

Universidade Federal de Uberlândia

Instituto de Biologia

**ATRIBUTOS ECOLÓGICOS RELACIONADOS AO FOGO
DE ESPÉCIES LENHOSAS DO CERRADO SENTIDO
RESTRITO**

Renata Migliorini Cardoso de Oliveira

2013

Renata Migliorini Cardoso de Oliveira

**ATRIBUTOS ECOLÓGICOS RELACIONADOS AO FOGO
DE ESPÉCIES LENHOSAS DO CERRADO SENTIDO
RESTRITO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências para
obtenção do título de Mestre em “Ecologia e
Conservação de Recursos Naturais”.

Orientador
Prof. Dr. Ivan Schiavini

UBERLÂNDIA
Fevereiro – 2013

Renata Migliorini Cardoso de Oliveira

**ATRIBUTOS ECOLÓGICOS RELACIONADOS AO FOGO
DE ESPÉCIES LENHOSAS DO CERRADO SENTIDO
RESTRITO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em “Ecologia e Conservação de
Recursos Naturais”.

APROVADA em ____ de Fevereiro de 2013

Prof^ª. Dr^a. Ana Paula de Oliveira - UFU

Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes - UEPB

Prof. Dr. Ivan Schiavini - UFU
(Orientador)

**UBERLÂNDIA
Fevereiro - 2013**

Dedico à minha mãe Maria Isabel,
ao meu pai Ronaldo, á minha irmã Taíssa
e aos colegas de trabalho do LEVe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço...

À Deus por mais uma etapa conquistada em minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ivan Schiavini, por aceitar me orientar e pela confiança na minha capacidade. Obrigada pelas dicas e apoio em todos os momentos do mestrado, com correções e sugestões para a dissertação e conselhos para os caminhos que escolhi seguir. Agradeço a boa vontade sempre em me atender, sempre disposto em sanar minhas dúvidas.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro à esta pesquisa.

À FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais e à todos os professores, que se empenharam em conseguir auxílio financeiro e de transporte para tantos eventos e cursos, dos quais participei nesses dois anos.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais e aos membros do colegiado, pelo empenho em buscar melhorias para o programa. À Maria Angélica, pela ajuda nas questões burocráticas, sempre paciente e tentando descomplicar os processos.

Aos colegas de trabalho e amigos do LEVe, Carol, Ana Paula, Shimitim, Jamir, Serginho que se fizeram presentes nesses dois anos de mestrado, me ajudando não só com ensinamentos sobre métodos de coleta, triagem do material, análises estatísticas, dicas de artigos, mas também me ajudando à enfrentar todas as dificuldades que apareciam com calma e confiança. Todos vocês com toda certeza me ensinaram a enfrentar as dificuldades da profissão, cada qual com ensinamentos que levarei para a vida toda. Foi uma convivência diária muito construtiva para diversas fases da minha vida. Não podendo deixar de citar todos os momentos de descontração, os quais foram importantíssimos para aliviar as tensões diárias de nossos trabalhos no LEVe!

Às ajudas nos trabalhos de campo: Carol, Kim, Jefferson, Shimitim, Jamir, Thalita, Renata. Agradeço a disponibilidade em me acompanhar nos campos e nas longas tardes de triagem de folhas.

À 14ª turma de mestrado, aos amigos que ali conquistei, pelas ajudas nos estudos de Estatística, companheirismo, paciência e amizade. Muito bom ter vocês comigo nessa jornada.

Aos meus queridos pais, Maria Isabel e Ronaldo, por sempre estarem sempre ao meu lado e acreditarem nas minhas escolhas. Por entenderem minha falta de tempo, minhas estadas diárias e rotineiras na faculdade. Obrigada pela paciência e pelo apoio incondicional, nos momentos bons e ruins, nas pequenas e grandes decisões. Mesmo sem saber, vocês me ajudaram muito, sempre preocupados e dispostos em me ajudar. Não podendo deixar de agradecer ao Flávio e Nininha, por também acreditarem em mim e torcerem sempre pelo meu sucesso.

À minha amada irmã, agradeço a paciência e compreensão pela falta de tempo em lhe fazer companhia. Sou grata pelo carinho e amizade, sempre disposta em me ajudar com leituras em inglês, correções de textos ou no que eu precisasse.

Em especial agradeço à minha amiga Carolina, pelas ajudas sem fim, correções da dissertação, conversas, direcionamentos profissionais, dicas de artigos, trabalhos de campo e triagem de folhas além do expediente de trabalho, por todos os cafés, viagens, dicas. Agradeço a amizade e a solicitude em sanar minhas dúvidas sem fim, sempre de carinha boa e paciência em me explicar mais de uma vez a mesma coisa. E assim digo o mesmo à Ana Paula, que se tornou uma grande amiga nesse período, sempre me ajudando a enfrentar com confiança as dificuldades encontradas nessa jornada, além de me iluminar sempre com suas palavras no que se refere ao meu futuro profissional. Obrigada pela confiança e por me emprestarem seus ombros e ouvidos nos momentos em que mais precisei, sempre dizendo um: “Calma, vai dar tudo certo!”.

À todos os meus amigos, da graduação, do mestrado, da vida e aos meus primos, tios... que, mesmo sem perceber, me ajudaram durante o mestrado.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que participaram, de forma direta ou indireta, da minha formação nesses dois anos de mestrado. Todos vocês foram guias dos meus passos com palavras, gestos e me ajudaram a alcançar meu objetivo nessa jornada terrena.

Obrigada!

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	3
Área de Estudo.....	3
Seleção das espécies e dos indivíduos.....	3
Coleta dos dados.....	4
<i>Área foliar específica (AFE).....</i>	<i>4</i>
<i>Densidade (DS) e Espessura do súber (ES).....</i>	<i>7</i>
<i>Fenologia foliar, nectários extraflorais e látex.....</i>	<i>7</i>
Análises Estatísticas.....	8
RESULTADOS.....	9
<i>Área Foliar Específica (AFE).....</i>	<i>9</i>
<i>Densidade do súber (DS).....</i>	<i>18</i>
<i>Espessura do súber (ES).....</i>	<i>23</i>
<i>Agrupamento funcional.....</i>	<i>28</i>
DISCUSSÃO.....	31
<i>Área Foliar Específica (AFE).....</i>	<i>31</i>
<i>Densidade do súber (DS).....</i>	<i>33</i>
<i>Espessura do súber (ES).....</i>	<i>36</i>
<i>Agrupamento funcional.....</i>	<i>38</i>
CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Principais espécies arbóreas selecionadas a partir do cálculo do Índice de Valor de Cobertura (IVC), em uma área de cerrado sentido restrito sem ocorrência de fogo (área I), na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais. Ni: número de indivíduos; DR: densidade relativa; DoR: dominância relativa; IVC: índice de valor de cobertura. * espécies que foram excluídas das análises por não atenderem os critérios de coleta.....5

TABELA 2: Principais espécies arbóreas selecionadas a partir do cálculo do Índice de Valor de Cobertura (IVC), em uma área de cerrado sentido restrito com frequente ocorrência de fogo (área II), na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais. Ni: número de indivíduos; DR: densidade relativa; DoR: dominância relativa; IVC: índice de valor de cobertura.....6

TABELA 3: Lista em ordem alfabética de espécies ocorrentes na área sem fogo, na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais. Valores de Média \pm Desvio padrão (Coeficiente de variação) dos atributos. AFE: área foliar específica; DS: densidade do súber; ES: espessura do súber.....11

TABELA 4: Lista em ordem alfabética de espécies ocorrentes na área com fogo, na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais. Valores de Média \pm Desvio padrão (Coeficiente de variação) dos atributos. AFE: área foliar específica; DS: densidade do súber; ES: espessura do súber.....12

TABELA 5: Densidade do súber das espécies comuns e não comuns, ocorrentes nas áreas sem fogo e com fogo, com suas respectivas variações (menor valor à esquerda e maior valor à direita). Os traços (—) indicam não ocorrência da espécie nas áreas, %: porcentagem de variação da área foliar específica de cada espécie em relação ao total de variação da área.....15

TABELA 6: Densidade do súber das espécies comuns e não comuns, ocorrentes nas áreas sem fogo e com fogo, com suas respectivas variações (menor valor à esquerda e maior valor à direita). Os traços (—) indicam não ocorrência da espécie nas áreas, %: porcentagem de variação da densidade do súber de cada espécie em relação ao total de variação da área.....21

TABELA 7: Espessura do súber das espécies comuns e não comuns, ocorrentes nas áreas sem fogo e com fogo, com suas respectivas variações (menor valor à esquerda e maior valor à direita). Os traços (—) indicam não ocorrência da espécie nas áreas, %: porcentagem de variação da espessura do súber de cada espécie em relação ao total de variação área.....26

TABELA 8: Características ecológicas das espécies ocorrentes nas duas áreas de cerrado sentido restrito, sem ocorrência de fogo e com ocorrência de fogo, na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais, organizadas em ordem alfabética. Deciduidade: perene ou decídua, Látex: presença ou ausência, Nectários: presença ou ausência.....29

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Média dos valores de área foliar específica (mm²/mg) das espécies de Cerrado sentido restrito, na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais. As barras indicam médias e os traços desvio padrão. A: *Dalbergia miscolobium*; B: *Ouratea spectabilis*; C: *Qualea multiflora*; D: *Styrax ferrugineus*; E: *Tachigali vulgaris*.....13

FIGURA 2: Área foliar específica das espécies não comuns do Cerrado sentido restrito, nas áreas sem fogo e com fogo da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais.....14

FIGURA 3: Distribuição das espécies comuns, com suas respectivas densidades relativas em cada área (sem fogo e com fogo), ao longo do eixo de Área foliar específica. Ac: *Annona crassiflora*, At: *Aspidosperma tomentosum**, Cb: *Caryocar brasiliense*, Dm: *Dalbergia miscolobium*, Eg: *Eriotheca gracilipes**, Os: *Ouratea spectabilis*, Pr: *Pouteria ramiflora*, Pt: *Pouteria torta**, Qm: *Qualea multiflora*, Qp: *Qualea parviflora*, Sf: *Styrax ferrugineus**, Tv: *Tachigali vulgaris*, Vc: *Vochysia cinnamomea*. *: espécies que apresentaram porcentagens diferentes entre as áreas.....16

FIGURA 4: Distribuição das espécies não comuns, com suas respectivas densidades relativas em cada área (sem fogo e com fogo), ao longo do eixo de Área foliar específica. Bp: *Byrsonima pachyphylla*, Cs: *Connarus suberosus*, Dmo: *Dimorphandra mollis*, Ep: *Eugenia punicifolia*, Es: *Erytroxylum suberosum*, Et: *Erytroxylum tortuosum*, Oh: *Ouratea hexasperma*, Pir: *Piptocarpha rotundifolia*, Rm: *Roupala montana*, Sa: *Strypnodendron adstringens*, Spo: *Strypnodendron polyphyllum*.....18

FIGURA 5: Densidade do súber (g/cm³) da espécie *Styrax ferrugineus* presente no cerrado sentido restrito, nas áreas sem fogo e com fogo, da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais. As barras indicam médias e os traços desvio padrão.....19

FIGURA 6: Densidade do súber das espécies não comuns do cerrado sentido restrito, nas áreas sem fogo e com fogo da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais em cada área (sem fogo e com fogo), ao longo do eixo de Densidade do súber. Ac: *Annona crassiflora*, At: *Aspidosperma tomentosum*, Cb: *Caryocar brasiliense**, Dm: *Dalbergia miscolobium**, Eg: *Eriotheca gracilipes*, Os: *Ouratea spectabilis*, Pr: *Pouteria ramiflora*, Pt: *Pouteria torta*, Qm: *Qualea multiflora**, Qp: *Qualea parviflora**, Sf: *Styrax ferrugineus*, Tv: *Tachigali vulgaris*, Vc: *Vochysia cinnamomea**. *: espécies que apresentaram porcentagens diferentes entre as áreas.....20

FIGURA 7: Distribuição das espécies comuns, com suas respectivas densidades relativas em cada área (sem fogo e com fogo), ao longo do eixo de Densidade do súber. Ac: *Annona crassiflora*, At: *Aspidosperma tomentosum*, Cb: *Caryocar brasiliense**, Dm: *Dalbergia miscolobium**, Eg: *Eriotheca gracilipes*, Os: *Ouratea spectabilis*, Pr: *Pouteria ramiflora*, Pt: *Pouteria torta*, Qm: *Qualea multiflora**, Qp: *Qualea*

*parviflora**, Sf: *Styrax ferrugineus*, Tv: *Tachigali vulgaris*, Vc: *Vochysia cinnamomea**.
*: espécies que apresentaram porcentagens diferentes entre as áreas.....22

FIGURA 8: Distribuição das espécies não comuns, com suas respectivas densidades relativas em cada área (sem fogo e com fogo), ao longo do eixo de Densidade do súber. Bp: *Byrsonima pachyphylla*, Cs: *Connarus suberosus*, Dmo: *Dimorphandra mollis*, Ep: *Eugenia punicifolia*, Es: *Erytroxylum suberosum*, Et: *Erytroxylum tortuosum*, Oh: *Ouratea hexasperma*, Pir: *Piptocarpha rotundifolia*, Rm: *Roupala montana*, Sa: *Strypnodendron adstringens*, Spo: *Strypnodendron polyphyllum*.....23

FIGURA 9: Espessura do súber (cm) das espécies *Qualea multiflora* (A) e *Styrax ferrugineus* (B) presentes no cerrado sentido restrito, nas áreas sem fogo e com fogo, na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais. As barras indicam médias e os traços desvio padrão.....25

FIGURA 10: Distribuição das espécies comuns, com suas respectivas densidades relativas em cada área (sem fogo e com fogo), ao longo do eixo de Espessura do súber. Ac: *Annona crassiflora**, At: *Aspidosperma tomentosum**, Cb: *Caryocar brasiliense**, Dm: *Dalbergia miscolobium*, Eg: *Eriotheca gracilipes*, Os: *Ouratea spectabilis**, Pr: *Pouteria ramiflora**, Pt: *Pouteria torta*, Qm: *Qualea multiflora*, Qp: *Qualea parviflora**, Sf: *Styrax ferrugineus**, Tv: *Tachigali vulgaris*, Vc: *Vochysia cinnamomea*.
* = espécies que apresentaram porcentagens diferentes entre as áreas.....27

FIGURA 11: Distribuição das espécies não comuns, com suas respectivas densidades relativas em cada área (sem fogo e com fogo), ao longo do eixo de Espessura do súber. Bp: *Byrsonima pachyphylla*, Cs: *Connarus suberosus*, Dmo: *Dimorphandra mollis*, Ep: *Eugenia punicifolia*, Es: *Erytroxylum suberosum*, Et: *Erytroxylum tortuosum*, Oh: *Ouratea hexasperma*, Pir: *Piptocarpha rotundifolia*, Rm: *Roupala montana*, Sa: *Strypnodendron adstringens*, Spo: *Strypnodendron polyphyllum*.....28

FIGURA 12: Análise de agrupamento das 24 espécies selecionadas no cerrado sentido restrito da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (MG).As abreviaturas dos nomes das espécies estão especificadas na Tabela 8.....30

RESUMO

Miglorini, Renata. 2013. Atributos ecológicos relacionados ao fogo de espécies lenhosas do Cerrado sentido restrito. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 45 p.

O fogo frequente é uma das características dos cerrados e a sobrevivência das espécies ao fogo é determinada por suas características anatômicas, fisiológicas e comportamentais, além das características ambientais pós-fogo. Alguns atributos estão relacionados com a sobrevivência das espécies ao fogo, como área foliar específica, densidade do súber e espessura do súber. Estudos comparativos que envolvam a identificação de espécies e classificações florísticas entre áreas sob diferentes frequências de queimadas são importantes, uma vez que destacam possíveis plasticidades das espécies ao fogo. O estudo visou comparar a estrutura de duas áreas de cerrado sentido restrito sob diferentes graus de perturbação por fogo, utilizando parâmetros ecológicos que respondem à essa perturbação como área foliar específica, densidade e espessura do súber. O estudo partiu de levantamentos realizados por Faleiro em 2007. As espécies a serem analisadas no estudo foram selecionadas pelo IVC, totalizando 22 espécies na área denominada sem fogo e 18 na área denominada com fogo, sendo 13 espécies co-ocorrentes entre as duas áreas. Foram comparadas as médias dos atributos ecológicos entre as espécies co-ocorrentes nas áreas sem fogo e com fogo (teste t). Foi realizada uma abordagem funcional a partir da análise gráfica de distribuição das espécies para cada atributo ecológico e grupos funcionais foram formados por UPGMA (Jaccard). Dentre as 13 espécies comuns nas duas áreas cinco apresentaram diferença na área foliar específica entre as áreas com fogo e sem fogo. Em relação à densidade do súber *Styrax ferrugineus* apresentou diferenças na densidade do súber entre as áreas. A espessura do súber apresentou diferença entre as áreas para *Qualea multiflora* e *Styrax ferrugineus*. Já em relação ao agrupamento funcional, não houve formação de dois grupos distintos separados pela frequência do fogo. O fogo age como um agente modelador em algumas espécies da comunidade estudada, entretanto não foi encontrado um padrão de respostas.

Palavras chave: área foliar específica, espessura do súber, densidade do súber, queimadas.

ABSTRACT

Miglorini, Renata. 2013. Atributos ecológicos relacionados ao fogo de espécies lenhosas do Cerrado sentido restrito. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 45 p.

Fire is often a characteristic of the Brazilian cerrado and the survival of species to fire is determined by its anatomy, physiology and behavioral, further by post-fire environmental characteristics. Few attributes are related to cerrado species survival to fire, such as, specific leaf area and suber density and thickness. Comparative studies involving species identification and floristic classification between areas under different burning frequencies are important due their capacity to identify the potential of species to have phenotypic plasticity in response to fire. The study aimed to compare the structure of two areas of cerrado sensu stricto under different degrees of disturbance by fire, using ecological parameters that respond to this disturbance such as specific leaf area and suber density and thickness. The study was based on surveys conducted by Faleiro in 2007. Species analyzed in the study were selected by IVC, totaling 22 species in the area without fire and 18 in the area with fire occurrence, with 13 co-occurring species between the two areas. Means of ecological attributes between co-occurring species in areas were compared (T test). A functional approach was done through graphical analysis of species distribution for each ecological attribute and functional groups were formed by UPGMA (Jaccard). Among the 13 species common in the two areas, five of them differ in specific leaf area between areas with and without fire. For suber density, *S. ferrugineus* showed differences between the two areas. For suber thickness, *Qualea multiflora* and *Styrax ferrugineus* showed different between the two areas. About functional grouping, no groups were formed by the frequency of fire. The fire acted as a modeler agent in some species of this community, however no pattern of responses was found for this community.

Keywords: Specific leaf area, suber thickness, suber density, burning.

INTRODUÇÃO

O Cerrado é composto por diferentes tipos de formações vegetais, que variam desde formações campestres, em que há predomínio de gramíneas, formações savânicas e as formações florestais, onde a vegetação é predominantemente arbórea (Ribeiro & Walter 2008). O cerrado sentido restrito se enquadra dentro das formações savânicas e é uma das fitofisionomias do Cerrado caracterizada pela presença de estrato arbóreo arbustivo herbáceo definido (Eiten 1972; Ribeiro & Walter 2008). Devido essas diferentes formações vegetais e grande extensão, o bioma Cerrado destaca-se com relação à biodiversidade (Bridgewater *et al.* 2004).

Além de marcados por uma alta sazonalidade (verão quente e chuvoso, inverno frio e seco), os cerrados brasileiros são caracterizados pela baixa disponibilidade nutricional, no solo (Goodland & Polard 1973) e pela presença frequente de fogo (Coutinho 1978). O fogo é um fator de perturbação que geralmente determina a estrutura da vegetação e sua composição, ou seja, a sobrevivência de organismos ao fogo é determinada por suas características anatômicas, fisiológicas e comportamentais, além das características ambientais pós-fogo (Lopes *et al.* 2009; Henriques 2005). As modificações na composição das comunidades vegetais pós-queima dependerão, fundamentalmente, da resposta de cada espécie ao fogo, tendo por influência a densidade, os padrões de alocação e forma de crescimento de cada espécie (Bond & Wilgen 1996). Em áreas onde o fogo é frequente, uma progressiva redução da diversidade e simplificação da estrutura da comunidade pode ocorrer, tornando a fisionomia gradualmente mais aberta (Hoffmann & Moreira 2002). Dessa forma, a densidade do estrato arbóreo estaria determinada mais pela habilidade das espécies em sobreviver ao fogo e regenerar, do que pela própria competição pelos recursos ambientais (Durigan *et al.* 1994).

Algumas características estão relacionadas com a sobrevivência das espécies de cerrado ao fogo. A área foliar específica é um atributo que responde a qualquer estresse no ambiente relacionado com disponibilidade de luz (Goldstein *et al.* 2008), estresse hídrico (Waterloo 1994) ou qualquer outro tipo de perturbação, como por exemplo ocorrência de fogo. O súber remete certo grau de isolamento térmico dos tecidos internos, mesmo em temperaturas elevadas e dessa forma, a espessura do súber e a densidade do súber são características que estão relacionadas com a sobrevivência ou não das espécies ao fogo (Paine *et al.* 2010). A fenologia foliar é uma característica que

está relacionada com a perda ou não de massa seca em um determinado período do ano (Cornelissen *et al.* 2003), diretamente influenciada por fatores ocorrentes no cerrado como baixa disponibilidade de água na estação seca, baixa fertilidade dos solos e ocorrência do fogo (Prior *et al.* 2003). A presença ou ausência de nectários extraflorais assim como látex são características que estão relacionadas indiretamente com a frequência de fogo no cerrado, uma vez que remetem resistência a herbivoria (Carmona *et al.* 2011) e dessa forma, influenciam na permanência ou não da folha no indivíduo podendo, portanto, indicar possíveis *trade-offs* que expliquem a sobrevivência de espécies em áreas com fogo frequente.

Estudos comparativos que envolvam a identificação de espécies e classificações florísticas entre áreas sob diferentes frequências de queimadas são importantes, uma vez que destacam possíveis adaptações das espécies ao fogo (Faleiro 2007). Porém, complementar a esses estudos, uma nova abordagem tem sido realizada, caracterizando a comunidade quanto à funcionabilidade (Walker 1992), em que as espécies são classificadas em grupos funcionais, as quais apresentam as mesmas ou respostas similares às variações ambientais como solo, clima, química e perturbação natural (Cornelissen *et al.* 2003; Hubbel 2005). Entretanto, é muito importante a identificação das características que são relevantes para a formação destes grupos e até que ponto elas podem refletir o funcionamento do ecossistema como um todo, a partir de uma escala individual (Cornelissen *et al.* 2003). Além disso, é interessante comparar a ocorrência de grupos funcionais em áreas sob diferentes graus de perturbação, uma vez que o fogo é um fator que influencia diretamente na composição e estrutura da comunidade vegetal (Moreira 2000) e a influência do fogo na mudança da composição florística é um processo dependente da intensidade e frequência de queimadas.

Considerando a influência do fogo frequente na composição de comunidades vegetais no cerrado, este trabalho teve como objetivo geral comparar a estrutura de duas áreas de cerrado sentido restrito sob diferentes graus de perturbação por fogo, utilizando parâmetros ecológicos que respondem à essa perturbação. Partindo da hipótese geral de que haverá uma seleção de características influenciadas pela alta frequência do fogo nas espécies com maior representatividade nessa comunidade, este estudo tem o objetivo de testar as seguintes hipóteses específicas:

- a) A área foliar específica será menor na área com queimadas frequentes, pois o investimento em outras estratégias de sobrevivência ao fogo será priorizado.

- b) A densidade do súber será menor na área com queimadas frequentes, pois está relacionada com o grau de suberina, que é um composto de baixa densidade e que confere alto grau de isolamento.
- c) A espessura do súber será maior na área com queimadas frequentes, pois o súber está relacionado com o grau de isolamento térmico.
- d) Haverá formação de dois grupos funcionais distintos, separados pela frequência do fogo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O presente estudo partiu de levantamentos realizados na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, no período de outubro de 2005 a julho de 2006 (Faleiro 2007). A área de estudo compreendeu duas faixas de cerrado sentido restrito, separadas por uma vereda de 127 hectares. As duas áreas foram expostas à diferentes graus de perturbação por fogo, sendo a área I (denominada sem fogo) sem exposição à ação deste agente perturbador (fogo) e a área II (denominada com fogo) mais frequentemente exposta à ação do mesmo (Faleiro 2007). Na área I não havia registro recente de queimada no período que antecedeu ao levantamento de dados feito por Faleiro (2007). Já na área II, há registros de queimadas anuais de 1997 a 2005, fato o qual se deve à facilidade de acesso da área, margeada por uma estrada, não havendo registros de queimadas até o presente momento.

O levantamento foi realizado por Faleiro (2007) em cinco parcelas (20 x 50 m) em cada área, totalizando meio hectare. Todos os indivíduos lenhosos com circunferência ≥ 15 cm foram medidos à altura de 30 cm do solo, identificados e amostrados, tendo sua espécie e altura determinadas (Faleiro 2007). As duas áreas diferem quanto à estrutura e composição, uma vez que na área I, foram amostrados 1.625 indivíduos arbóreos, com densidade total de $3.250 \text{ ind.ha}^{-1}$ e área basal referente a 9.425 m^2 . Já na área II foram amostrados 839 indivíduos arbóreos, totalizando densidade de $1.678 \text{ ind.ha}^{-1}$ e área basal de 4.368 m^2 .

Seleção das espécies e dos indivíduos

A partir do levantamento citado, a seleção das espécies para as análises estatísticas e dos grupos funcionais foi feita utilizando o IVC (Índice de Valor de

Cobertura), selecionando espécies que representam 80% da densidade e da biomassa da comunidade. O IVC segue a fórmula abaixo:

$$\text{IVC (\%)} = \frac{\text{DR} + \text{DoR}}{2}$$

onde DR: densidade relativa e DoR: dominância relativa.

Estudos mostram que as espécies mais abundantes e com maior distribuição de área basal são representativas da comunidade como um todo (Cornelissen *et al.*, 2003). Essas espécies podem, então, serem consideradas como as mais representativas da vegetação arbórea do cerrado sentido restrito, nas áreas de estudo. Dessa forma, foram selecionadas 22 espécies na área sem fogo (Tabela 1) e 18 espécies na área com fogo (Tabela 2), sendo que as três últimas espécies ocorrentes na área sem fogo foram excluídas das análises por não apresentarem a maioria de suas folhas herbivoradas, fato o qual não condiz as exigências propostas pelo protocolo de Cornelissen *et al.* (2003).

Os atributos ecológicos foram avaliados em indivíduos adultos que não apresentassem grandes indícios de ataques por herbívoros ou patógenos, a partir dos critérios de seleção de indivíduos e mensuração de atributos funcionais propostos em “*A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide*” (Cornelissen *et al.* 2003).

Coleta dos dados

Área foliar específica (AFE)

Foram selecionadas em cada indivíduo 10 folhas, sendo cinco indivíduos de cada espécie, em cada área. Para essas coletas, foram selecionadas somente folhas saudáveis, totalmente expandidas, sem sintomas evidentes de agentes patogênicos ou ataque de herbívoros, de acordo com o protocolo proposto por Cornelissen e colaboradores (2003).

As folhas coletadas (simples e compostas) foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas para o laboratório, onde foram escaneadas, tendo a área foliar (considerando a lâmina foliar e pecíolo) calculada através do programa Image J (Rasband 1997; 2011). Em seguida, as folhas foram individualizadas em sacos de papel identificados e depositadas em estufa a 72°C por 48 horas, para secagem do material. As folhas secas foram pesadas em balança de precisão em gramas com três casas decimais para determinar a massa seca das folhas. A área foliar específica foi estimada

através da área de uma face da folha fresca dividido pela sua massa seca, expressa em $\text{mm}^2.\text{mg}^{-1}$.

TABELA 1: Principais espécies arbóreas selecionadas a partir do cálculo do Índice de Valor de Cobertura (IVC), em uma área de cerrado sentido restrito sem ocorrência de fogo (área I), na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais. Ni: número de indivíduos; DR: densidade relativa; DoR: dominância relativa; IVC: índice de valor de cobertura. * espécies que foram excluídas das análises por não atenderem aos critérios de coleta.

Área sem fogo					
Espécies	Ni	DR	DoR	IVC(%)	
1 <i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	179	11.02	9.48	10.25	
2 <i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	140	8.62	10.65	9.64	
3 <i>Ouratea hexasperma</i> (A. St.-Hil.) Baill.	163	10.03	5.37	7.70	
4 <i>Qualea parviflora</i> Mart.	89	5.48	7.95	6.72	
5 <i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	96	5.91	6.89	6.40	
6 <i>Roupala montana</i> Aubl.	109	6.71	5.14	5.93	
7 <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	50	3.08	5.57	4.33	
8 <i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl	56	3.45	3.92	3.69	
9 <i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	58	3.57	2.54	3.06	
10 <i>Eugenia punicifolia</i> (Kunth) DC.	55	3.38	2.68	3.03	
11 <i>Annona crassiflora</i> Mart.	23	1.42	2.98	2.20	
12 <i>Byrsonima pachyphylla</i> Juss.	42	2.58	1.76	2.17	
13 <i>Connarus suberosus</i> Planch.	44	2.71	1.46	2.09	
14 <i>Tachigali vulgaris</i> L. G. Silva & H. C. Lima	24	1.48	2.51	2.00	
15 <i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	21	1.29	2.41	1.85	
16 <i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	19	1.17	2.48	1.83	
17 <i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	28	1.72	1.59	1.66	
18 <i>Qualea multiflora</i> Mart.	24	1.48	1.31	1.40	
19 <i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.- Hil.	28	1.72	0.93	1.33	
20 <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.*	20	1.23	1.32	1.28	
21 <i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore *	15	0.92	1.56	1.24	
22 <i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos *	24	1.48	0.73	1.11	
Total	1307			80.84%	

TABELA 2: Principais espécies arbóreas selecionadas a partir do cálculo do Índice de Valor de Cobertura (IVC), em uma área de cerrado sentido restrito com frequente ocorrência de fogo (área II), na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais. Ni: número de indivíduos; DR: densidade relativa; DoR: dominância relativa; IVC: índice de valor de cobertura.

Área com fogo					
	Espécies	Ni	DR	DoR	IVC(%)
1	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart. ex Engl.) Engl.	152	18.12	16.57	17.35
2	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	76	9.06	10.45	9.76
3	<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl	76	9.06	8.99	9.03
4	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	41	4.89	8.66	6.78
5	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	70	8.34	5.14	6.74
6	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	37	4.41	3.11	3.76
7	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	24	2.86	3.96	3.41
8	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	25	2.98	3.33	3.16
9	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	25	2.98	2.69	2.84
10	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	24	2.86	2.61	2.74
11	<i>Strypnodendron polyphyllum</i> Mart.	18	2.15	2.71	2.43
12	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	16	1.91	1.96	1.94
13	<i>Tachigali vulgaris</i> L. G. Silva & H. C. Lima	11	1.31	2.49	1.90
14	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	11	1.31	2.41	1.86
15	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	16	1.91	1.77	1.84
16	<i>Strypnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	14	1.67	1.87	1.77
17	<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	16	1.91	1.60	1.76
18	<i>Qualea multiflora</i> Mart.	11	1.31	1.30	1.31
	Total	663			80.33%

Este atributo é importante, uma vez que a área foliar específica apresenta uma correlação positiva com a taxa potencial de crescimento relativo ou taxa de capacidade fotossintética e responde a qualquer perturbação no ambiente relacionada com disponibilidade de luz (Goldstein *et al.* 2008), estresse hídrico (Waterloo 1994), ocorrência de fogo ou até ausência de recursos, em que espécies em ambientes com recursos escassos ou sob algum tipo de perturbação tendem a ter menor AFE que aquelas em ambientes sob melhores condições (Cornelissen *et al.* 2003).

Densidade (DS) e Espessura do súber (ES)

As amostras de súber foram obtidas através da coleta da parte externa das cascas, com um facão, à 30 cm do solo, retirando-se três amostras aproximadamente do mesmo tamanho para cada indivíduo. As cascas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas para laboratório, onde a espessura do súber foi estimada a partir da maior medida (mm) dentre as três amostras coletadas para cada espécie, com o auxílio de um paquímetro (Cornelissen *et al.* 2003). O volume das amostras foi medido por deslocamento de líquido, sendo cada amostra colocada em um recipiente contendo água a um volume conhecido. A diferença entre volume final (após adicionar a amostra no recipiente) e volume inicial indicou o volume da amostra. O volume foi estipulado a partir da média das três amostras coletadas para cada espécie. Em seguida, as amostras foram depositadas em sacos de papel identificados e depositadas em estufa a 72°C por, no mínimo, 24 horas para secagem do material e depois pesadas em uma balança de precisão, sendo obtida a massa seca. A densidade do súber foi calculada a partir da razão entre massa seca (g) e volume (cm³).

Tanto a espessura quanto a densidade do súber são atributos ecológicos importantes, pois remetem adaptações da planta ao fogo, uma vez que estão relacionadas com o grau de isolamento dos tecidos internos (Eiten 1994; Coutinho 1990). A espessura do súber indica quão grossa é a camada de isolamento dos tecidos internos, remetendo assim o grau de proteção dos mesmos. A densidade do súber está relacionada com a quantidade de água presente no tecido, e a natureza dos compostos formadores do súber, com predomínio de suberina (mais leve), em um extremo e de lignina (mais pesado) em outro extremo, tornando-o mais ou menos vulnerável ao fogo (Paine *et al.* 2010).

Fenologia foliar, nectários extraflorais e látex

Quanto à fenologia foliar, as espécies foram classificadas de acordo com observações no campo e com auxílio da literatura (Marquis *et al.* 2001; Marcati *et al.* 2006; Oliveira-Filho & Scolforo 2008; Scholz *et al.* 2008) em **perenes** (espécies que tendem a produzir folhas durante todo o ano, desfavorecendo espécies exigentes de luz para o crescimento, quando localizadas a sombra de suas copas) e **decíduas** (espécies cuja perda de folhas em uma determinada estação ultrapassa 80% do volume de folhagem total estimado para o indivíduo, podendo ou não favorecer o crescimento de indivíduos do sub-dossel e sub-bosque, por permitir a entrada de luz direta).

Este atributo consiste no período de permanência das folhas no indivíduo (Kikuzawa 1995) e a perda foliar das espécies decíduas durante a estação seca é uma estratégia da planta em resposta ao estresse hídrico (Cornelissen *et al.* 2003), baixa fertilidade dos solos ou ocorrência de fogo, evitando assim a perda de água (Prior *et al.* 2003).

As espécies foram classificadas quanto à presença ou ausência de nectários extraflorais e látex, através de observações no campo e auxílio da literatura (Oliveira & Leitão-Filho 1987; Marquis *et al.* 2001; Campos *et al.* 2008; Machado 2008; Alves-Silva & Del-Claro 2010), ambas diretamente relacionados com a resistência à herbivoria da espécie.

A intenção de utilizar os atributos deciduidade, presença ou ausência de nectários extraflorais e látex seria de buscar possíveis relações e *trade offs* que expliquem a ocorrência de espécies em áreas sob ocorrência de queimadas frequentes.

Análises Estatísticas

Para comparação das médias dos atributos ecológicos - área foliar específica, densidade e espessura do súber - entre as espécies co-ocorrentes nas áreas sem fogo e com fogo, foi utilizado o Teste t de Student ou Mann Whitney, visando assim detectar se houve interferência do fogo nas médias de área foliar específica, na densidade do súber e espessura do súber. As análises citadas foram feitas com a utilização do software Systat 10.2 (Wilkinson 2002).

A abordagem funcional foi realizada a partir da análise gráfica da distribuição das espécies para os atributos área foliar específica, densidade e espessura do súber. Dessa forma, foi possível visualizar a disposição e a amplitude de variação das espécies para cada atributo na comunidade selecionada pelo IVC. A ilustração da distribuição das espécies foi feita separando as espécies co-ocorrentes daquelas que não foram comuns entre as áreas sem fogo e com fogo. A partir do valor da densidade relativa de cada uma das espécies, juntamente com a média e desvio padrão (maior e menor) dos valores dos atributos área foliar específica, densidade e espessura do súber, a um intervalo de confiança de 95%, a curva de distribuição das espécies foi obtida com o auxílio do programa CorelDRAW 12.

Além disso, os grupos funcionais foram formados a partir dos valores de coeficiente de Jaccard entre as espécies, para os atributos - fenologia foliar, nectários extraflorais e látex - em que a análise de agrupamento foi realizada através do método

de agrupamento das médias não ponderadas (UPGMA), calculado com o programa FITOPAC 1.6 (Shepherd 2006).

RESULTADOS

A partir do IVC e excluindo aquelas espécies que não atendiam aos critérios de coleta, foram selecionadas 19 espécies na área sem fogo, totalizando 1248 indivíduos que representam 80% da biomassa total da comunidade (Tabela 1). Já na área com fogo, foram selecionadas 18 espécies, totalizando 663 indivíduos que representam 80% da biomassa total da comunidade (Tabela 2).

Dentre as espécies selecionadas, 13 espécies foram comuns às duas áreas: *Annona crassiflora*, *Aspidosperma tomentosum*, *Caryocar brasiliense*, *Dalbergia miscolobium*, *Eriotheca gracilipes*, *Ouratea spectabilis*, *Pouteria ramiflora*, *Pouteria torta*, *Qualea multiflora*, *Qualea parviflora*, *Styrax ferrugineus*, *Tachigali vulgaris*, *Vochysia cinnamomea*. Na área sem fogo, as seis espécies exclusivas foram *Byrsonima pachyphylla*, *Connarus suberosus*, *Erythroxylum suberosum*, *Eugenia punicifolia*, *Ouratea hexasperma* e *Roupala montana*. Na área com fogo, as cinco espécies exclusivas foram *Dimorphandra mollis*, *Erythroxylum tortuosum*, *Piptocarpha rotundifolia*, *Strypnodendron adstringens* e *Strypnodendron polyphyllum*. Espécies exclusivas foram aquelas que ocorreram somente em uma das áreas ou em ambas as áreas, mas não foram selecionadas em uma delas pelo critério utilizado.

Área Foliar Específica (AFE)

Na área sem fogo, *Eugenia punicifolia* foi a espécie que apresentou maior valor médio de AFE ($10,32 \text{ mm}^2/\text{mg} \pm 1,53$), seguido de *Dalbergia miscolobium* ($10,06 \text{ mm}^2/\text{mg} \pm 1,45$) e *Qualea multiflora* ($8,54 \text{ mm}^2/\text{mg} \pm 1,57$) (Tabela 3). Já na área com fogo, *Dalbergia miscolobium* foi a espécie que apresentou maior valor médio de AFE ($10,81 \text{ mm}^2/\text{mg} \pm 1,65$), seguido de *Annona crassiflora* ($7,88 \text{ mm}^2/\text{mg} \pm 0,86$) e *Strypnodendron polyphyllum* ($7,54 \text{ mm}^2/\text{mg} \pm 1,56$) (Tabela 4).

O Teste t de Student ou Mann Whitney realizado para o atributo área foliar específica entre as espécies comuns das duas áreas apresentou diferença significativa para *Dalbergia miscolobium* ($t = -2,459$; $gl = 98$; $p < 0,05$), *Ouratea spectabilis* ($t = 5,404$; $gl = 99$; $p < 0,05$), *Qualea multiflora* ($U = 1548$; $gl = 1$; $p < 0,05$), *Styrax ferrugineus* ($U = 1806$; $gl = 1$; $p < 0,05$), *Tachigali vulgaris* ($t = -2,756$; $gl = 98$; $p < 0,05$).

0,05) (Figura 1). Já *Annona crassiflora* ($t = 0,948$; $gl = 99$; $p = 0,345$), *Aspidosperma tomentosum* ($U = 1445$; $gl = 1$; $p = 0,179$), *Caryocar brasiliense* ($t = 0,774$; $gl = 98$; $p = 0,441$), *Pouteria ramiflora* ($U = 1552$; $gl = 1$; $p = 0,060$), *Eriotheca gracilipes* ($t = 1,278$; $gl = 98$; $p = 0,204$), *Pouteria torta* ($U = 1458$; $gl = 1$; $p = 0,152$), *Qualea parviflora* ($t = -1,870$; $gl = 97$; $p = 0,065$), *Vochysia cinnamomea* ($t = 1870$; $gl = 99$; $p = 0,064$) não apresentaram diferença nos valores de AFE entre as áreas sem fogo e com fogo.

TABELA 3: Lista em ordem alfabética de espécies ocorrentes na área sem fogo, na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais. Valores de Média \pm Desvio padrão (Coeficiente de variação) dos atributos. AFE: área foliar específica; DS: densidade do súber; ES: espessura do súber.

Espécies	Área sem fogo		
	AFE (mm ² /mg)	DS (g/cm ³)	ES (cm)
<i>Annona crassiflora</i>	7,94 \pm 0,81 (0,10)	0,14 \pm 0,03 (0,19)	1,00 \pm 0,64 (0,64)
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	7,82 \pm 1,97 (0,25)	0,18 \pm 0,04 (0,23)	0,90 \pm 0,34 (0,38)
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	5,94 \pm 0,47 (0,08)	0,20 \pm 0,05 (0,23)	0,24 \pm 0,11 (0,48)
<i>Caryocar brasiliense</i>	6,46 \pm 0,55 (0,08)	0,27 \pm 0,02 (0,07)	1,18 \pm 0,44 (0,38)
<i>Connarus suberosus</i>	5,09 \pm 0,56 (0,11)	0,20 \pm 0,06 (0,32)	0,84 \pm 0,44 (0,52)
<i>Dalbergia miscolobium</i>	10,06 \pm 1,45 (0,14)	0,35 \pm 0,03 (0,08)	0,86 \pm 0,30 (0,35)
<i>Eriotheca gracilipes</i>	7,40 \pm 2,01 (0,27)	0,13 \pm 0,05 (0,38)	1,00 \pm 0,22 (0,22)
<i>Erytroxylum suberosum</i>	6,76 \pm 0,97 (0,14)	0,16 \pm 0,13 (0,79)	0,90 \pm 0,16 (0,18)
<i>Eugenia punicifolia</i>	10,32 \pm 1,53 (0,15)	0,23 \pm 0,02 (0,08)	1,64 \pm 0,36 (0,22)
<i>Ouratea hexasperma</i>	7,24 \pm 0,77 (0,11)	0,17 \pm 0,04 (0,22)	0,66 \pm 0,11 (0,17)
<i>Ouratea spectabilis</i>	5,74 \pm 0,35 (0,06)	0,15 \pm 0,04 (0,26)	1,00 \pm 0,43 (0,43)
<i>Pouteria ramiflora</i>	7,94 \pm 1,04 (0,13)	0,34 \pm 0,07 (0,21)	1,00 \pm 0,20 (0,20)
<i>Pouteria torta</i>	7,53 \pm 1,04 (0,14)	0,27 \pm 0,10 (0,36)	1,00 \pm 0,26 (0,26)
<i>Qualea multiflora</i>	8,54 \pm 1,57 (0,18)	0,28 \pm 0,12 (0,43)	0,36 \pm 0,18 (0,50)
<i>Qualea parviflora</i>	8,44 \pm 1,55 (0,18)	0,32 \pm 0,09 (0,30)	0,96 \pm 0,11 (0,12)
<i>Roupala montana</i>	5,46 \pm 0,48 (0,09)	0,54 \pm 0,04 (0,07)	0,96 \pm 0,49 (0,51)
<i>Styrax ferrugineus</i>	6,35 \pm 0,76 (0,12)	0,18 \pm 0,08 (0,46)	0,66 \pm 0,29 (0,44)
<i>Tachigali vulgaris</i>	6,54 \pm 0,83 (0,13)	0,42 \pm 0,09 (0,22)	0,74 \pm 0,26 (0,35)
<i>Vochysia cinnamomea</i>	5,10 \pm 0,68 (0,13)	0,32 \pm 0,34 (1,07)	1,02 \pm 0,33 (0,32)

TABELA 4: Lista em ordem alfabética de espécies ocorrentes na área com fogo, na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais. Valores de Média \pm Desvio padrão (Coeficiente de variação) dos atributos. AFE: área foliar específica; DS: densidade do súber; ES: espessura do súber.

Espécies	Área com fogo		
	AFE (mm ² /mg)	DS (g/cm ³)	ES (cm)
<i>Annona crassiflora</i>	7,88 \pm 0,86 (0,11)	0,13 \pm 0,01 (0,09)	1,52 \pm 0,46 (0,03)
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	7,45 \pm 0,65 (0,09)	0,21 \pm 0,02 (0,12)	0,96 \pm 0,17 (0,17)
<i>Caryocar brasiliense</i>	6,36 \pm 0,79 (0,12)	0,25 \pm 0,06 (0,24)	0,94 \pm 0,09 (0,10)
<i>Dalbergia miscolobium</i>	10,81 \pm 1,65 (0,15)	0,40 \pm 0,07 (0,17)	0,84 \pm 0,22 (0,26)
<i>Dimorphandra mollis</i>	9,31 \pm 1,20 (0,13)	0,52 \pm 0,09 (0,16)	0,82 \pm 0,18 (0,22)
<i>Eriotheca gracilipes</i>	6,91 \pm 0,65 (0,09)	0,14 \pm 0,04 (0,30)	1,17 \pm 0,30 (0,26)
<i>Erytroxylum tortuosum</i>	6,98 \pm 0,68 (0,10)	0,18 \pm 0,04 (0,24)	1,18 \pm 0,57 (0,48)
<i>Ouratea spectabilis</i>	5,19 \pm 0,62 (0,12)	0,14 \pm 0,04 (0,28)	1,30 \pm 0,20 (0,15)
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	7,29 \pm 1,71 (0,23)	0,26 \pm 0,11 (0,42)	1,30 \pm 0,19 (0,14)
<i>Pouteria ramiflora</i>	7,50 \pm 0,97 (0,13)	0,26 \pm 0,08 (0,30)	1,04 \pm 0,43 (0,42)
<i>Pouteria torta</i>	7,37 \pm 1,33 (0,18)	0,23 \pm 0,06 (0,26)	0,74 \pm 0,24 (0,33)
<i>Qualea multiflora</i>	8,14 \pm 1,04 (0,13)	0,35 \pm 0,13 (0,37)	0,70 \pm 0,16 (0,23)
<i>Qualea parviflora</i>	9,06 \pm 1,72 (0,19)	0,32 \pm 0,13 (0,39)	1,36 \pm 0,44 (0,32)
<i>Strypnodendron adstringens</i>	6,79 \pm 0,67 (0,10)	0,60 \pm 0,09 (0,15)	0,52 \pm 0,08 (0,16)
<i>Strypnodendron polyphyllum</i>	7,54 \pm 1,56 (0,21)	0,49 \pm 0,16 (0,33)	0,58 \pm 0,25 (0,43)
<i>Styrax ferrugineus</i>	5,74 \pm 0,95 (0,17)	0,36 \pm 0,09 (0,26)	1,42 \pm 0,50 (0,35)
<i>Tachigali vulgaris</i>	6,97 \pm 0,72 (0,10)	0,47 \pm 0,09 (0,20)	0,78 \pm 0,29 (0,38)
<i>Vochysia cinnamomea</i>	4,84 \pm 0,73 (0,15)	0,29 \pm 0,12 (0,39)	1,22 \pm 0,36 (0,30)

Dentre os resultados significativos, apenas *Ouratea spectabilis*, *Qualea multiflora* e *Styrax ferrugineus* apresentaram valores de médias de AFE maiores na área sem fogo. *Tachigali vulgaris* e *Dalbergia miscolobium* apresentaram resultado inverso, demonstrando valores de área foliar específica maiores na área com fogo. Esses resultados sugerem que algumas espécies apresentam plasticidade em resposta aos eventos de fogo, porém para a maioria das espécies comuns em ambas as áreas, a frequência de ocorrência de fogo não implicou em modificações nesse atributo.

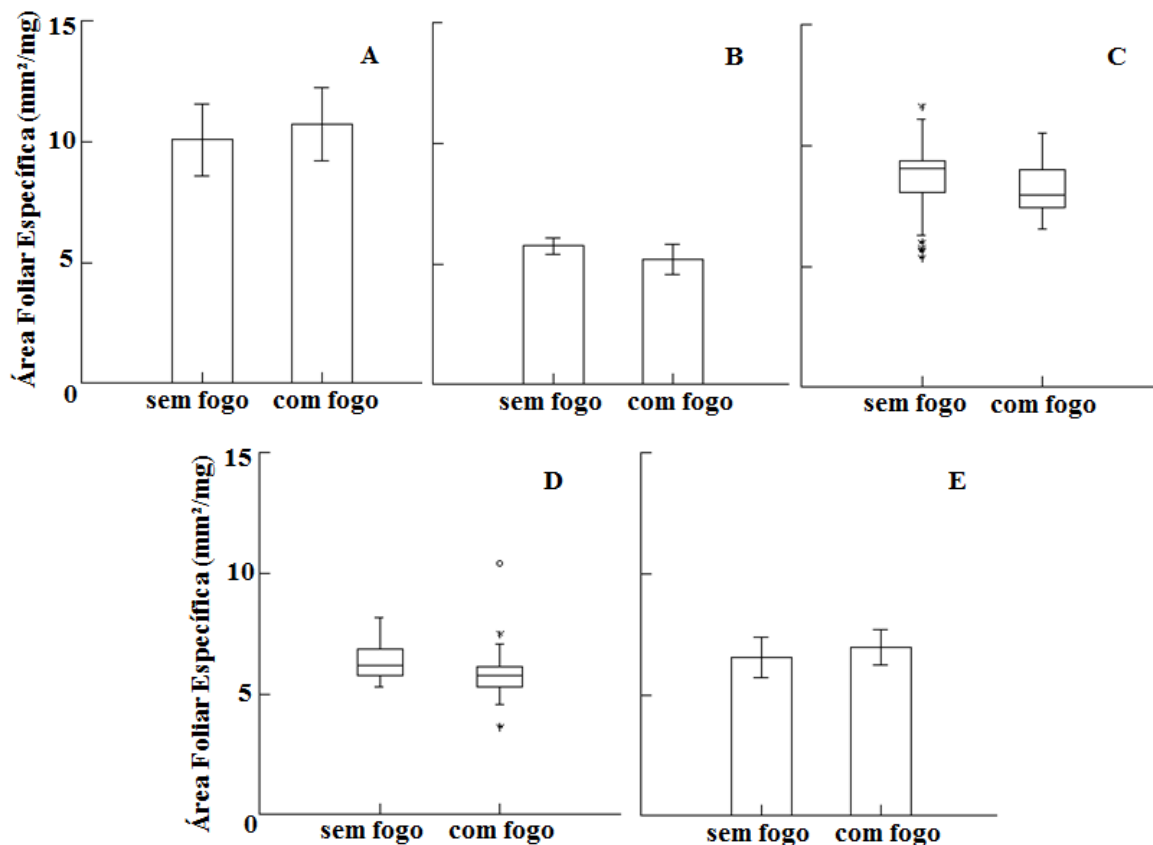


FIGURA 1: Média dos valores de área foliar específica (mm²/mg) das espécies de Cerrado sentido restrito, na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais. As barras indicam médias e os traços desvio padrão. A: *Dalbergia miscolobium*; B: *Ouratea spectabilis*; C: *Qualea multiflora*; D: *Styrax ferrugineus*; E: *Tachigali vulgaris*.

Para as espécies não comuns entre as duas áreas, o teste demonstrou diferença significativa na área foliar específica entre as áreas sem fogo e com fogo ($U = 23565$; $gl = 1$, $p < 0,05$), sendo que os valores de área foliar específica se apresentaram maiores na área com fogo. Esses resultados demonstram uma plasticidade das espécies não comuns à passagem do fogo e essa diferença entre as espécies pode ser observada na amplitude de variação de cada espécie, que será abordada abaixo (Figura 2).

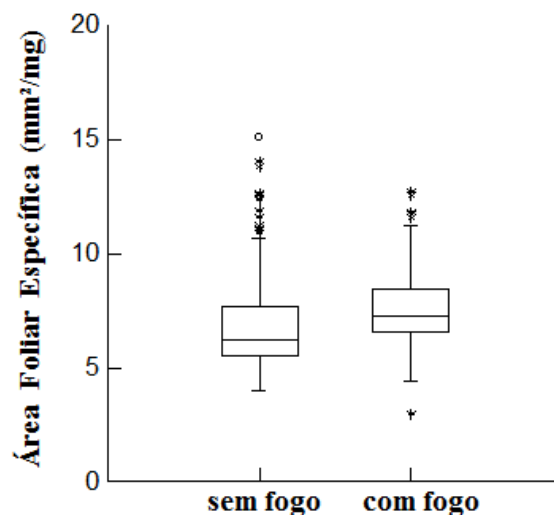


FIGURA 2: Área foliar específica das espécies não comuns do Cerrado sentido restrito, nas áreas sem fogo e com fogo da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais.

A distribuição dos valores de área foliar específica das espécies comuns na área sem fogo se deu entre 2,84 mm²/mg e 17,95 mm²/mg, com destaque para *Aspidosperma tomentosum* (2,84 mm²/mg a 17,95 mm²/mg), que apresentou maior variação na amplitude de variação da comunidade estudada (99,99%) e *Ouratea spectabilis* (5,05 mm²/mg a 6,67 mm²/mg), cuja variação foi a menor, referente a 10,67% da amplitude de variação total da comunidade estudada. Para a área com fogo, observou-se que a distribuição dos valores de área foliar específica das espécies comuns se deu entre 3,65 mm²/mg e 15,72 mm²/mg, com destaque para *Qualea parviflora* (6,45 mm²/mg a 14,17 mm²/mg), que apresentou maior variação da amplitude da comunidade (63,94%) e *Ouratea spectabilis* (4,07 mm²/mg a 6,37 mm²/mg) cuja variação foi a menor, referente a 19,05% da amplitude total da comunidade estudada (Tabela 5).

TABELA 5: Área foliar específica das espécies comuns e não comuns, ocorrentes nas áreas sem fogo e com fogo, com suas respectivas variações (menor valor à esquerda e maior valor à direita), organizada em ordem alfabética. Os traços (—) indicam não ocorrência da espécie nas áreas, %: porcentagem de variação da área foliar específica de cada espécie em relação ao total de variação da área.

Espécies comuns	Área Foliar Específica (mm ² /mg)					
	sem fogo			com fogo		
	Variação		%	Variação		%
<i>Annona crassiflora</i>	6,52	10,21	24,43%	6,29	10,12	31,71%
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	2,84	17,95	99,99%	6,07	9,07	24,84%
<i>Caryocar brasiliense</i>	5,60	8,04	16,13%	4,80	7,90	25,71%
<i>Dalbergia miscolobium</i>	6,72	14,40	50,84%	8,55	15,72	59,36%
<i>Eriotheca gracilipes</i>	4,46	15,51	73,09%	5,84	8,52	22,16%
<i>Ouratea spectabilis</i>	5,05	6,67	10,67%	4,07	6,37	19,05%
<i>Pouteria ramiflora</i>	6,68	11,68	33,04%	5,93	9,97	33,46%
<i>Pouteria torta</i>	5,72	10,19	29,55%	4,32	11,45	59,01%
<i>Qualea multiflora</i>	5,38	11,60	41,20%	6,56	10,50	32,62%
<i>Qualea parviflora</i>	6,09	13,68	50,21%	6,45	14,17	63,94%
<i>Tachigali vulgaris</i>	5,20	9,10	25,81%	5,56	8,62	25,37%
<i>Styrax ferrugineus</i>	5,28	8,18	19,20%	3,65	10,39	55,81%
<i>Vochysia cinnamomea</i>	3,20	6,48	21,67%	3,74	6,92	26,29%
Espécies não comuns						
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	5,05	7,17	19,84%	—	—	—
<i>Connarus suberosus</i>	5,60	8,04	22,78%	—	—	—
<i>Erythroxylum suberosum</i>	5,22	10,00	44,69%	—	—	—
<i>Eugenia puniceifolia</i>	8,25	15,06	63,69%	—	—	—
<i>Ouratea hexasperma</i>	5,65	9,24	33,54%	—	—	—
<i>Roupala montana</i>	4,36	6,57	20,65%	—	—	—
<i>Dimorphandra mollis</i>	—	—	—	6,54	12,55	61,90%
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	—	—	—	5,93	9,35	35,19%
<i>Piptocarpa rotundifolia</i>	—	—	—	3,00	12,72	100,00%
<i>Strypnodendron adstringens</i>	—	—	—	4,84	7,85	31,04%
<i>Strypnodendron polyphyllum</i>	—	—	—	5,24	11,16	61,02%

Os gráficos de distribuição das espécies comuns, no geral, demonstraram que a comunidade em si não apresentou diferenças visíveis em relação à distribuição das espécies nas áreas sob diferentes graus de perturbação. Dentre as espécies comuns, nove não apresentaram diferença em relação à porcentagem de ocupação na amplitude de variação da comunidade, entre as duas áreas, como por exemplo, *Vochysia cinnamomea*, que ocupou 21,67% da variação da amplitude da comunidade na área sem

fogo e 26,29% na área com fogo. Entretanto, quatro espécies apresentaram diferença na proporção da amplitude de variação ocupada nas duas áreas, sendo elas *Aspidosperma tomentosum*, *Eriotheca gracilipes*, *Pouteria torta* e *Styrax ferrugineus* (Figura 3).

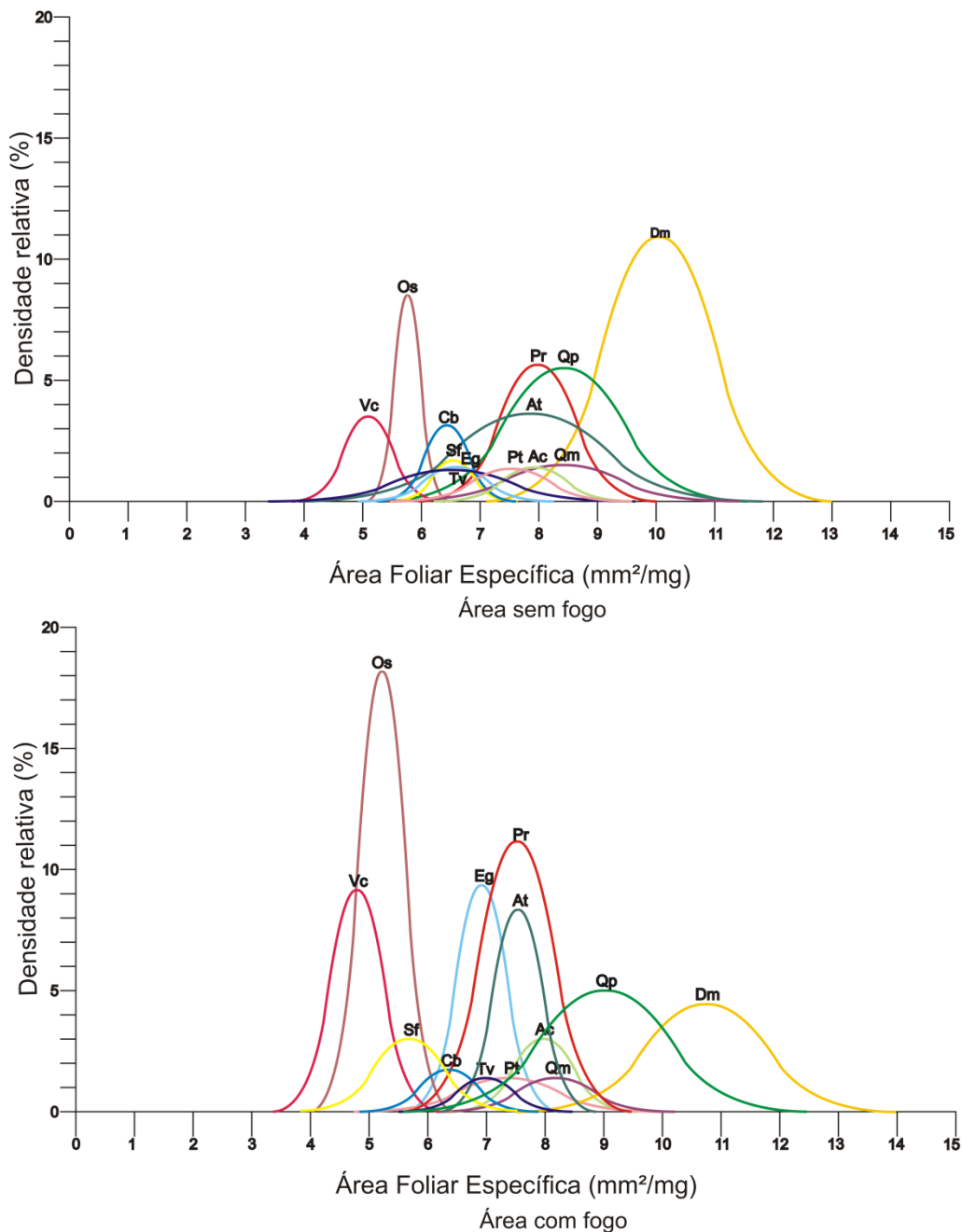


FIGURA 3: Distribuição das espécies comuns, com suas respectivas densidades relativas em cada área (sem fogo e com fogo), ao longo do eixo de Área foliar específica. Ac: *Annona crassiflora*, At: *Aspidosperma tomentosum**, Cb: *Caryocar brasiliense*, Dm: *Dalbergia miscolobium*, Eg: *Eriotheca gracilipes**, Os: *Ouratea spectabilis*, Pr: *Pouteria ramiflora*, Pt: *Pouteria torta**, Qm: *Qualea multiflora*, Qp: *Qualea parviflora*, Sf: *Styrax ferrugineus**, Tv: *Tachigali vulgaris*, Vc: *Vochysia cinnamomea*. *: espécies que apresentaram porcentagens diferentes entre as áreas

Para a área sem fogo, observou-se que a distribuição das espécies não comuns se deu entre 4,36 mm²/mg e 15,06 mm²/mg, com destaque para *Eugenia puniceifolia* (8,25 mm²/mg a 15,06 mm²/mg) que apresentou a maior variação na amplitude de variação da comunidade (63,69%) e *Byrsonima pachyphylla* (5,05 mm²/mg a 7,17 mm²/mg), a qual apresentou menor variação (19,84%). Para a área com fogo, observou-se que a distribuição das espécies não comuns se deu entre 3,00 mm²/mg e 12,72 mm²/mg, em que *Piptocarpha rotundifolia* (3,00 mm²/mg a 12,72 mm²/mg), foi a espécie que apresentou maior amplitude de variação na comunidade estudada (100%) e *Strypnodendron adstringens* (4,84 mm²/mg a 7,85 mm²/mg), cuja variação foi a menor entre as espécies não comuns ocorrentes na área com fogo (31,04%) (Tabela 5).

Os gráficos de distribuição das espécies não comuns entre as áreas, no geral, demonstraram que as espécies ocorrentes na área sem fogo apresentaram uma distribuição mais restrita (menor amplitude de variação) em relação a comunidade (mais especialistas), com exceção de *Eugenia puniceifolia* (Figura 4). Em contrapartida, as espécies ocorrentes na área com fogo apresentaram uma distribuição mais ampla (maior amplitude de variação) em relação a comunidade total (mais generalistas) (Figura 4).

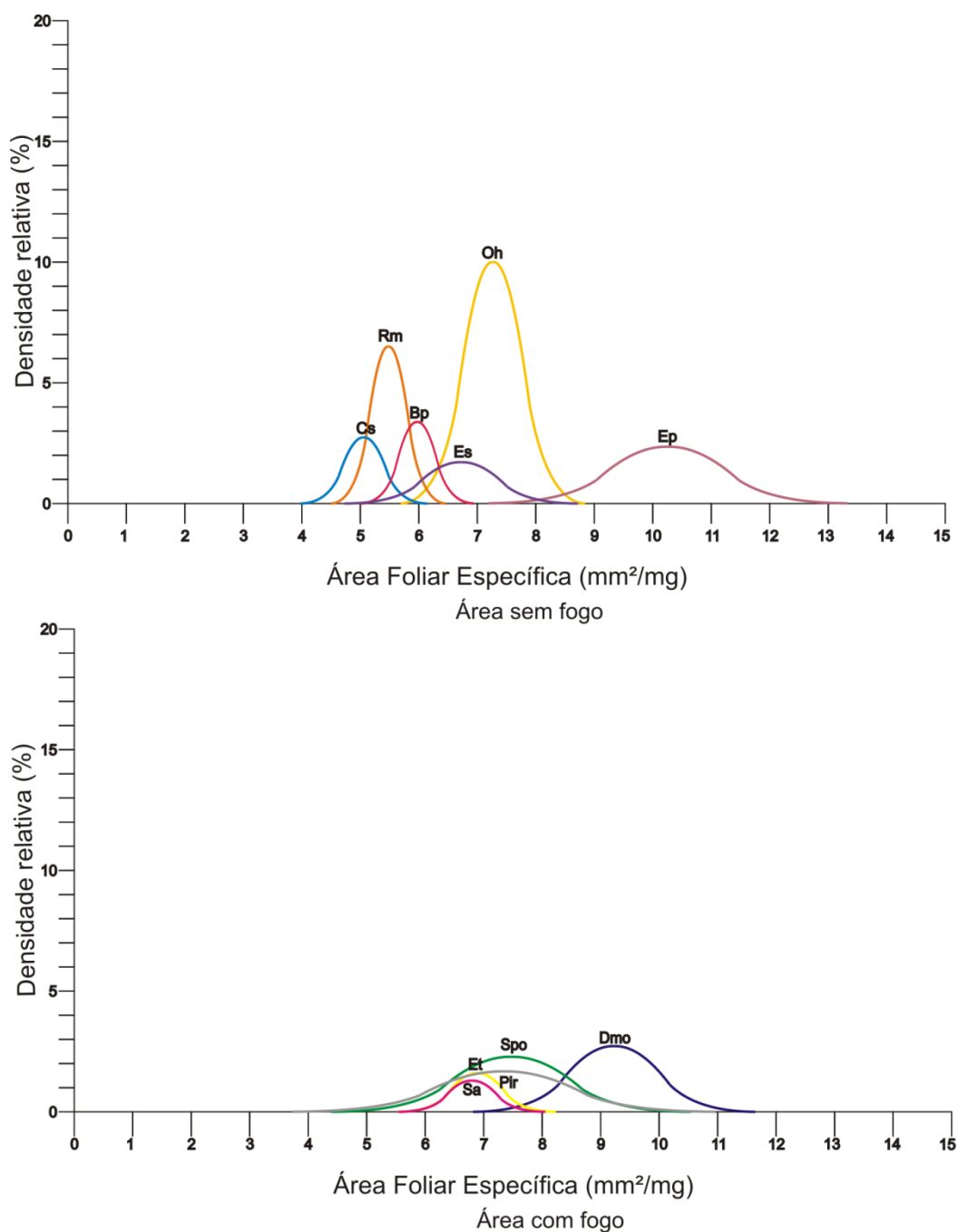


FIGURA 4: Distribuição das espécies não comuns, com suas respectivas densidades relativas em cada área (sem fogo e com fogo), ao longo do eixo de Área foliar específica. Bp: *Byrsonima pachyphylla*, Cs: *Connarus suberosus*, Dmo: *Dimorphandra mollis*, Ep: *Eugenia punicifolia*, Es: *Erytroxylum suberosum*, Et: *Erytroxylum tortuosum*, Oh: *Ouratea hexasperma*, Pir: *Piptocarpha rotundifolia*, Rm: *Roupala montana*, Sa: *Strypnodendron adstringens*, Spo: *Strypnodendron polyphyllum*.

Densidade do súber (DS)

Na área sem fogo, *Roupala montana* foi a espécie que apresentou maior média de DS ($0,54 \text{ g/cm}^3 \pm 0,04$), seguida de *Tachigali vulgaris* ($0,42 \text{ g/cm}^3 \pm 0,09$) e *Dalbergia miscolobium* ($0,35 \text{ g/cm}^3 \pm 0,03$) (Tabela 3). Já na área com fogo, *Strypnodendron adstringens* apresentou maior média de DS ($0,60 \text{ g/cm}^3 \pm 0,09$), seguida de *Dimorphandra mollis* ($0,52 \text{ g/cm}^3 \pm 0,09$) e *Tachigali vulgaris* ($0,47 \text{ g/cm}^3 \pm 0,09$) (Tabela 4).

O Teste t de Student ou correspondente não paramétrico realizado para o atributo densidade do súber entre as espécies comuns das duas áreas apresentou diferença significativa nos valores de densidade do súber para *Styrax ferrugineus* ($t = -3,081$; $gl = 8$; $p < 0,05$), apresentando maiores valores de DS na área com fogo (Figura 5), o que indica um súber com maior teor de lignina. Já *Annona crassiflora* ($t = 0,929$; $gl = 9$; $p = 0,337$), *Aspidosperma tomentosum* ($t = -1,284$; $gl = 8$; $p = 0,235$), *Caryocar brasiliense* ($t = 0,393$; $gl = 8$; $p = 0,705$), *Dalbergia miscolobium* ($t = -1,356$; $gl = 8$; $p = 0,212$), *Eriotheca gracilipes* ($t = -0,403$; $gl = 8$; $p = 0,697$), *Ouratea spectabilis* ($t = 0,475$; $gl=8$; $p=0,647$), *Pouteria ramiflora* ($t = 1,729$; $gl = 8$; $p = 0,122$), *Pouteria torta* ($U = 15$; $gl = 1$; $p = 0,602$), *Qualea multiflora* ($t = -0,881$; $gl = 8$; $p = 0,404$), *Qualea parviflora* ($t = 0,073$; $gl = 8$; $p = 0,944$), *Tachigali vulgaris* ($t = -0,864$; $gl = 8$; $p = 0,413$) e *Vochysia cinnamomea* ($t = -0,565$; $gl = 8$; $p = 0,588$) não apresentaram diferença significativa nos valores de densidade do súber entre as áreas.

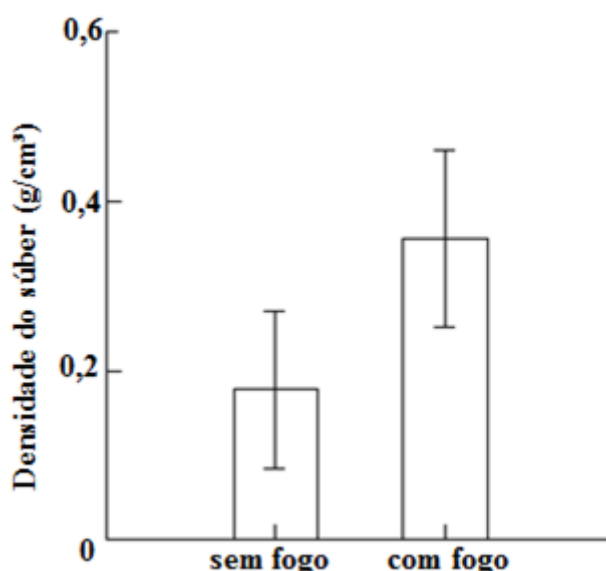


FIGURA 5: Densidade do súber (g/cm^3) de *Styrax ferrugineus* presente no cerrado sentido restrito, nas áreas sem fogo e com fogo, da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais. As barras indicam médias e os traços desvio padrão.

Para as espécies não comuns entre as duas áreas, o teste demonstrou resultado significativo ($U = 196$, $gl = 1$; $p = 0,002$), apresentando menores valores de densidade do súber na área sem fogo, demonstrando a resposta da comunidade aos eventos de fogo, selecionando espécies com características favoráveis a cada ambiente (Figura 6).

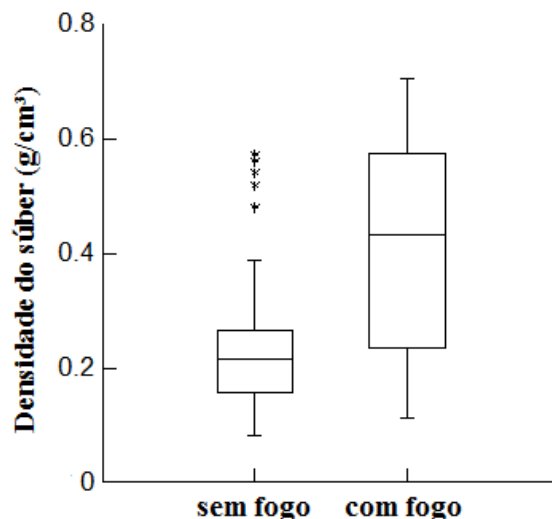


FIGURA 6: Densidade do súber das espécies não comuns do cerrado sentido restrito, nas áreas sem fogo e com fogo da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais.

Para a área sem fogo, a distribuição dos valores de densidade do súber das espécies comuns se deu entre $0,08 \text{ g/cm}^3$ e $0,52 \text{ g/cm}^3$, com destaque para *Qualea multiflora* ($0,15 \text{ g/cm}^3$ a $0,45 \text{ g/cm}^3$), que apresentou maior variação da amplitude da comunidade (35,71%) e *Annona crassiflora* ($0,10 \text{ g/cm}^3$ a $0,16 \text{ g/cm}^3$), cuja variação foi a menor, referente a 7,28% em relação a amplitude de variação total da comunidade estudada. Para a área com fogo, a distribuição dos valores de densidade do súber das espécies comuns se deu entre $0,08 \text{ g/cm}^3$ e $0,54 \text{ g/cm}^3$ e *Qualea parviflora* ($0,26 \text{ g/cm}^3$ a $0,51 \text{ g/cm}^3$) foi a espécie que apresentou maior variação nos valores da densidade do súber (65,74%). Já *Annona crassiflora* ($0,11 \text{ g/cm}^3$ a $0,14 \text{ g/cm}^3$) apresentou a menor variação, referente a apenas 6,79% da amplitude de variação total da comunidade (Tabela 6).

Os gráficos de distribuição das espécies, no geral, demonstraram que a comunidade estudada em si apresenta espécies que se adaptaram as ocorrências de fogo e outras que essa perturbação não ocasionou considerável alteração na densidade do súber. Dentre as espécies comuns, oito não apresentaram diferença em relação a porcentagem de variação na amplitude da comunidade entre as duas áreas, como por exemplo *Aspidosperma tomentosum*, que ocupou 11,86% da amplitude de variação da

comunidade na área sem fogo e 12,27% na área com fogo (Figura 7). Entretanto, cinco espécies apresentaram diferença na porcentagem de variação da densidade do súber - *Caryocar brasiliense*, *Dalbergia miscolobium*, *Qualea multiflora*, *Qualea parviflora* e *Vochysia cinnamomea*, como, por exemplo, *Q. parviflora*, que ocupou 29,37% da amplitude de variação da comunidade na área sem fogo e 65,74% na área com fogo (Figura 7).

TABELA 6: Densidade do súber das espécies comuns e não comuns, ocorrentes nas áreas sem fogo e com fogo, com suas respectivas variações (menor valor à esquerda e maior valor à direita). Os traços (—) indicam não ocorrência da espécie nas áreas, %: porcentagem de variação da área foliar específica de cada espécie em relação ao total de variação da área.

Espécies comuns	Densidade do súber (g/cm ³)					
	sem fogo			com fogo		
	Variação		%	Variação		%
<i>Annona crassiflora</i>	0,10	0,16	7,28%	0,11	0,14	6,79%
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	0,11	0,21	11,86%	0,19	0,24	12,27%
<i>Caryocar brasiliense</i>	0,25	0,30	5,69%	0,19	0,34	31,48%
<i>Dalbergia miscolobium</i>	0,32	0,38	7,48%	0,32	0,47	32,66%
<i>Eriotheca gracilipes</i>	0,08	0,20	13,88%	0,08	0,19	23,78%
<i>Ouratea spectabilis</i>	0,10	0,20	11,87%	0,10	0,19	17,84%
<i>Pouteria ramiflora</i>	0,23	0,42	22,35%	0,18	0,35	37,18%
<i>Pouteria torta</i>	0,18	0,41	27,34%	0,19	0,33	30,16%
<i>Qualea multiflora</i>	0,15	0,45	35,71%	0,19	0,49	63,30%
<i>Qualea parviflora</i>	0,18	0,43	29,37%	0,21	0,52	65,74%
<i>Styrax ferrugineus</i>	0,08	0,29	25,37%	0,26	0,51	52,20%
<i>Tachigali vulgaris</i>	0,30	0,52	26,46%	0,33	0,54	45,60%
<i>Vochysia cinnamomea</i>	0,09	0,31	26,91%	0,20	0,50	61,91%
Espécies não comuns						
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	0,14	0,26	25,61%	—	—	—
<i>Connarus suberosus</i>	0,12	0,29	34,40%	—	—	—
<i>Erythroxylum suberosum</i>	0,08	0,39	62,41%	—	—	—
<i>Eugenia punicifolia</i>	0,21	0,25	8,10%	—	—	—
<i>Ouratea hexasperma</i>	0,13	0,23	20,76%	—	—	—
<i>Roupala montana</i>	0,48	0,57	19,03%	—	—	—
<i>Dimorphandra mollis</i>	—	—	—	0,43	0,63	34,82%
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	—	—	—	0,13	0,24	18,47%
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	—	—	—	0,11	0,39	47,43%
<i>Strypnodendron adstringens</i>	—	—	—	0,50	0,71	35,17%
<i>Strypnodendron polyphyllum</i>	—	—	—	0,23	0,64	69,16%

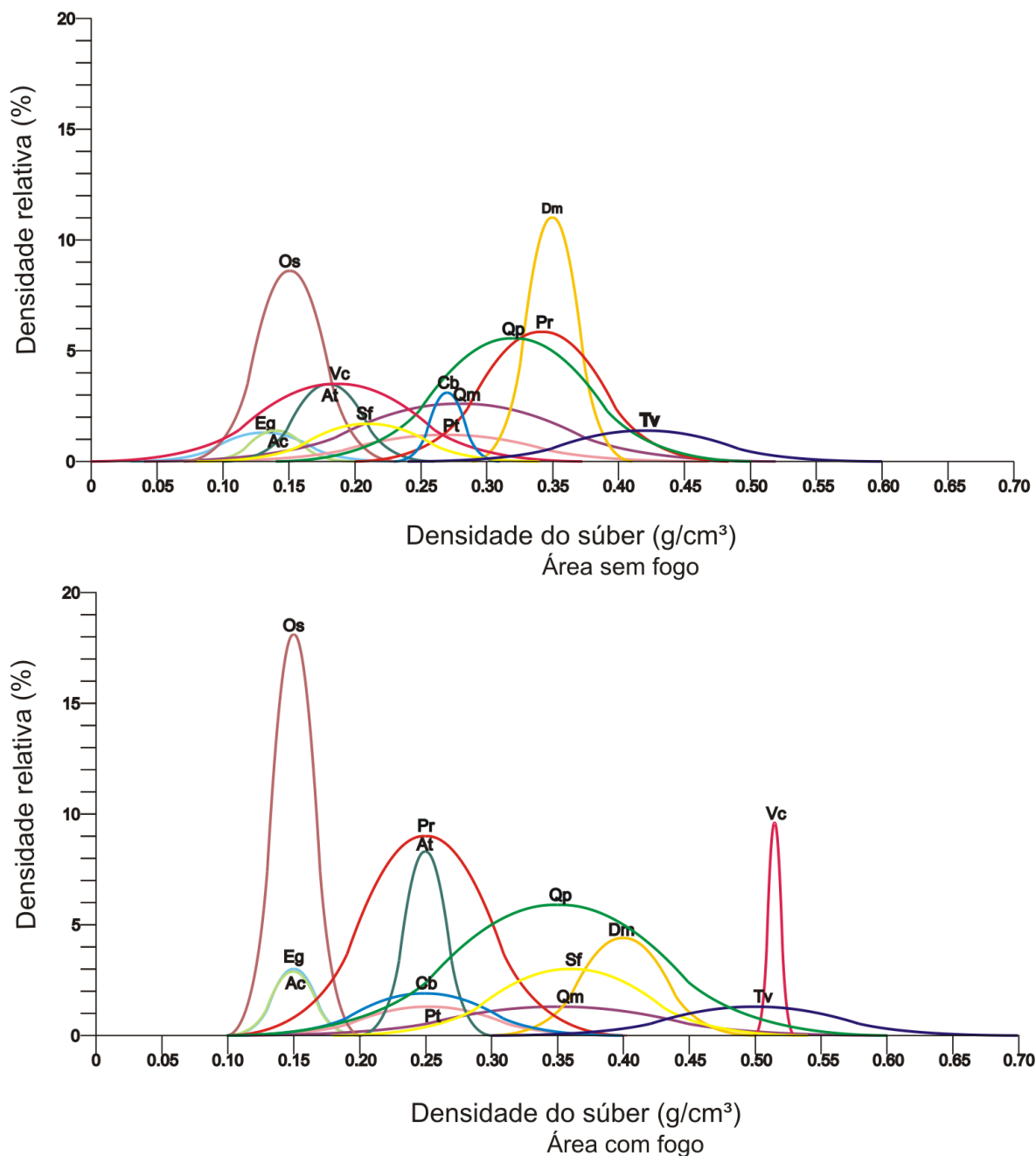


FIGURA 7: Distribuição das espécies comuns, com suas respectivas densidades relativas em cada área (sem fogo e com fogo), ao longo do eixo de Densidade do súber. Ac = *Annona crassiflora*, At = *Aspidosperma tomentosum*, Cb = *Caryocar brasiliense**, Dm = *Dalbergia miscolobium**, Eg = *Eriotheca gracilipes*, Os = *Ouratea spectabilis*, Pr = *Pouteria ramiflora*, Pt = *Pouteria torta*, Qm = *Qualea multiflora**, Qp = *Qualea parviflora**, Sf = *Styrax ferrugineus*, Tv = *Tachigali vulgaris*, Vc = *Vochysia cinnamomea**. * = espécies que apresentaram porcentagens diferentes entre as áreas.

Para a área sem fogo, a distribuição dos valores de densidade do súber das espécies não comuns se deu entre 0,08 g/cm³ e 0,57 g/cm³, com destaque para *Erytroxylum suberosum* (0,08 g/cm³ a 0,39 g/cm³), que apresentou a maior variação nos valores de densidade do súber em relação a comunidade (62,41%) e *Eugenia punicifolia* (0,21 g/cm³ a 0,25 g/cm³), que apresentou a menor variação (8,10%). Para a área com fogo, a distribuição dos valores de densidade do súber das espécies não comuns foi de 0,11 g/cm³ a 0,71 g/cm³, com *Strypnodendron polyphyllum* (0,23 g/cm³ a 0,64 g/cm³) ocupando 69,16% da amplitude de variação da comunidade e *Erytroxylum tortuosum* (0,13 g/cm³ a 0,24 g/cm³) que ocupou 18,47% da amplitude total de variação (Tabela 6).

Da mesma forma que ocorreu com a área foliar específica, os gráficos de distribuição das espécies em relação à densidade do súber demonstraram que as espécies ocorrentes na área sem fogo apresentaram uma distribuição mais restrita (menor amplitude de variação) em relação à comunidade (mais especialistas), com exceção de *Erytroxylum suberosum*. Em contrapartida, as espécies ocorrentes na área com fogo apresentaram uma distribuição mais ampla (maior amplitude de variação) em relação a comunidade total para o atributo densidade do súber (mais generalistas) (Figura 8).

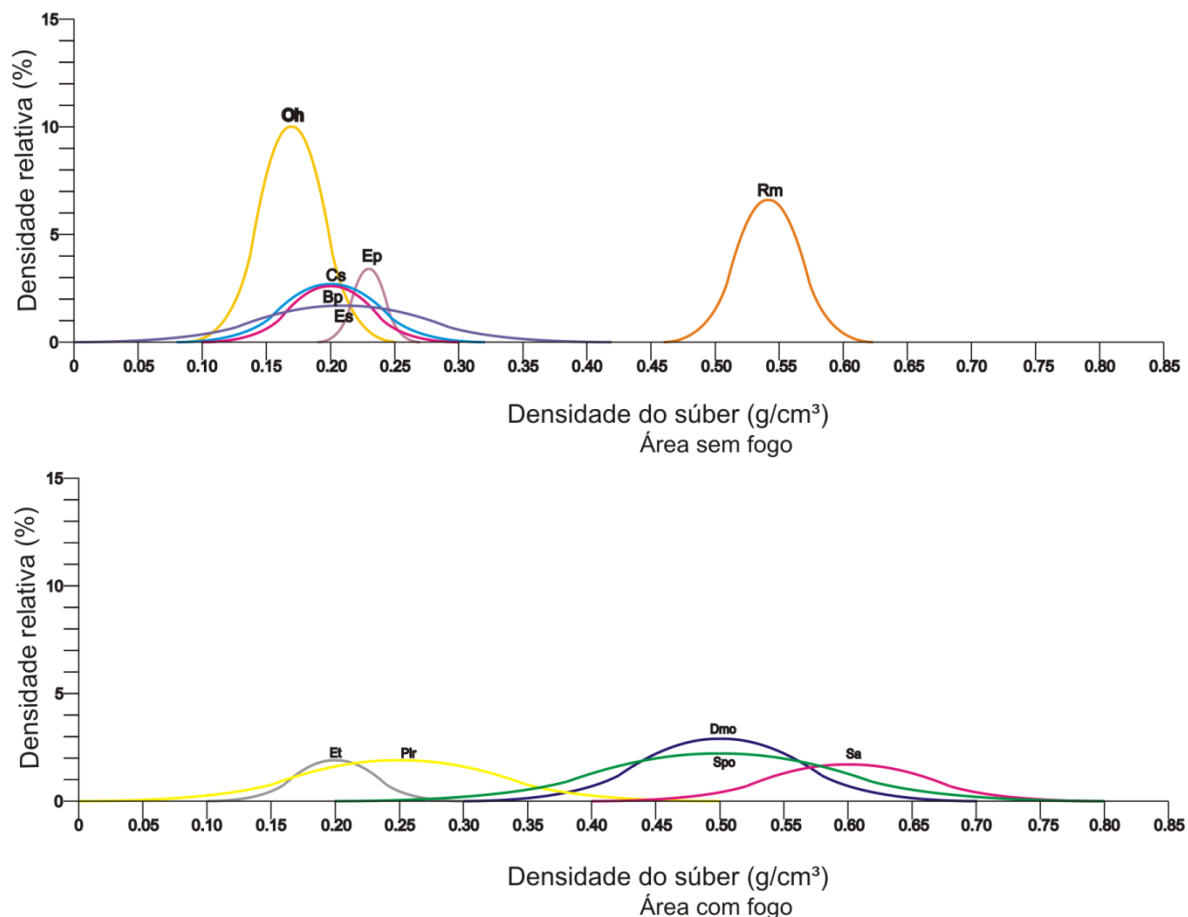


FIGURA 8: Distribuição das espécies não comuns, com suas respectivas densidades relativas em cada área (sem fogo e com fogo), ao longo do eixo de Densidade do súber. Bp = *Byrsonima pachyphylla*, Cs = *Connarus suberosus*, Dmo = *Dimorphandra mollis*, Ep = *Eugenia punicifolia*, Es = *Erytroxylum suberosum*, Et = *Erytroxylum tortuosum*, Oh = *Ouratea hexasperma*, Pir = *Piptocarpha rotundifolia*, Rm = *Roupala montana*, Sa = *Strypnodendron adstringens*, Spo = *Strypnodendron polyphyllum*.

Espessura do súber (ES)

Na área sem fogo, *Eugenia punicifolia* apresentou maior valor de média de espessura do súber ($1,54 \text{ cm} \pm 0,36$), seguida de *Caryocar brasiliense* ($1,18 \text{ cm} \pm 0,44$) e *Vochysia cinnammomea* ($1,02 \text{ cm} \pm 0,33$) (Tabela 3). Já na área com fogo, *Annona crassiflora* apresentou maior valor de média de espessura do súber ($1,52 \text{ cm} \pm 0,46$), seguida de *Styrax ferrugineus* ($1,42 \text{ cm} \pm 0,50$) e *Qualea parviflora* ($1,36 \text{ cm} \pm 0,44$) (Tabela 4).

O Teste t de Student ou correspondente não paramétrico realizado para o atributo espessura do súber entre as espécies comuns das duas áreas apresentou diferença significativa nos valores de espessura do súber entre as áreas sem fogo e com

fogo para *Qualea multiflora* ($t = -3,157$; $gl = 8$; $p < 0,05$) e *Styrax ferrugineus* ($t = -2,958$; $gl = 8$; $p < 0,05$), com ambas apresentando maiores valores de espessura do súber na área com fogo (Figura 9). Já *Annona crassiflora* ($t = -1,555$; $gl = 9$; $p = 0,154$), *Aspidosperma tomentosum* ($t = -0,355$; $gl = 8$; $p = 0,732$), *Caryocar brasiliense* ($U = 18,50$; $gl = 1$; $p = 0,196$), *Dalbergia miscolobium* ($t = 119$; $gl = 8$; $p = 0,908$), *Eriotheca gracilipes* ($t = -1,009$; $gl = 8$; $p = 0,343$), *Ouratea spectabilis* ($t = -1,404$; $gl = 8$; $p = 0,195$), *Pouteria ramiflora* ($t = -0,187$; $gl = 8$; $p = 0,856$), *Pouteria torta* ($t = 1,625$; $gl = 8$; $p = 0,143$), *Qualea parviflora* ($t = -1,917$; $gl = 8$; $p = 0,084$), *Tachigali vulgaris* ($t = -0,227$; $gl = 8$; $p = 0,826$) e *Vochysia cinnamomea* ($t = -0,915$; $gl = 8$; $p = 0,387$) apresentaram resultado não significativo. Para as espécies não comuns entre as duas áreas, o teste não demonstrou diferença significativa nos valores de espessura do súber ($U = 372$; $gl = 1$; $p = 0,959$).

Na área sem fogo, a distribuição dos valores de espessura do súber das espécies comuns se deu entre 0,10 cm e 1,80 cm, com destaque para *Annona crassiflora* (0,10 cm a 1,80 cm), que apresentou maior variação dentro da amplitude de variação da comunidade (100%) e *Qualea parviflora* (0,80 cm a 1,10 cm), com variação de 17,65% da amplitude de variação total da comunidade. Para a área com fogo, a distribuição dos valores de espessura do súber das espécies comuns se deu entre 0,40cm e 2,10cm, com destaque para *Styrax ferrugineus* (0,90 cm a 2,10 g/cm³), que apresentou a maior variação nos valores de espessura do súber (70,59%) e *Caryocar brasiliense* (0,80cm a 1,00cm), que apresentou a menor variação, referente a apenas 11,76% da amplitude de variação total da comunidade (Tabela 7).

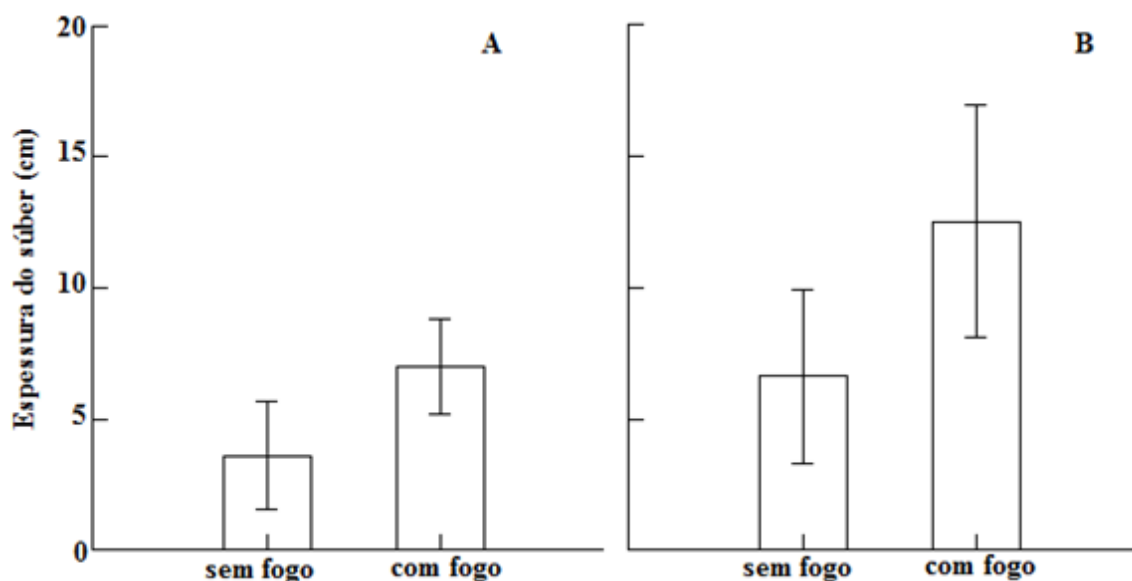


FIGURA 9: Espessura do súber (cm) de *Qualea multiflora* (A) e *Styrax ferrugineus* (B) presentes no cerrado sentido restrito, nas áreas sem fogo e com fogo, na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais. As barras indicam médias e os traços desvio padrão.

Os gráficos de distribuição das espécies, no geral, demonstraram que a comunidade em si apresenta espécies com alterações na espessura do súber diante às ocorrências de fogo e outras em que essa perturbação não ocasionou considerável alteração na espessura do súber. Dentre as espécies comuns, seis não apresentaram diferenças na variação da espessura do súber entre as duas áreas, como, por exemplo, *Qualea multiflora*, que ocupou 29,41% da amplitude de variação da comunidade na área sem fogo e 23,53% na área com fogo. Entretanto, sete espécies apresentaram diferença na variação da espessura do súber entre as áreas, sendo elas *Annona crassiflora*, *Aspidosperma tomentosum*, *Caryocar brasiliense*, *Ouratea spectabilis*, *Pouteria ramiflora*, *Qualea parviflora* e *Styrax ferrugineus* (Figura 10).

Os valores de espessura do súber das espécies não comuns na área sem fogo se deu entre 0,10 cm e 2,00 cm, com destaque para *Roupala montana* (0,60 cm a 1,80 cm) que apresentou a maior variação na amplitude de variação da comunidade (63,16%). Já *Ouratea hexasperma* (0,50 cm a 0,80 cm) e *Byrsonima pachyphylla* (0,10 cm a 0,40 cm) apresentaram menor variação dentro da comunidade (15,79% ambas). Para a área com fogo, a distribuição das espécies foi de 0,40 cm a 1,90 cm, com *Erytroxylum tortuosum* (0,60 cm a 1,90 cm) ocupando 86,67% da amplitude de variação da comunidade e *Strypnodendron adstringens* (0,40 cm a 0,60 cm) apenas 13,33% da amplitude de variação da comunidade total (Tabela 7).

TABELA 7: Espessura do súber das espécies comuns e não comuns, ocorrentes nas áreas sem fogo e com fogo, com suas respectivas variações (menor valor à esquerda e maior valor à direita). Os traços (—) indicam não ocorrência da espécie nas áreas, %: porcentagem de variação da espessura do súber de cada espécie em relação ao total de variação da área.

Espécies comuns	Espessura do súber (cm)					
	sem fogo			com fogo		
	Variação		%	Variação		%
<i>Annona crassiflora</i>	0,10	1,80	100,00%	1,00	2,00	58,82%
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	0,50	1,30	47,06%	0,70	1,10	23,53%
<i>Caryocar brasiliense</i>	0,50	1,60	64,71%	0,80	1,00	11,76%
<i>Dalbergia miscolobium</i>	0,40	1,10	41,18%	0,70	1,20	29,41%
<i>Eriotheca gracilipes</i>	0,70	1,30	35,29%	0,90	1,60	41,18%
<i>Ouratea spectabilis</i>	0,40	1,50	64,71%	1,10	1,60	29,41%
<i>Pouteria ramiflora</i>	0,80	1,30	29,41%	0,50	1,50	58,82%
<i>Pouteria torta</i>	0,70	1,40	41,18%	0,50	1,00	29,41%
<i>Qualea multiflora</i>	0,10	0,60	29,41%	0,50	0,90	23,53%
<i>Qualea parviflora</i>	0,80	1,10	17,65%	0,70	1,80	64,71%
<i>Styrax ferrugineus</i>	0,40	1,10	41,18%	0,90	2,10	70,59%
<i>Tachigali vulgaris</i>	0,40	1,10	41,18%	0,40	1,20	47,06%
<i>Vochysia cinnamomea</i>	0,70	1,50	47,06%	0,70	1,70	58,82%
Espécies não comuns						
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	0,10	0,40	15,79%	—	—	—
<i>Connarus suberosus</i>	0,40	1,40	52,63%	—	—	—
<i>Erytroxylum suberosum</i>	0,70	1,10	21,05%	—	—	—
<i>Eugenia punicifolia</i>	1,10	2,00	47,37%	—	—	—
<i>Ouratea hexasperma</i>	0,50	0,80	15,79%	—	—	—
<i>Roupala montana</i>	0,60	1,80	63,16%	—	—	—
<i>Dimorphandra mollis</i>	—	—	—	0,60	1,00	26,67%
<i>Erytroxylum tortuosum</i>	—	—	—	0,60	1,90	86,67%
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	—	—	—	1,10	1,50	26,67%
<i>Strypnodendron adstringens</i>	—	—	—	0,40	0,60	13,33%
<i>Strypnodendron polyphyllum</i>	—	—	—	0,40	1,00	40,00%

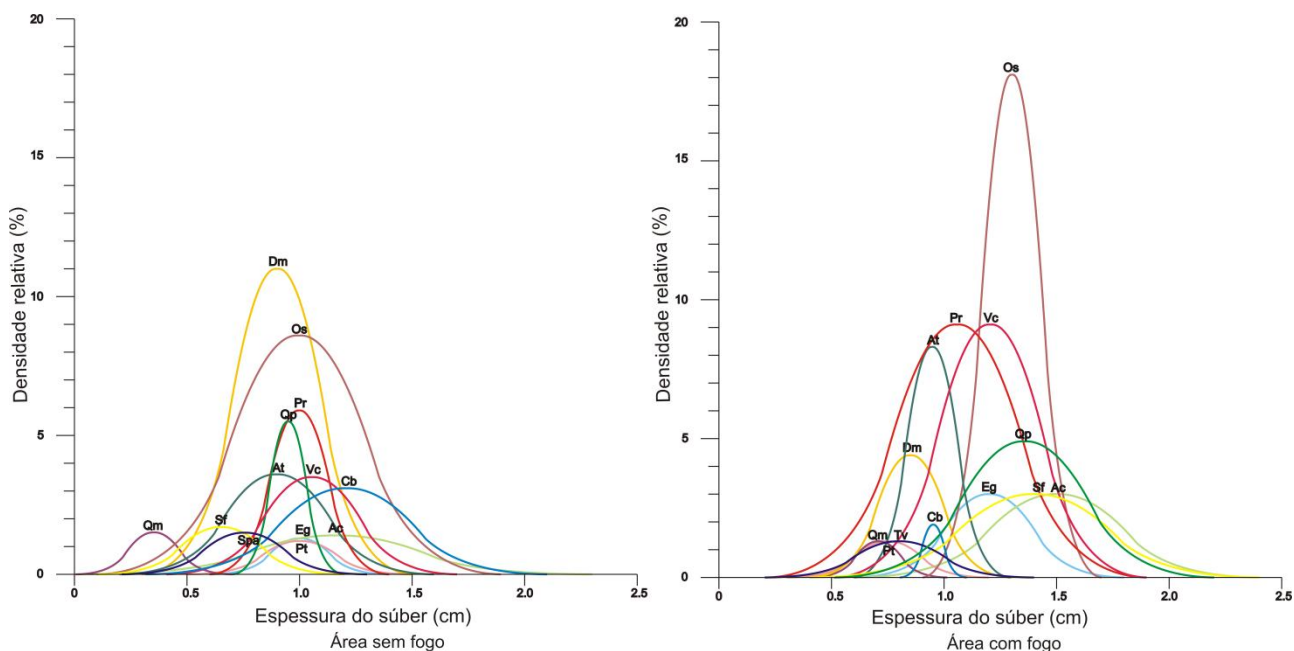


FIGURA 10: Distribuição das espécies comuns, com suas respectivas densidades relativas em cada área (sem fogo e com fogo), ao longo do eixo de Espessura do súber. Ac: *Annona crassiflora**, At: *Aspidosperma tomentosum**, Cb: *Caryocar brasiliense**, Dm: *Dalbergia miscolobium*, Eg: *Eriotheca gracilipes*, Os: *Ouratea spectabilis**, Pr: *Pouteria ramiflora**, Pt: *Pouteria torta*, Qm = *Qualea multiflora*, Qp: *Qualea parviflora**, Sf: *Styrax ferrugineus**, Tv: *Tachigali vulgaris*, Vc: *Vochysia cinnamomea*. *: espécies que apresentaram porcentagens diferentes entre as áreas.

Ao contrário do ocorrido para área foliar específica e densidade do súber, observou-se que as espécies não comuns na ausência do fogo apresentaram uma distribuição mais ampla (maior amplitude de variação) em relação à comunidade (mais generalistas), com exceção de *Erytroxylum suberosum* e *Ouratea hexasperma*, enquanto que na presença do fogo, as espécies apresentaram uma distribuição mais restrita (menor amplitude de variação) em relação a comunidade total para o atributo densidade do súber (mais especialistas), com exceção de *Erytroxylum tortuosum* e *Strypnodendron poplyphyllum* (Figura 11).

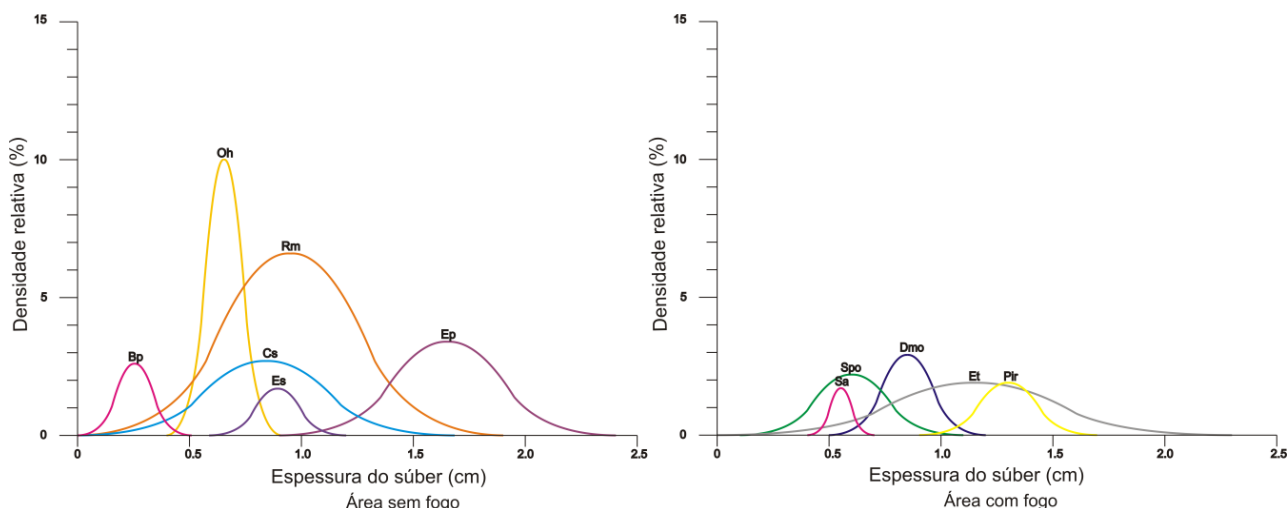


FIGURA 11: Distribuição das espécies não comuns, com suas respectivas densidades relativas em cada área (sem fogo e com fogo), ao longo do eixo de Espessura do súber. Bp: *Byrsonima pachyphylla*, Cs: *Connarus suberosus*, Dmo: *Dimorphandra mollis*, Ep: *Eugenia punicifolia*, Es: *Erythroxylum suberosum*, Et: *Erythroxylum tortuosum*, Oh: *Ouratea hexasperma*, Pir: *Piptocarpha rotundifolia*, Rm: *Roupala montana*, Sa: *Stryphnodendron adstringens*, Spo: *Stryphnodendron polyphyllum*

Agrupamento funcional

A análise dos grupos funcionais foi realizada a partir da classificação das espécies selecionadas nos parâmetros deciduidade (decídua/perene), presença ou ausência de látex e presença ou ausência de nectários extraflorais (Tabela 8). O dendrograma formado a partir da análise de agrupamento por média de grupo (UPGMA) determinou a formação de cinco grupos, com índice qualitativo de 0,50 (Jaccard) (Figura 12). Todos os grupos foram formados por espécies comuns (co-ocorrentes) e não comuns (exclusivas) dentre as espécies selecionadas pelo IVC na comunidade estudada, com exceção do Grupo 2, que foi formado somente por espécies comuns. O Grupo 1 foi formado por seis espécies, sendo *Annona crassiflora*, *Connarus suberosus*, *Dimorphandra mollis*, *Erythroxylum suberosum*, *Erythroxylum tortuosum* e *Vochysia cinnamomea* agrupadas pelas características decíduas, ausência de látex e ausência de nectários extraflorais. O Grupo 2, o único grupo formado por três espécies comuns entre as duas áreas, foram agrupadas pelas características decíduas, com látex presente e nectários ausentes, composto por *Aspidosperma tomentosum*, *Pouteria ramiflora* e *Pouteria torta*. O Grupo 3, formado por seis espécies decíduas, com látex ausente e nectários presentes, foi composto por *Caryocar brasiliense*, *Eriotheca gracilipes*, *Qualea multiflora*, *Qualea parviflora*, *Stryphnodendron adstringens*, *Stryphnodendron polyphyllum*. O Grupo 4 foi formado por sete espécies, sendo

Byrsonima pachyphylla, *Dalbergia miscolobium*, *Eugenia punicifolia*, *Piptocarpha rotundifolia*, *Roupala montana*, *Tachigali vulgaris*, *Styrax ferrugineus*, agrupadas pelas características perenes, látex ausente e nectários ausentes. O Grupo 5, foi o menor grupo, composto apenas por duas espécies, *Ouratea hexasperma* e *Ouratea spectabilis*, agrupadas pelas características perene, látex ausente e nectários presentes.

TABELA 8: Características ecológicas das espécies ocorrentes nas duas áreas de cerrado sentido restrito, sem ocorrência de fogo e com ocorrência de fogo, na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais, organizadas em ordem alfabética. Deciduidade: perene ou decídua, Látex: presença ou ausência, Nectários: presença ou ausência.

Espécies	Características			
	Abreviaturas	Deciduidade	Látex	Nectários
<i>Annona crassiflora</i>	Anno cra	decídua	ausente	ausente
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	Aspi tom	decídua	presente	ausente
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	Byrs pac	perene	ausente	ausente
<i>Caryocar brasiliense</i>	Cary bra	decídua	ausente	presente
<i>Connarus suberosus</i>	Conn sub	decídua	ausente	ausente
<i>Dalbergia miscolobium</i>	Dalb mis	perene	ausente	ausente
<i>Dimorphandra mollis</i>	Dimo mol	decídua	ausente	ausente
<i>Eriotheca gracilipes</i>	Erio gra	decídua	ausente	presente
<i>Erythroxylum suberosum</i>	Eryt sub	decídua	ausente	ausente
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	Eryt tor	decídua	ausente	ausente
<i>Eugenia punicifolia</i>	Euge pun	perene	ausente	ausente
<i>Ouratea hexasperma</i>	Oura hex	perene	ausente	presente
<i>Ouratea spectabilis</i>	Oura spe	perene	ausente	presente
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	Pipt rot	perene	ausente	ausente
<i>Pouteria ramiflora</i>	Pout ram	decídua	presente	ausente
<i>Pouteria torta</i>	Pout tor	decídua	presente	ausente
<i>Qualea multiflora</i>	Qual mul	decídua	ausente	presente
<i>Qualea parviflora</i>	Qual par	decídua	ausente	presente
<i>Roupala montana</i>	Roup mont	perene	ausente	ausente
<i>Tachigali vulgaris</i>	Tachi vul	perene	ausente	ausente
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Stry ads	decídua	ausente	presente
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	Stry pol	decídua	ausente	presente
<i>Styrax ferrugineus</i>	Styr fer	perene	ausente	ausente
<i>Vochysia cinnamomea</i>	Voch cin	decídua	ausente	ausente

Como todos os grupos formados apresentaram tanto espécies comuns (co-ocorrentes) e não comuns (exclusivas) dentre as espécies selecionadas pelo IVC na comunidade estudada, pode-se observar que não houve um predomínio de um conjunto de características ocorrendo em áreas sob diferentes frequências de fogo, não formando dois grupos funcionais distintos separados pela frequência do fogo.

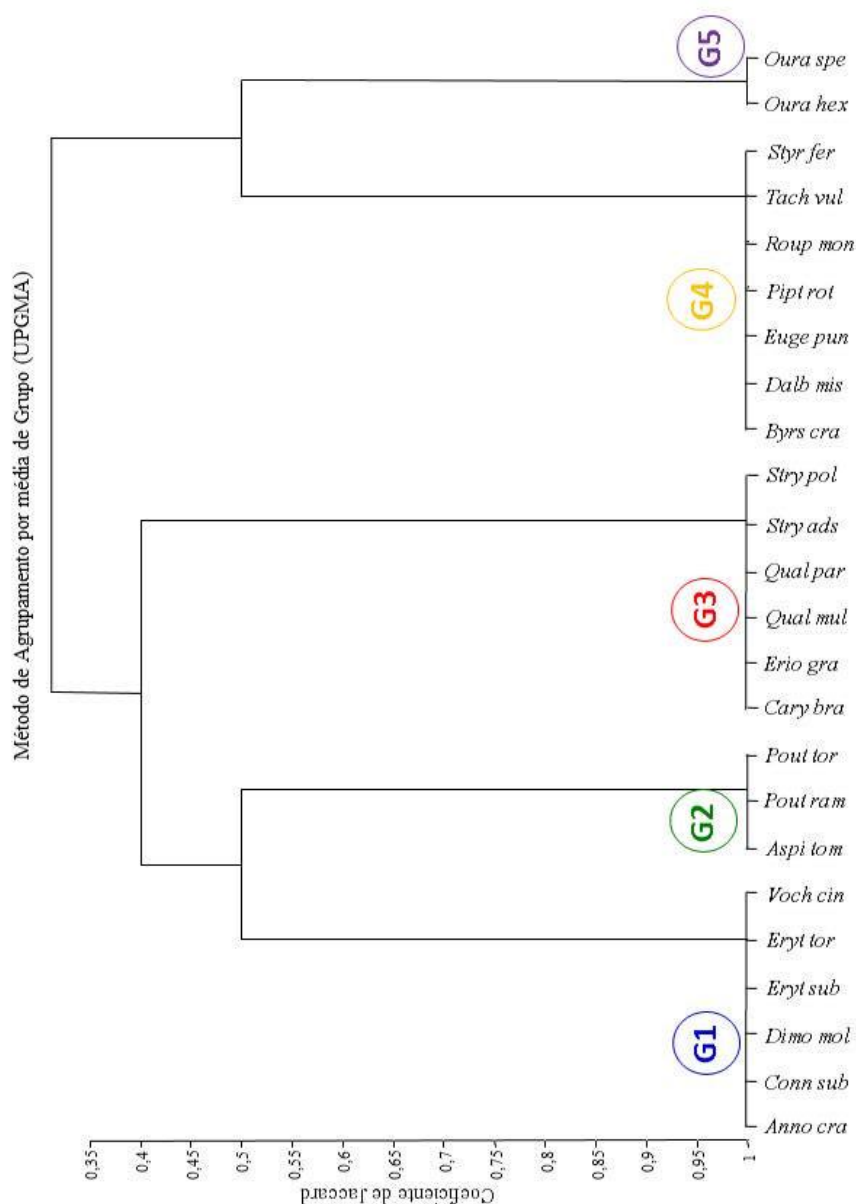


FIGURA 12: Análise de agrupamento das 24 espécies selecionadas no cerrado sentido restrito da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (MG). As abreviaturas dos nomes das espécies estão especificadas na Tabela 8.

DISCUSSÃO

Área Foliar Específica (AFE)

Dentre as 13 espécies comuns nas duas áreas, *D. miscolobium*, *O. spectabilis*, *Q. multiflora*, *S. ferrugineus* e *T. vulgaris* apresentaram diferença na área foliar específica entre as áreas com fogo e sem fogo, comprovando que as cinco espécies apresentaram plasticidade ao ambiente em relação ao fogo.

O estresse hídrico, a deficiência nutricional dos solos ou qualquer outro tipo de perturbação, como a causada pelo fogo, conduz as espécies arbóreas de cerrado a ajustes adaptativos convergentes para baixos valores de área foliar específica (Kozlowski *et al.* 1991; Martínez-Trinidad *et al.* 2002). Fahn (1990) afirmou que a redução da área foliar é compensada pelo maior espessamento das folhas, o parênquima clorofiliano paliçádico torna-se mais desenvolvido que o esponjoso. De acordo com Klich (2000), Kürschner e colaboradores (1998), o aumento da espessura da folha está relacionado ao aumento dos tecidos do mesófilo. Uma vez que ocorre redução da área foliar e espessamento das folhas, o que ocasionaria aumento do peso foliar, pode-se concluir que as espécies sob estresse apresentariam reduzida AFE quando comparadas com aquelas na ausência de perturbação, como ocorreu para *O. spectabilis*, *Q. multiflora*, *S. ferrugineus*, que apresentaram AFE menor na área com fogo, corroborando com a hipótese.

Entretanto, não são todas as espécies que convergem para baixos valores de área foliar específica na presença do fogo ou que sofrem influência desse tipo de perturbação. Algumas espécies, como *D. miscolobium* e *T. vulgaris*, apresentaram valores de AFE maiores na área com fogo, enquanto que *A. crassiflora*, *A. tomentosum*, *C. brasiliense*, *E. gracilipes*, *P. ramiflora*, *P. torta*, *Q. parviflora*, *V. cinnamomea* se comportaram de forma indiferente a ocorrência de fogo, não apresentando diferença nos valores de AFE entre as áreas com fogo e sem fogo. Isso demonstra a ausência de um padrão na convergência de respostas adaptativas ao fogo para as espécies da comunidade estudada, o que foi também observado por Faleiro (2007), o qual relatou a ausência de um padrão nas respostas adaptativas das espécies em relação ao fogo.

Ao analisar somente espécies não comuns entre as áreas sem fogo e com fogo, houve diferença nos valores de área foliar específica, mas nesse caso, ocorreu aumento da área foliar específica na área com fogo, quando comparado com as espécies exclusivas da área sem fogo. A área foliar específica é crucial à longevidade da folha, ao tempo médio de resistência dos nutrientes e à adaptação aos nutrientes do solo

(Westboy 1998). Ela deve ser estimadora da taxa de retorno de investimento, ou seja, uma área foliar específica alta implica um menor tempo de retorno do investimento feito em cada grama de matéria seca na folha (Poorter 1994) e, conseqüentemente, uma resposta flexível com relação à disposição espacial dos recursos luminosos e do solo (Grime 1994). Sendo assim, o aumento da área foliar específica pode estar relacionado com redução do peso foliar, em que o parênquima clorofiliano paliçádico e os tecidos do mesófilo tornam-se menos desenvolvidos, ocasionando redução da espessura da folha e alocação desse recurso em outras estratégias que garantirão sobrevivência ao fogo, como enraizamento e posterior rebrotamento de raízes ou caules. Nesse caso, a redução da área foliar específica demonstra certa plasticidade dessas espécies à passagem do fogo, o que confere à essas espécies uma maior adaptabilidade e, conseqüentemente, maior sobrevivência diante tal perturbação, quando comparadas com aquelas da área sem ocorrência de fogo.

As curvas de distribuição das espécies demonstraram, no geral, amplitude de variação de cada atributo para cada uma das espécies. Dentre as espécies comuns nas duas áreas, somente *A. tomentosum*, *E. gracilipes*, *P. torta* e *S. ferrugineus* apresentaram diferença nessa variação para o atributo área foliar específica, comparando as áreas com fogo e sem fogo. Nesse caso, o fogo agiu como elemento modelador e influenciou nas respostas dessas espécies à sobrevivência ao fogo, que responderam aumentando a amplitude de variação (*P. torta*), mantendo a amplitude, mas aumentando sua densidade (*E. gracilipes*), ou ambas as condições (*A. tomentosum* e *S. ferrugineus*). O fogo tem complexos efeitos sobre a reprodução de algumas espécies, estimulando o florescimento, a germinação de sementes e o número de plântulas (Bond & Wilgen 1996), o que pode estar relacionado com o fato de algumas espécies aumentarem a densidade na área sob ocorrência do fogo. Nesse caso, aumentar a densidade ou até mesmo aumentar a amplitude de variação são estratégias que conferem plasticidade e resistência dessas espécies ao fogo, as quais parecem se beneficiarem com esse distúrbio para se estabelecerem (Faleiro 2007).

Para as espécies não comuns entre as duas áreas, observou que aquelas exclusivas da área com fogo (*D. mollis*, *E. tortuosum*, *P. rotundifolia*, *S. adstringens*, *S. polyphyllum*) apresentaram menores índices de densidade relativa e menor variação (menor amplitude), posicionadas em uma faixa estreita em relação a amplitude de variação da comunidade total da comunidade (mais especialistas). As espécies exclusivas da área sem fogo (*B. pachyphylla*, *C. suberosus*, *E. suberosum*, *E.*

punicifolia, *O. hexasperma*, *R. montana*) apresentaram índices de densidade relativa maiores, com exceção de *E. suberosum*, e no geral, maior variação (maior amplitude), posicionadas em uma faixa maior em relação a amplitude de variação da comunidade total estudada (mais generalistas).

Nesse caso, o fogo agiu de forma contrária, como ocorrido para as espécies comuns, inibindo a reprodução, o que pode estar relacionado com a sensibilidade dessas espécies ao fogo. O fato das espécies exclusivas da área com fogo apresentarem menor densidade relativa e menor amplitude de variação demonstra uma tendência a um possível *trade off* entre diminuir sua densidade e se especializar, o qual favoreceria a sobrevivência dessas espécies sob influencia do fogo. O contrário favoreceria outras espécies, aquelas exclusivas da área sem fogo, as quais se beneficiariam com aumento da amplitude (mais generalistas), sob maior densidade relativa, demonstrando a elevada plasticidade apresentada por muitas espécies de cerrado (Hoffmann & Franco 2003; Faleiro 2007).

Diante dos resultados apresentados, pode-se afirmar que o fogo agiu como um agente modelador em algumas espécies dessa comunidade, entretanto não foi encontrado um padrão de respostas em relação ao atributo área foliar específica. Algumas espécies apresentaram diferença nos valores de área foliar específica entre as duas áreas, outras apresentaram diferença, porém contrária ao esperado e algumas delas se comportaram de forma indiferente a ocorrência de fogo. Poucos foram os trabalhos que trouxeram claramente a relação que o atributo área foliar específica apresenta em resposta a ocorrência de fogo, e, além disso, a ausência de um padrão nas respostas encontradas dificulta o real entendimento do comportamento de espécies diante tal distúrbio.

Densidade do súber (DS)

O súber propriamente dito é uma substância formada pelo felogênio, mais especificamente, o felogênio forma o súber na direção da superfície e o feloderma na direção interna e, juntos, os três formam a periderme. Durante a diferenciação das células do súber, a superfície interna é recoberta por lamelas intensamente suberizadas, que consistem em camadas alternadas de suberina e cera, tornando o tecido altamente impermeável à água e à gases. Entretanto, as paredes das células do súber podem também tornar-se lignificadas, que é outro tipo de substância que confere proteção a ataques microbiológicos e mecânicos aos tecidos vegetais (Raven *et al.* 2001).

A densidade do súber é um parâmetro que está relacionado com a quantidade de água e com a quantidade de lignina ou suberina presente no tecido (Raven *et al.* 2001; Paine *et al.* 2010), influenciando dessa forma no grau de isolamento dos tecidos internos, tornando a espécie mais ou menos vulnerável ao fogo. Sendo assim, a proteção dos tecidos internos está relacionada com as diferentes formas de alocação de lignina e suberina. Os dois elementos conferem isolamento dos tecidos internos ao fogo, porém a suberina confere maior grau de proteção ao fogo, uma vez que é altamente hidrofóbica, promovendo maior isolamento do caule sob altas temperaturas (Melo 2011). Dessa forma, quanto menor a quantidade de água e maior a quantidade de suberina, menor a densidade e maior o grau de isolamento dos tecidos internos. Em contrapartida, quanto maior a quantidade de água e lignina nos tecidos, maior será a densidade do súber e consequentemente, menor a proteção dos tecidos internos ao fogo.

Dentre as 13 espécies comuns nas duas áreas, *S. ferrugineus* foi a única que apresentou diferença na densidade do súber entre as áreas com fogo e sem fogo, entretanto os maiores valores de densidade do súber na área com fogo ocorreram contrário ao esperado. Já *A. crassiflora*, *A. tomentosum*, *C. brasiliense*, *D. miscolobium*, *E. gracilipes*, *O. spectabilis*, *P. ramiflora*, *P. torta*, *Q. multiflora*, *Q. parviflora*, *T. vulgaris* e *V. cinnamomea* se comportaram de forma indiferente a ocorrência de fogo.

O maior valor de densidade do súber na área com fogo de *S. ferrugineus*, quando comparada entre as áreas, pode estar relacionado com o fato de a espécie responder ao fogo investindo menos em uma casca com elevada quantidade de suberina, mas em contrapartida, outras estratégias que garantem sua sobrevivência da mesma forma são induzidas, como observado por Faleiro (2007), o qual relatou a ocorrência de 23 rebrotas subterrâneas em uma área com histórico de fogo frequente. Isso demonstra a plasticidade das espécies do cerrado em responder as variações ambientais e a existência de possíveis *trade offs*, reforçando a hipótese de que o cerrado apresenta alta resiliência (Hoffmann & Franco 2003).

As espécies não comuns apresentaram a mesma resposta, com densidade do súber maior na área com fogo, o que pode estar relacionado com o fato de que os eventos de fogo nessas comunidades estão selecionando espécies com características vulneráveis a cada ambiente e a densidade do súber não está sendo uma característica que condiciona maior sobrevivência a essas espécies sob eventos de fogo. Isso reforça mais uma vez o quanto a plasticidade fenotípica é importante e age como mecanismo

gerador da variabilidade, importante nos processos adaptativos e evolutivos envolvidos na sobrevivência de espécies no cerrado (Cardoso & Lomônaco 2003).

As curvas de distribuição das espécies comuns, no geral, demonstraram a forma como a densidade do súber de cada espécie ocorreu dentro da comunidade, ou seja, o amplitude de variação de cada espécie em relação a densidade do súber da comunidade como um todo. Dentre as 13 espécies comuns nas duas áreas, *C. brasiliense*, *D. miscolobium*, *Q. multiflora*, *Q. parviflora* e *V. cinnamomea* apresentaram diferença na amplitude de variação. Ao analisar a amplitude de variação dessas espécies entre as duas áreas, pode-se observar que, no geral, o fogo induziu alterações na amplitude da variação e na densidade das espécies. No geral, o fogo induziu nas cinco espécies redução na densidade. Em relação a amplitude da variação, algumas responderam ao fogo aumentando sua amplitude (*C. brasiliense*, *D. miscolobium*, *Q. parviflora*), enquanto outras tiveram sua densidade reduzida (*V. cinnamomea*) ou não modificada (*Q. multiflora*). Da mesma forma que algumas espécies são beneficiadas com a ocorrência do fogo e respondem a esse distúrbio aumentando sua densidade (Bond & Wilgen 1996), outras apresentam resposta inversa, que também deve ser considerada como estratégias que conferem a essas espécies uma maior sobrevivência sob ocorrência do fogo.

Dentre as espécies não comuns das duas áreas, observou-se que aquelas exclusivas da área sem fogo (*B. pachyphylla*, *C. suberosus*, *E. suberosum*, *E. puniceifolia*, *O. hexasperma*, *R. montana*) se encontraram posicionadas em uma porção específica da amplitude de variação da comunidade total, aproximadamente de 0,08g/cm³ a 0,39g/cm³, com exceção de *R. montana*, que se posicionou além desse intervalo, entre 0,48g/cm³ a 0,57g/cm³ e *E. suberosum* a qual apresentou grande amplitude de variação da densidade do súber. A partir disso, pode-se dizer que há uma tendência dessas espécies em serem mais especialistas, por apresentarem menor variação nos valores de densidade do súber. Já para as espécies exclusivas da área com fogo (*D. mollis*, *E. tortuosum*, *P. rotundifolia*, *S. adstringens*, *S. polyphyllum*) observou-se uma ocupação maior na amplitude de variação total da comunidade, de 0,11g/cm³ a 0,71g/cm³, podendo então prever uma tendência dessas espécies serem mais generalistas, em virtude de uma variação maior nos valores de densidade do súber em relação a amplitude de variação da comunidade total. O fato de algumas espécies se apresentarem mais especialistas e outras mais generalistas em relação a densidade do súber pode ser explicado pela plasticidade fenotípica das espécies do cerrado, induzida

pelo ambiente e no caso pelo fogo (Bradshaw 1965, Stearns 1989, Scheiner 1993), que respondem a essa perturbação cada qual com adaptações que garantem a sua sobrevivência nesses ambientes (Hoffmann & Franco 2003; Simon *et al.* 2009).

Diante desses resultados, pode-se observar que há influência do fogo na densidade do súber, entretanto não foi encontrado um padrão nas respostas das espécies da comunidade estudada para esse atributo. Algumas responderam a esse distúrbio com aumento da densidade do súber, investindo em uma casca com maior teor de suberina e menor quantidade de água, enquanto outras responderam a essa perturbação diminuindo a densidade do súber, com cascas contendo baixos teores de suberina e grande quantidade de água.

Espessura do súber (ES)

A espessura do súber é um parâmetro que indica quão espessa é a camada de isolamento dos tecidos internos, o que influencia diretamente no grau de proteção dos mesmos (Bond & Wilgen 1996).

Dentre as 13 espécies comuns das duas áreas, *Qualea multiflora* e *Styrax ferrugineus* apresentaram diferença na espessura do súber entre as áreas, apresentando maiores valores de espessura do súber na área sob ocorrência do fogo, corroborando com a hipótese. A vegetação do cerrado apresenta características que reforçam a ideia de estratégias adaptativas da vegetação ao fogo, como forte suberização do tronco e dos galhos, permitindo certo grau de isolamento térmico dos tecidos internos, mesmo em temperaturas elevadas (Coutinho 1990; Rocha-Silva & Miranda 1996), assim como presença de rebrotas subterrâneas, frutificação e fenologia foliar especializada, folhas finas e pilosas, que garantam menor transpiração e maior sobrevivência sob ocorrência do fogo (Eiten 1972; Steuter & McPherson 1995; Ratter *et al.* 1997; Gottsberger *et al.* 2006). De certa forma, a sobrevivência à queima está relacionada à integridade do tecido cambial do caule e da raiz, e a espessura e o tipo de casca são fundamentais para conferir a resistência ao fogo (Bond & Wilgen 1996). Já *A. crassiflora*, *A. tomentosum*, *C. brasiliense*, *D. miscolobium*, *E. gracilipes*, *O. spectabilis*, *P. ramiflora*, *P. torta*, *Q. parviflora*, *T. vulgaris*, *V. cinnamomea* se comportaram de forma indiferente a ocorrência do fogo.

Em relação às espécies exclusivas de cada área, observou-se que não houve diferença na espessura do súber entre as duas áreas, inferindo que o fogo não interferiu na espessura do súber para essas espécies, que se demonstraram indiferentes ao fogo.

Em alguns casos, quando a casca é pouco espessa e não age como isolante térmico dos tecidos internos, algumas espécies respondem a ocorrência de fogo com adaptações como desenvolvimento de órgãos subterrâneos de reserva e crescimento em altura para alcance de tamanho crítico de escape ao fogo (Henriques & Hay 2002; Miranda *et al.* 2002; Miranda & Sato 2005).

Ao analisar os gráficos de distribuição das espécies não comuns entre as duas áreas foram observadas dois tipos de respostas: algumas espécies apresentaram plasticidade ao fogo e outras se comportaram de forma indiferente a tal ocorrência, não apresentando alteração considerável na espessura do súber entre as áreas sem fogo e com fogo. Dentre as 13 espécies comuns, sete apresentaram diferença na variação da espessura do súber entre as áreas (*Annona crassiflora*, *Aspidosperma tomentosum*, *Caryocar brasiliense*, *Ouratea spectabilis*, *Pouteria ramiflora*, *Qualea parviflora* e *Styrax ferrugineus*). Nesse caso, o fogo agiu como elemento modelador e influenciou nas respostas dessas espécies à sobrevivência ao fogo. Quando comparados o comportamento dessas espécies nas áreas sem fogo e com fogo observou-se variados tipos de resposta como, por exemplo, *A. crassiflora*, que respondeu ao fogo aumentando sua amplitude de variação, mas mantendo sua densidade relativa, *S. ferrugineus* mantendo sua amplitude, mas aumentando sua densidade relativa, *C. brasiliense* diminuindo sua amplitude e sua densidade relativa, *P. ramiflora* aumentando a amplitude de variação e a densidade relativa, e por fim, *A. tomentosum*, *O. spectabilis* e *Q. parviflora*, que responderam diminuindo sua amplitude de variação mas aumentaram sua densidade sob ocorrência do fogo. Todas essas estratégias são respostas que conferem plasticidade ao fogo, entretanto pode-se observar a ausência de um padrão.

Ao analisar os gráficos de distribuição das espécies não comuns entre as duas áreas observou-se que aquelas exclusivas da área sem fogo (*B. pachyphylla*, *C. suberosus*, *E. suberosum*, *E. puniceifolia*, *O. hexasperma*, *R. montana*) apresentaram no geral, maiores índices de densidade relativa e uma maior amplitude, que implica uma maior variação nos valores de espessura do súber em relação a comunidade, quando comparada com as espécies exclusivas da área com fogo (*D. mollis*, *E. tortuosum*, *P. rotundifolia*, *S. adstringens*, *S. polyphyllum*). O fato das espécies exclusivas da área sem fogo apresentarem maiores índices de densidade relativa e uma maior variação nos valores de espessura do súber demonstra uma tendência a um possível *trade off* existente entre aumentar sua densidade, porém aumentar também sua amplitude de variação (mais generalistas), o qual favoreceria a sobrevivência sob influencia do fogo.

O contrário favoreceria as espécies exclusivas da área com fogo, as quais diminuiriam a amplitude de variação dos valores de espessura do súber (mais especialistas), sob condições de baixa densidade relativa.

A vegetação do Cerrado apresenta características que reforçam a ideia de estratégias adaptativas da vegetação ao fogo alguns autores afirmam sobre a existência de relação entre a densidade de árvores e arbustos e a ocorrência do fogo. Em alguns casos, o fogo elimina espécies sensíveis e a diminuição da densidade de árvores e arbustos favorece o estabelecimento de certas espécies (Frost & Robertson 1987; Agee 1993; Medina & Huber 1994). As espécies comuns e não comuns entre as áreas sem fogo e com fogo se apresentaram dessa forma, com modificação na densidade e nesse caso, a espessura do súber não foi um atributo que respondeu de forma eficiente ao fogo.

Diante dos resultados apresentados, observou-se que o fogo agiu como elemento modelador, entretanto não houve um padrão de respostas. Algumas espécies responderam aumentando a espessura do súber sob ocorrência do fogo, em outras a ocorrência do fogo ocasionou o desenvolvimento de um súber menos espesso e em alguns casos, as espécies se manifestaram de forma indiferentes a ocorrência do fogo.

Agrupamento funcional

Segundo Pillar e Sosinski Jr. (2003) um grupo funcional é caracterizado por um conjunto de espécies vegetais, que independentemente de sua filogenia, são similares em algumas características, apresentando padrões similares de associação com certas variáveis. Da mesma forma que formações de cerrado e formações florestais apresentam características diferenciadas e se comportariam como grupos funcionais distintos (Díaz e Cabido 2001), pode-se postular que as espécies das áreas sem fogo e com fogo se comportariam da mesma forma, devido a algumas diferenças ambientais encontradas entre essas formações, o que não ocorreu.

A análise de agrupamento permitiu identificar que não houve uma padronização na seleção de características entre as espécies que possibilitassem uma maior sobrevivência em áreas sob ocorrência de fogo, demonstrando a seleção de múltiplas estratégias para tolerar tais condições. Esperava-se que houvesse formação de dois grandes grupos (adaptado e não adaptado ao fogo), agrupando espécies a partir de características que conferem maior e menor adaptabilidade ao fogo, dentre os atributos escolhidos, o que não ocorreu. Considerando que o fogo é um elemento modelador

nessas duas comunidades, o resultado do agrupamento demonstrou que as características escolhidas não apresentaram relação com a ocorrência de fogo, e que dessa forma, não foram boas indicadoras de resistência ao fogo.

CONCLUSÃO

A plasticidade das espécies ao fogo é um importante filtro determinante na composição e sobrevivência das espécies do cerrado. No geral, grande parte das espécies apresentaram respostas ao fogo o que demonstra que o fogo agiu como um agente modelador, entretanto, não foi observado um padrão nessas respostas entre as áreas sem fogo e com fogo. Para área foliar específica, apenas *O. spectabilis*, *Q. multiflora*, *S. ferrugineus* apresentaram AFE menor na área com queimadas frequentes, corroborando com a hipótese. A ausência de trabalhos que abordem as possíveis respostas existentes entre área foliar específica e fogo dificulta o entendimento do real comportamento das espécies de cerrado sob ocorrência do fogo.

Em relação à densidade do súber, a única espécie que apresentou diferenças entre as áreas foi *S. ferrugineus*, entretanto não ocorreu de acordo com o esperado, apresentando maiores valores na área com fogo. A espessura do súber apresentou diferença entre as áreas para *Qualea multiflora* e *Styrax ferrugineus*, apresentando maiores valores na área com ocorrência de queimadas, corroborando com a hipótese.

Em relação aos parâmetros densidade e espessura do súber, o melhor grau de isolamento estaria relacionado com uma menor densidade e uma maior espessura do súber. O súber é um elemento que se modula rapidamente sob ocorrência do fogo, entretanto a ausência de um padrão entre as espécies pode ser aplicada a uma falha na metodologia, que poderia ser retificada aumentando o número de indivíduos amostrados, padronizando o tamanho de indivíduos amostrados ou coletando amostras nos indivíduos em diferentes classes de tamanhos, para padronizar as amostras e diminuir as variações intraespecíficas, podendo assim encontrar tendências maiores e mais claras de plasticidade ao fogo.

Já em relação ao agrupamento funcional, não houve formação de dois grupos distintos separados pela frequência do fogo, o que pode estar relacionado com as características escolhidas e suas respostas ao fogo.

Estudos desse tipo são de grande importância para a compreensão da plasticidade adaptativa das espécies do cerrado submetidas a diferentes condições

ambientais, por correlacionar possíveis atributos ecológicos que respondem ao fogo e facilitar o entendimento da comunidade como um todo, uma vez que a resposta da comunidade ao fogo, em pequena escala, ocorre através de modificações morfofisiológicas dos indivíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agee, J. K. 1993. **Fire Ecology of Pacific Northwest Forests**. New York: Island Press.

Albert, C. H.; Grassien, F.; Schurr, F. M.; Vieilledent G.; Violle C. 2011. When and how should intraspecific variability be considered in trait-based plant ecology? **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics** **13**: 217 – 225.

Alves-Silva, E.; Del-Claro, K. 2010. Thrips in Neotropics: What do we know so far? **Trends in Entomology** **6**: 77 – 88.

Bond, W. J.; Wilgen, B. W. 1996. **Fire and Plants**. New York: Chapman & Hall.

Bradshaw, A. D. 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. Pp.115 – 155. In: Caspary, E. M.; Thoday, J. M. **Advances in genetics** (eds.). Academic Press, New York.

Bridgewater, S.; Ratter, J. A.; Ribeiro, J. F. 2004. Biogeographic patterns, β -diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. **Biodiversity and Conservation** **13**: 2295 – 2318.

Campos, R. I.; Lopes, C. T.; Magalhães, W. C. S.; Vasconcelos, H. L. 2008. Estratificação vertical de formigas em Cerrado *strictu sensu* no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre**, **98**(3): 311 – 316.

Cardoso, G. L.; Lomônaco, C. 2003. Variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess. (Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. **Revista Brasileira de Botânica** **26** (1): 131 – 140.

Carmona, D.; Lajeunesse, M. J.; Johnson, M. T. J. 2011. Evolutionary ecology of plant defenses: Plants traits predict resistance to herbivores. **Functional Ecology** **25**: 358 – 367.

Cornelissen, J. H. C.; Lavorel, S.; Garnier, E.; Diaz, S.; Buchmann, N.; Gurvich, D. E.; Reich, P. B.; Ter Steege, H.; Morgan, H. D.; Van Der Heijden, M. G. A.; Pausas J. G.; Poorter, H. 2003. A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany** **51**: 335 – 380.

Coutinho, L. M. 1978. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** **1**: 17 – 23.

- Coutinho, L. M. 1990. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. Pp. 81 – 105. In: J. G. Goldammer (ed.). **Fire in the tropical biota**. Berlin, Springer-Verlag.
- Díaz, S.; Cabido, M. 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. **Trends in Ecology and Evolution** 16 (11): 646 – 655.
- Durigan, G.; Franco, G. A. D. C.; Saito, M.; Baitello, J. B. 2000. Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Revista brasileira de Botânica**. 23 (4): 371 – 383.
- Eiten, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review** 38: 201 – 1341.
- Eiten, G. 1994. Vegetação do cerrado. p.17-73. In: Pinto, M. N. **Cerrado - caracterização, ocupação e perspectivas**. Editora da Universidade de Brasília, Brasília.
- Fahn, A. 1990. **Plant anatomy**. 4th ed. Oxford, Pergamon Press.
- Faleiro, W. 2007. **Composição florística e estrutura da comunidade arbórea em duas áreas de Cerrado Sensu Stricto, em Uberlândia – Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 28p.
- Frost, P. G. H.; Robertson, F. 1987. The ecological effects of fire in savannas. Pp. 93 – 140. In: Walker, B. H. (ed.) **Determinants of tropical Savannas**. Oxford: IRL Press.
- Goldstein, G.; Meinzer, F.; Bucci, S.; Scholz, F.; Franco, A.; Hoffman, W. 2008. Water economy of Neotropical savanna trees: six paradigms revisited. **Tree Physiology** 2: 395 – 404.
- Goodland, R.; Pollard, R. 1973. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. **Journal of Ecology** 61: 219 – 224.
- Gottsberger, G.; Silberbauer-Gottsberger, I. 2006. Life in the Cerrado: a South American Tropical Seasonal Vegetation. In: **Origin, structure, dynamics and plant use**. Vol. 1. Reta Verlag, Ulm. 277.
- Grime, J. P. 1994. The role of plasticity in exploiting environmental heterogeneity. Pp. 1 – 19. In: Caldwell, M. M.; Pearcy, R. W. (eds). **Exploiting of enviromental heterogeneity by plants: Ecophysiological processes above-and-below-ground**. Academic, New York.
- Henriques, R. P. B.; Hay, J. D. 2002. Patterns and dynamics of plant populations. Pp. 140-158. In: Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. (Eds.). **Cerrados of Brazil**. New York, Columbia University Press.
- Henriques, R. P. B. 2005. Influência da história, solo e fogo na distribuição e dinâmica das fitofisionomias no bioma do Cerrado. In: SCARIOT, A.; SILVA, J. C. S.; FELFILI, J. M. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

- Hoffmann, W. A.; Franco, A. C. 2003. Comparative growth analysis of tropical Forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. **Journal of Ecology** **91**: 475 – 484.
- Hoffmann, W. A.; Moreira, A. 2002. The role off fire in population dynamics of woody plants. Pp. 159 – 177. In: Oliveira, P. S.; Marquis, R. S. **Ecology and natural history of a neotropical savanna: The cerrados of Brazil**. New York: University of Columbia Press.
- Hubbell, S. P. 2005. Neutral theory in community ecology and the hypothesis of functional equivalence. **Functional Ecology** **19**: 166 – 172.
- Keddy, P. A. 1992. A pragmatic approach to functional ecology. **Functional Ecology** **6**: 621 – 626.
- Hulshof, C. M.; Swenson, N. G. 2010. Variation in leaf functional trait values within and across individuals and species: an example from a Costa Rican dry forest. **Functional Ecology** **24**: 217-223.
- Kikuzawa, K. 1995. Leaf phenology as an optimal strategy for carbon gain in plants. **Canadian Journal of Botany** **73**: 158 – 163.
- Klich, M. G. 2000. Leaf variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. **Environmental and Experimental Botany** **44**: 171 – 183.
- Kozlowski, T.T.; Kramer, P.J.; Pallardy, S.G. 1991. **The physiological ecology of woody plants**. San Diego, Academic Press.
- Kürschner, W. M.; Stulen, I.; Wadner, F.; Kuiper, P. J. 1998. Comparison of paleobotanical observations with experimental data on the leaf anatomy of durmast Oak, *Quercus petraea* (Fabaceae) in response to environmental change. **Annals of Botany** **81**: 657 – 664.
- Lopes, S. F.; Vale, V. S.; Shiavini, I. 2009. Efeito de queimadas sobre a estrutura e composição da comunidade vegetal lenhosa do cerrado sentido restrito em Caldas Novas, GO. **Árvore** **33** (4): 695 – 704.
- Machado, S. R.; Morellato, L. P. C.; Sajo, M. G.; Oliveira, P. S. 2008. Morphological patterns of extrafloral nectaries in woody plant species of the Brazilian cerrado. **Plant Biology** ISSN 1435-8603. n. 068.
- Marcatti, C. R.; Oliveira, J. S.; Machado, S. R. 2006. Growth rings in Cerrado woody species: occurrence and anatomical markers. **Biotaneotropica**. **6** (3): 1 – 31.
- Marquis, R. J.; Diniz, I. R.; Morais, H. C. 2001. Patterns and correlates of interspecific variation in foliar insect herbivory and pathogen attack in Brazilian cerrado. **Journal of Tropical Ecology** **17**: 127 – 148.

Martínez-Trinidad, T.; Vargas-Hernández, J.J.; López-Upton, J.; Muñoz-Orozco, A. 2002. Response of *Pinus leiophylla* to water deficit: biomass accumulation, development of secondary needles and seedling mortality. **Terra** **20** (3): 291-301.

Medina, E.; Huber, O. 1992. The role of biodiversity in the functioning of savanna ecosystems. Pp. 139 – 158. In: Walker, B. H. (ed.). **Determinants of tropical savannas**. Oxford: IRL Press.

Melo, H. C. 2011. Espessamento em fi de parede celular. **Hoehnea** **38** (1): 1-7.

Miranda, H. S.; Bustamante, M.; Miranda, A. C. 2002. The fire factor. Pp. 51 – 68. In: Oliveira, P. S.; Marquis, R. J. (eds.). **The cerrados of Brazil**. Columbia University Press, New York.

Miranda, H. S.; Sato, M. N. 2005. Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado. In: Scariot, A.; Sousa-Silva, J. C.; Felfili, J. M. (eds) **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Pp. 93 – 106. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

Moreira, A. G. 2000. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. **Journal of Biogeography** **27**: 1021 – 1029.

Oliveira, P. S.; Leitão-Filho, H. F. 1987. Extrafloral nectaries: Their taxonomic distribution and abundance in the woody flora of cerrado vegetation in Southeast Brazil. **Biotropica** **19**(2): 140 –148.

Oliveira-Filho, A. T.; Scolforo, J. R. S. (Orgs.). 2008. **Inventário florestal de Minas Gerais: espécies arbóreas da flora nativa**. Lavras. Universidade Federal de Lavras 620p.

Paine, C. E. T.; Stahl, C.; Courtois, E. A.; Patino, S.; Sarmiento, C.; Baraloto, C. 2010. Functional explanations for variation in bark thickness in tropical rain forest trees. **Functional Ecology** **24**: 1202 – 1210.

Pillar, V. D.; Sosinski Jr, E. 2003. An improved method for searching plant functional types by numerical analysis. **Journal of Vegetation Science** **14**: 323 – 332.

Poorter, H. 1994. Construction costs and payback time of biomass: a whole plant perspective. Pp. 111 – 127. In: Roy, J; Garnier, E. (eds.). **A whole-plant perspective on carbon-nitrogen interactions**. SPB publishing, The Hague.

Prior, L. D.; Eamus, D.; Bowman, D. M. J. S. 2003. Leaf attributes in the seasonally dry tropics: a comparison of four habitats in northern Australia. **Functional Ecology** **17**: 504 – 515.

Rasband, W. S. 1997-2011. ImageJ 1. 34n. **National Institutes of Health**. <<http://imagej.nih.gov/ij/>> (acesso em 14/12/2012).

Ratter, J. A.; Ribeiro, J. F.; Bridgewater, S. 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany** **80**: 223 – 230.

- Raven, P. H.; Evert, R. F.; Eichhorn, S. E. 2001. **Biologia vegetal**. Tradução por Benko-Iseppon *et al.* 5.ed. Rio de Janeiro, RJ.
- Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. Pp. 151 – 1199. In: Sano, S. M; Almeida, S. P.; Ribeiro, J. F. **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa.
- Rocha-Silva, E. P.; Miranda, H. S. 1996. Temperatura do câmbio de espécies lenhosas do cerrado durante queimadas prescritas. In: Pereira, R. C.; Nasser, L. C. B. (eds) **Anais do VII Simpósio sobre o Cerrado**. Pp. 253 – 257. Planaltina: Embrapa-CPAC, Brazil.
- Scheiner, S. M. 1993. Genetics and evolution of phenotypic plasticity. **Annual Review of Ecology and Systematics** **24**: 35 – 68.
- Scholz, F. G.; Bucci, S. J.; Goldstein, G.; Moreira, M. Z.; Meinzer, F. C.; Domec, J. C.; Villalobos-Vega, R.; Franco, A. C.; Miralles-Wilhelm, F. 2008. Biophysical and life-history determinants of hydraulic lift in Neotropical savanna trees. **Functional Ecology** **22**: 773 – 786.
- Shepherd, G. J. 2006. **Fitopac Shell 1.6.4**. Manual versão preliminar. Campinas. Departamento de Botânica IB da UNICAMP, SP.
- Simon, M. F.; Grether, R.; de Queiroz, L. P.; 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 online** (DOI: 10.1073/pnas.0903410106).
- Stearns, A. D. 1989. The evolutionary significance of phenotypic plasticity. **Bioscience** **39**: 436 – 445.
- Steuter, A. A.; McPherson, G. R. 1995. Fire as a physical stress. Pp.550-579. In: Bedunah, D. J., Sosebee, R. E. **Wildland plantas physiological ecology and developmental morphology**. Denver: Society for Range Management.
- Walker, B. H. 1992. Biodiversity and ecological redundancy. **Conservation Biology** **6** (1): 18 – 23.
- Waterloo, M. J. 1994. **Water and nutrient dynamics of *Pinus caribaea* plantation forests on former grassland soils in SW Viti Levu, Fiji**. Tese de Ph.D. Vrije Universiteit Amsterdam, The Netherlands. 478 pp.
- Westoby, M. 1998. A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. **Plant and soil** **199**: 213 – 227.
- Wilkinson, L. 2002. **SYSTAT: the system for statistics**. SYSTAT Inc., Chicago, Illinois.