrotar. Além disso, caso restasse alguma porção de seu caule vivo e com a possibilidade da formação de novas gemas, seria um processo mais demorado e custoso, visto que além da maior demanda para a rebrota, haveria também um gasto energético para a formação de gemas novas.

Apenas os indivíduos de uma espécie rebrotaram com menor frequência após a queimada. Essa espécie é um subarbusto, todas as gemas dos indivíduos esse encontravam abaixo de 0,08 m, sendo assim considerada como caméfito segundo Raunkiaer (1934). A espécie apresentou gemas com catafilos e revestimento de tricomas nos órgãos foliares, mas que talvez não tenham sido suficientes para manutenção e tolerância dos meristemas apicais ao fogo. Além disso, os catafilos apresentaram espaços secretores de resina (Royo *et al.* 2015) que como visto nas espécies que apresentaram adiantamento da rebrota, são compostos por terpenos, substâncias que podem interferir positivamente no grau de flamabilidade das gemas.

Dentre as três espécies que foram excluídas, duas eram classificadas como fanerófitos e uma como caméfito. Porém, as medidas de altura máxima e mínima das gemas em relação ao solo mostraram que os dois fanerófitos não apresentavam gemas acima de 0,6 m, ou seja, todas as gemas estavam localizadas em porções da planta susceptíveis aos piores efeitos do fogo. As gemas dessas duas espécies apresentaram envoltórios do tipo catafilo e em uma delas os mesmos eram totalmente revestidos por tricomas não glandulares. Uma das espécies, apesar de possuir gemas localizadas fora do intervalo de altura que representa risco, além de envoltórios e indumento, ainda assim não sobreviveu aos efeitos prejudiciais do fogo, corroborando o que foi descrito por Galíndez *et al* (2009).

Coutinho (1990) se refere aos envoltórios, espessura e indumento dos mesmos, como estruturas que poderiam proteger as gemas do fogo. Porém, em nosso estudo foi

possível observar que a presença de envoltórios e indumento, o tipo destes, além da altura das plantas avaliadas, variaram em todos os padrões de rebrota pós-fogo, não sendo possível relacionar grupos desfavorecidos com a ausência de uma estrutura ou de outra.

Aide TM (1988) Herbivory as a selective agent on the timing of leaf production in a tropical understory community. *Nature* **336**; 574-575.

Alessio GA, Peñuelas J, De Lillis M, Llusà J (2008) Implications of foliar terpene content and hydration on leaf flammability of *Quercus ilex* and *Pinus halepensis*. *Plant Biology* **10**: 123–128.

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* **22**:711-728.

Appenzato-da-Glória B (2003) Morfologia de sistemas subterrâneos: histórico e evolução do conhecimento no Brasil. Ribeirão Preto.

Batalha MA, Aragaki S, Mantovani W (1997). Variações fenológicas das espécies do cerrado em Emas (Pirassununga, SP). *Acta Botanica Brasilica* **11**: 61-78

Batalha MA, Mantovani W (2001) Floristic composition of the cerrado in the Pé-de-Gigante Reserve (Southeastern Brazil). *Acta Botanica Brasilica* **15**: 289-304.

Batalha MA (2011) O cerrado não é um bioma. *Biota Neotropica* **11 (1)**: 21-24.

Bell AD, Bryan A (2008). *Plant form: an illustrated guide to flowering plant morphology*. Timber Press.

Bond, WJ, Midgley JJ (2001) Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. *Trends in ecology & evolution* **16(1)**: 45-51.

Burrows GE (2002) Epicormic strand structure in *Angophora*, *Eucalyptus* and *Lophostemon* (Myrtaceae)—implications for fire resistance and recovery. *New*

Phytologist **153**(1), 111-131.

- Bourlière F, Hadley M (1970) The Ecology of Tropical Savannas. *Annual. Review of Ecology and Systematics*. **1**, 125-152. Eucalyptus and Lophostemon (Myrtaceae)–implications for fire resistance and recovery. *New Phytologist*, **153**(1), 111-131.
- Cain SA (1950). Life-forms and phytoclimate. *The Botanical Review*, **16**: 1-32.
- Clarke PJ, Lawes MJ, Midgley JJ, Lamont BB, Ojeda F, Burrows, GE, & Knox, KJE (2013). Resprouting as a key functional trait: how buds, protection and resources drive persistence after fire. *New Phytologist*, **197**(1), 19-35.
- Coutinho LM (1977). Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. II - As queimadas e a dispersão de sementes em algumas espécies anemocóricas do estrato herbáceo-subarbustivo. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* **5**: 57-64
- Coutinho LM (1990) Fire in the ecology of Brazilian cerrado. In J. G. Goldammer (ed.), *Fire in the tropical biota - ecosystem process and global challenges*. Springer-Verlag, Berlin. p. 82–105.
- Coutinho LM (2002) O bioma cerrado. In: Klein AL (org), Eugen Warming e o Cerrado Brasileiro: Um Século Depois, pp.77-91. Editora UNESP, São Paulo.
- Coutinho LM (2006) O conceito de bioma. *Acta Botanica Brasilica* **20** (1):1-11
- Denardi, DJ, Trombert DMO, Sousa Paiva, EA (2012) Glandular trichomes in *Connarus suberosus* (Connaraceae): distribution, structural organization and probable functions. *Revista de Biología Tropical* **60**(1), 505-513.
- Ehleringer J (1984) Ecology and ecophysiology of leaf pubescence in North American desert plants. In: Rodriguez E, Healey PL, Mehta I, eds. *Biology and chemistry of plant trichomes*. New York: Plenum Press, 113±132.
- Empinotti CB, Duarte MDR (2008) Estudo anatômico de folha e caule de *Elephantopus mollis* Kunth (Asteraceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, **18**(1), 108-116.

- Fahn A (1979) Secretory tissues in plants. Academic Press, London.
- Fortuna-Perez AP, de Moraes Castro M, de Azevedo Tozzi AMG (2012) Leaflet secretory structures of five taxa of the genus *Zornia* JF Gmel.(Leguminosae, Papilionoideae, Dalbergieae) and their systematic significance. *Plant systematics and evolution*, **298(8)**, 1415-1424.
- Galíndez G, Biganzoli F, Ortega-Baes P, Scopel AL (2009) Fire responses of three co-occurring Asteraceae shrubs in a temperate savanna in South America. *Plant Ecology*, **202(1)**, 149-158.
- Gignoux J, Clobert J, Menaut JC (1997) Alternative fire resistance strategies in savanna trees. *Oecologia* **110**:576-583.
- Gottsberger G, Silberbauer-Gottsberger I (2006) Life in the Cerrado: a South American Tropical Seasonal Vegetation. vol. I. Origin, Structure, Dynamics and Plant Use. Reta Verlag, Ulm, Germany.
- Higgins SI, Bond WJ, Trollope WSW (2000) Fire, resprouting and variability: a recipe for grass—tree coexistence in savanna. *Journal of Ecology* **88**, 213—229.
- Higgins SI, Bond WJ, February EC, Bronn A, Euston-Brown DIW, Enslin B. *et al.* (2007) Effects of four decades of fire manipulation on woody vegetation structure in savanna. *Ecology*, **88**, 1119–1125.
- Hoffmann WA (1999) Fire and population dynamics of Woody plants in a neotropical savanna: matrix model projections. *Ecology*. **80**, 1354-1369.
- Hoffmann WA, Jaconis SY, Mckinley KL, Geiger EL, Gotsch SG, Franco AC (2012) Fuels or microclimate? Understanding the drivers of fire feedbacks at savanna—forest boundaries. *Austral Ecology* **37(6)**, 634-643.
- Hoffmann WA (2002) Positive feedbacks of fire, climate, and vegetation and the conversion of tropical savanna. *Geophysical Research Letters* **22**: 91-94.

- Klimešová J, Klimeš L (2007) Bud banks and their role in vegetative regeneration - A literature review and proposal for simple classification and assessment. *Perspectives in Plant Ecology and Evolution Systematics* **8**: 115-129.
- Lawes MJ, Adie H, Russell-Smith J, Murphy B, Midgley JJ (2011) How do small savanna trees avoid stem mortality by fire? The roles of stem diameter, height and bark thickness. *Ecosphere* **2(4)**, 1-13.
- Martins FR (1982) O balanço hídrico seqüencial e o caráter semidecíduo da floresta do Parque Estadual de Vaçununga, Santa Rita do Passa Quatro (SP). *Revista Brasileira de Estatística* **43**: 353-91.
- Martins FR, Batalha MA (2011) Formas de vida, espectro biológico de Raunkiaer e fisionomia da vegetação. Apostila. Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.
- Mazzoni-Viveiros SC, Costa CG (2003) Periderme. In Anatomia Vegetal (B. Appezzato-da-Glória & S.M. Carmello-Guerreiro, eds.) UFV, Viçosa, p.237-263.
- Meira-Neto JAA, Martins FR, Valente GE (2007). Composição florística e espectro biológico na Estação Ecológica de Santa Bárbara, estado de São Paulo, Brasil. *Revista Árvore* **31 (5)**: 907-922.
- Melo ACG, Durigan G (2011) *Estação Ecológica de Santa Bárbara: Plano de manejo*. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 222 p.
- Michaletz ST, Johnson EA (2007). How forest fires kill trees: a review of the fundamental biophysical processes. *Scandinavian Journal of Forest Research*, **22(6)**, 500-515.
- Michaletz ST, Johnson EA (2008). A biophysical process model of tree mortality in surface fires. *Canadian Journal of Forest Research*, **38(7)**, 2013-2029.

- Miranda AC, Miranda HS, Dias IDFO, de Souza Dias BF (1993). Soil and air temperatures during prescribed cerated fires in Central Brazil. *Journal of tropical ecology*, **9(03)**, 313-320.
- O'Brien TP, Feder N, McCully ME (1964) Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* **59(2)**:368-373.
- Owens MK, Lin CD, Taylor CA, Jr, Whisenant SG (1998) Seasonal patterns of plant flammability and monoterpenoid content in *Juniperus ashei*. *Journal of Chemical Ecology* **24(12)**, 2115–2129.
- Raunkiaer C. (1934) *The life forms of plants and statistical plant geography*. Claredon; Oxford. p. 632.
- Rizzini CT (1977) *Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. 2 ed. Rio de Janeiro. Âmbito Cultural Edições.
- Royo VDA, Mercadante-Simões MO, Ribeiro LM, de Oliveira DA, Aguiar MMR, Costa ER, Ferreira PRB (2015). Anatomy, Histochemistry, and Antifungal Activity of *Anacardium humile* (Anacardiaceae) Leaf. *Microscopy and Microanalysis*, **21(06)**, 1549-1561.
- Sankaran M, Hanan NP, Scholes RJ, Ratnam J, Augustine DJ, Cade B S, Ardo J (2005) Determinants of woody cover in African savannas. *Nature*, **438(7069)**, 846-849.
- Salisbury FB, Ross CW (2013) *Fisiologia das Plantas*. São Paulo: Cengage Learning.
- San José JJ, Fariñas MR (1983) Changes in tree density and species composition in a protected Trachypogon savanna, Venezuela. *Ecology*, **64(3)**, 447-453.
- Sato MN (2003) Efeito de longo prazo de queimadas prescritas na estrutura da comunidade lenhosa da vegetação do cerrado sensu stricto. Brasília. UnB, ECL. Tese de Doutorado.

Tresmondi F, Nogueira A, Guimarães E, Machado SR (2015). Morphology, secretion composition, and ecological aspects of stipular colleters in Rubiaceae species from tropical forest and savanna. *The Science of Nature*, **102**(11-12), 1-15.

White CS (1994) Monoterpenes – their effects on ecosystem nutrient cycling. *Journal of Chemical Ecology* **20**, 1381–1406.