
ECOLOGIA

GIOVANA LETÍCIA CHIARI

**AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE EM ÁREAS
DE CAMPO SUJO COM DIFERENTES
HISTÓRICOS DE FOGO**



Rio Claro
2014

GIOVANA LETICIA CHIARI

Avaliação da produtividade em áreas de campo sujo com diferentes históricos de fogo

Orientador: Profa. Dra. **Alessandra Fidelis**
Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio
Claro, para obtenção do grau de Ecóloga.

Rio Claro
2014

574.5 Chiari, Giovana Leticia
C532a Avaliação da produtividade em áreas de campo sujo com
diferentes históricos de fogo / Giovana Leticia Chiari. - Rio
Claro, 2014
25 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (Ecologia) - Universidade
Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Alessandra Fidelis

1. Ecologia. 2. Biomassa aérea. 3. Material combustível. 4.
Manejo de combustível. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha família, dona Cleide, Sargento Arnaldo e Livia, e também a minha avó, pelo apoio nesses anos todos de amadurecimento e formação. Mãe, obrigada a todo apoio diário via telefone! Dona Alzira, não deu tempo de você ver eu me formar, obrigada por sentir orgulho de mim mesmo antes disso, pelo sorriso sincero toda vez que eu voltava pra casa.

Agradeço também a turma da Ecologia 2009, pelo companheirismo ao longo da graduação. Amo vocês e sinto saudades! A turma da Ecologia 2008, veteranos queridos, obrigada pela amizade!

Agradeço a república mais linda de todas, Sambaqui. Sambaquenses, morro de saudades, gostaria que fosse possível um dia morarmos todas juntas novamente! Capote, Goiabinha, Helps, amo vocês, apesar de qualquer coisa!

Agradeço especialmente a Rutinha, irmãzinha preta querida, e desejo que nunca fiquemos distantes. Ao Pagode, gracinha, pela companhia, ajuda, carinho, companheirismo e muita paciência com minha pessoa. Kessy Banana, obrigada pelas bananices que me fazer rir, e desculpe por rir delas.

As meninas da casa nova, muito obrigada pelo carinho e compreensão em tempos sem tempo! Ao pessoal da UNESP – São Vicente, pela hospitalidade e amizade no tempo que passei com vocês. Aos amigos da Geografia. Aos amigos do trabalho de fim de semana, obrigada por torná-lo suportável e até agradável! Desejo que nunca abram seus ouvidos pro sertanejo universitário nosso de cada semana.

Agradeço a todos do LEVeg pela ajuda na triagem, nas estatísticas, em tudo! Ana, Vagner, Johnny, Mari, Beth, Talita. Especialmente a minha orientadora, Alessandra, muito obrigada pela ótima orientação e pela paciência! Você me fez gostar de ciência. Esse trabalho não seria possível sem vocês.

Agradeço também a Luciana, pelo estágio delicioso na Chapada das Mesas, me fez ver as belezas do Cerrado e da linda interação dele com o homem. Obrigada pela oportunidade e hospitalidade em Carolina!

Agradeço pelas experiências proporcionadas por esses seis anos de “independência” que não seriam possíveis sem a presença de todos que cruzaram meu caminho de alguma forma, em alguma cidade, em algum estado pelo qual passei nesse tempo.

RESUMO

A queima em diferentes ecossistemas, principalmente tropicais, acontece não só por ações antrópicas, mas também por causas naturais desde muito antes da presença humana. Em muitos destes ecossistemas, as queimas naturais são um importante fator que determina suas vegetações. A redução de cobertura arbórea pelo fogo por exemplo, resultou na evolução de vários ecossistemas ricos em espécies dominados por gramíneas C₄. A passagem do fogo pode beneficiar espécies herbáceas e plântulas de lenhosas que não conseguem competir com vegetação dominada por gramíneas. Ele remove a biomassa aérea morta e a serapilheira (principais componentes do material combustível), abrindo espaços que possibilitam o estabelecimento de outras espécies. Após algum tempo sem o fogo, pode haver um aumento na cobertura de arbustos e diminuição do estrato herbáceo-subarbustivo. Além disso, uma das maiores consequências da ausência de fogo em ecossistemas savânicos e campestres é o grande acúmulo de biomassa morta inflamável (composto principalmente por graminóides), que provavelmente será o material combustível da próxima queima, e como consequência, há um aumento da intensidade e temperatura do fogo. Por outro lado, a queima muito frequente leva a uma redução na frequência e densidade de gramíneas. O presente estudo teve como objetivo principal avaliar a quantidade e qualidade da biomassa em áreas com diferentes históricos de fogo (exclusão do fogo há 2 e 7 anos) em áreas de campo sujo na região central do Cerrado. Foram estabelecidas parcelas de 1x1m em ambas as áreas. Toda biomassa aérea de cada parcela foi cortada no nível do solo e acondicionada em campo em sacos de papel. Em laboratório, o material foi triado em biomassa morta e viva. Além disso, a biomassa viva foi separada em diferentes grupos funcionais (graminóides, herbáceas, *Vellozia* spp, palmeiras e arbustos). O material foi seco em estufa por dois dias a 80°C e posteriormente pesado. Foi encontrado, em ambas as áreas, dominância de biomassa de graminóides e morta. A área excluída do fogo há 2 anos mostrou rápida recuperação da biomassa em geral, principalmente de graminóides e herbáceas no pós-fogo. A área excluída do fogo há 7 anos mostrou o contínuo acúmulo de biomassa morta e diminuição da representatividade da biomassa de herbáceas. Portanto, nosso estudo forneceu dados importantes para a elaboração de planos de manejo de biomassa para evitar a incidência de queimas descontroladas em áreas de Cerrado.

Palavras-chave: Biomassa aérea, Campo sujo, Material combustível, Histórico de fogo

ABSTRACT

Fire is a common event in different ecosystems and can both be caused by humans or have natural sources.. In many of these ecosystems, natural fires are an important factor that determines the vegetation. The reduction of tree cover by fire for example, resulted in the evolution of several species-rich ecosystems, dominated by C4 grasses. However, the fire caused by human actions may have greater intensity and lead to negative responses of vegetation, since man changed the fire regime in many parts of the world, such as in the Cerrado. The passage of fire can benefit herbaceous and woody seedlings that cannot compete with the dominant grass layer. It removes the dead biomass and litter (major components of the fuel load), opening up spaces within the grass matrix that allow the establishment of other species. After some time without fire, an increase in shrub cover and decrease herbaceous layer can be observed. One of the major consequences of the absence of fire in savanna and grassland ecosystems is the accumulation of flammable dead biomass (mainly composed of graminoids), which will probably be the fuel load of the next burning thus, fires will be more intense and hotter. Moreover, very frequent burns lead to a reduction in the frequency and density of grasses. Therefore, this study aimed to assess the quantity and quality of biomass in areas with different fire history (fire exclusion for 2 and 7 years) in areas of campo sujo in central Cerrado. Plots (1x1m) were established in both areas and all aboveground biomass of each plot was cut at ground level and put in paper bags in the field. In the laboratory, the material was sorted into live and dead biomass. In addition, live biomass was separated into different functional groups (graminoids, forbs, *Vellozia* spp, palm and shrubs). The material was oven dried for two days at 80°C and subsequently weighed. In both areas, we found a dominance of graminoid and dead biomass. The area excluded from fire for 2 years showed a fast recovery of graminoids and forbs biomass in post-fire. The area excluded from fire for 7 years still presented a high accumulation of dead biomass and decreased representation of forbs biomass. Thus, our study provided valuable data about biomass quality and quantity that can be used in the future for the elaboration of management plans to control fuel load in order to avoid wildfires in Cerrado.

Key words: Above-ground biomass, Campo sujo, Fuel load, Fire history.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. OBJETIVOS.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1 Área de estudo.....	11
3.2 Metodologia.....	12
3.3 Análise de dados.....	13
4. RESULTADOS.....	15
5. DISCUSSÃO.....	18
6. CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS.....	21

1. Introdução

A queima em diferentes ecossistemas, principalmente tropicais, acontece não só por ações antrópicas, mas também por causas naturais desde muito antes da presença humana (SCOTT, 2000). Em muitos destes ecossistemas, as queimas naturais são um importante fator que determina suas vegetações (BOND et al, 2005). A redução de cobertura arbórea pelo fogo por exemplo, resultou na evolução de vários ecossistemas, ricos em espécies com flora dominada por gramíneas C₄ (BOND et al, 2005). Porém, o fogo causado por ações antrópicas pode ter maior intensidade e levar a respostas negativas da vegetação, pois o homem mudou o regime natural do fogo em diversas partes do mundo, como no Cerrado (FIDELIS e PIVELLO, 2011). Assim sendo, quando o uso do fogo é feito de maneira incorreta, ele pode ser prejudicial, causando perda da biodiversidade e degradação da vegetação e do solo (PIVELLO, 2011).

A passagem do fogo pode beneficiar espécies herbáceas e plântulas de lenhosas que não conseguem competir com vegetação dominada por gramíneas. Ele remove a biomassa aérea morta e a serapilheira (principais componentes do material combustível), abrindo espaços que possibilitam o estabelecimento de outras espécies (FIDELIS et al, 2012). Após algum tempo sem o fogo, pode haver um aumento na cobertura de arbustos e diminuição do estrato herbáceo-subarbusivo (BOND et al, 2005; FIDELIS et al, 2010a). Com o maior sombreamento, muitas espécies de gramíneas e herbáceas acabam desaparecendo, levando a uma perda de diversidade local (FIDELIS et al, 2012). Uma das maiores consequências da ausência de fogo em ecossistemas savânicos e campestres é o grande acúmulo de biomassa morta inflamável (composto principalmente por graminóides), que provavelmente será o material combustível da próxima queima (FIDELIS et al, 2013), e como consequência, há um aumento da intensidade e temperatura do fogo (FIDELIS et al, 2010b). Por outro lado, a queima muito frequente leva a uma redução na frequência e densidade de gramíneas, assim como no menor acúmulo de biomassa morta (CARDOSO et al, 2000).

Em vegetações campestres e savânicas, existe uma grande quantidade de material combustível altamente inflamável, formado principalmente pelas graminóides e biomassa morta (CASTRO e KAUFFMAN, 1998; KAUFFMAN et al, 1994; BOND et al, 2005). As queimas em campo sujo podem consumir praticamente todo material fino, apresentando altas taxas de eficiência de queima (CONCEIÇÃO e PIVELLO, 2011; KAUFFMAN et al, 1994).

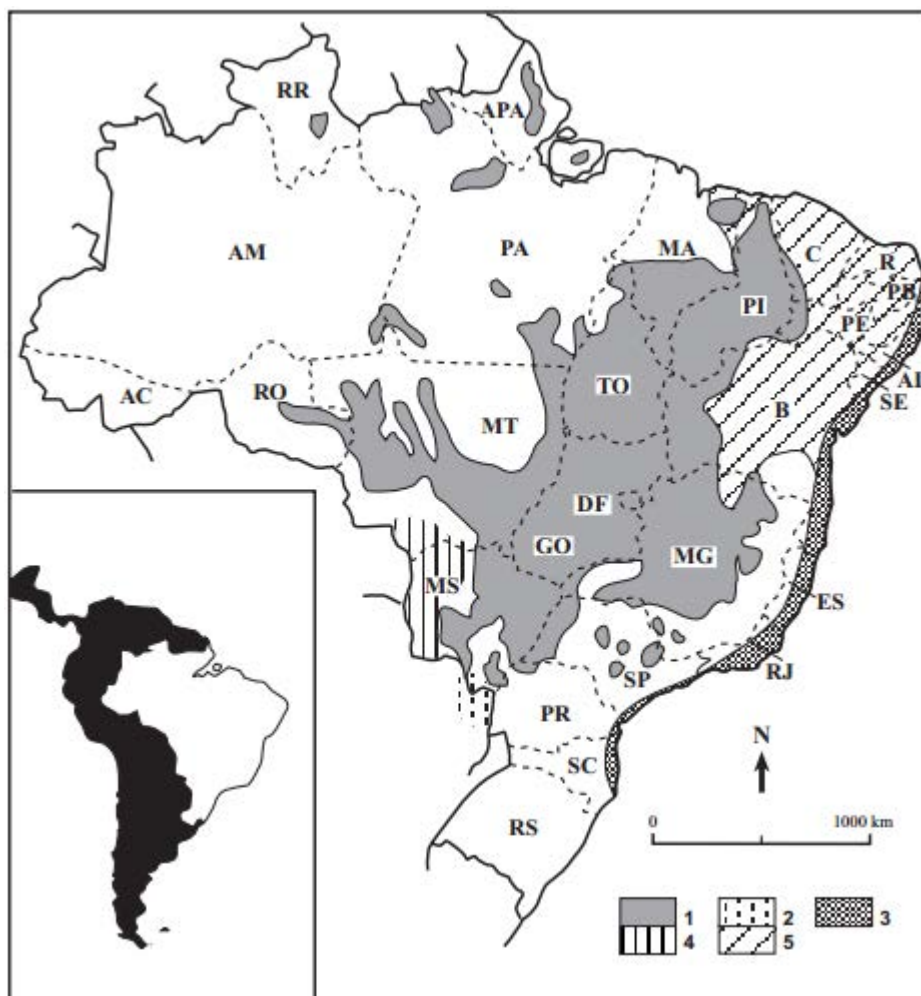
Kauffman et al, (1994) observaram que mais de 90 % da biomassa aérea era composta por gramíneas, sendo que 98% desta foi consumida durante a queima. Em áreas de campo úmido no norte do Brasil, a exclusão do fogo por apenas quatro anos levou a um grande

acúmulo de biomassa aérea (1592 g.m^{-2}), composta principalmente por biomassa morta, acumulada dos anos anteriores devido provavelmente a baixas taxas de decomposição (FIDELIS et al, 2013).

O intervalo médio entre queimas no Cerrado é de 1-3 anos (EITEN, 1972), contribuindo para esse curto intervalo alguns fatores como: quantidade de material combustível inflamável disponível, atividade antrópica e tempestades de raios (KAUFFMAN et al, 1994). As queimas naturais ocorrem geralmente na estação chuvosa e nos meses de transição entre as estações, causados principalmente por raios (mais de 70%), como observado por Ramos-neto e Pivello (2000) no Parque Nacional das Emas. Os mesmos padrões foram encontrados no Parque Nacional da Serra da Canastra (MEDEIROS e FIEDLER, 2004) e no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (FIEDLER et al, 2006). Incêndios que ocorrem naturalmente queimam pequenas áreas e são apagados rapidamente pelas chuvas, enquanto que os de causas antrópicas, que geralmente ocorrem na estação seca, queimam áreas mais extensas (RAMOS-NETO e PIVELLO, 2000), sendo mais prejudiciais para a regeneração da vegetação. Assim, o fogo é um fator importante no Cerrado (COUTINHO, 1982; SIMON et al, 2009), e variações no seu regime e intensidade dependerão em grande parte, da quantidade e tipo de biomassa disponível no local (WHELAN, 1995). Portanto, dados sobre tipo e quantidade e qualidade de biomassa são de extrema importância para a correta elaboração de planos de manejo que visem a conservação do Cerrado.

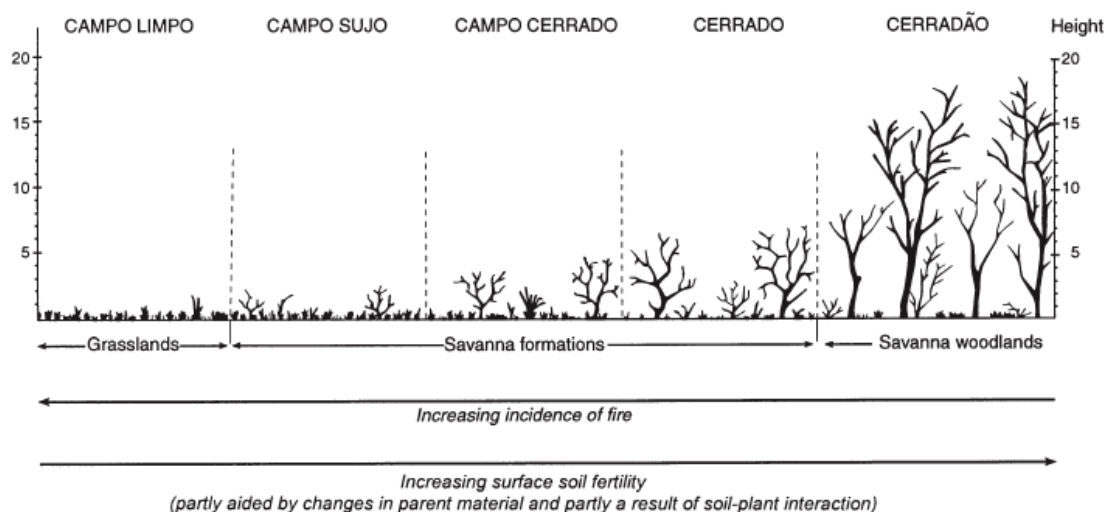
O Cerrado cobria originalmente 2 milhões de km^2 , o equivalente a 23% do território nacional (Fig. 1) (RATTER et al, 1997). Possui uma grande variação de fitofisionomias, desde predominância de gramíneas com árvores pequenas e arbustos espaçados até uma mata quase fechada com árvores de 12 a 15 metros (COUTINHO, 1978; RATTER et al, 1997, Fig. 2).

Figura 1: Distribuição do cerrado e vegetações associadas no Brasil. Legenda: 1- Cerrado, 2- Chaco, 3- Mata Atlântica, 4- Pantanal e 5- Caatinga (Retirado de FURLEY, 1999).



Apesar de ser considerada a savana tropical mais rica em espécies vegetais do mundo, sendo considerado um *hotspot* de biodiversidade e uma das mais importantes vegetações brasileiras (MYERS et al, 2000; SANO et al, 2008), apenas 2,2% da área do Cerrado é legalmente protegida (KLINK e MACHADO, 2005). Consequentemente, o Cerrado encontra-se bastante ameaçado devido a erosão dos solos, invasão biológica por gramíneas africanas e o fogo descontrolado (KLINK e MACHADO, 2005; DURIGAN et al, 2007).

Figura 2. Diferentes fisionomias de Cerrado, desde as campestres (campo limpo), até a florestais (cerradão), mostrando relação contrária entre a cobertura de lenhosas e a presença do fogo (Retirado de FURLEY 1999).



A biomassa aérea da vegetação do Cerrado armazena uma quantidade relativamente baixa de nutrientes, quando comparada com outros tipos de vegetação (LILIENFEIN et al, 2001). No entanto, a retirada desta biomassa devido a mudança de uso da terra e destruição do Cerrado, resultaria em um grande desequilíbrio no ecossistema, pois esse material combustível é essencial na redistribuição de nutrientes, assim como para a propagação do fogo (KAUFFMAN et al, 1994). Além disso, o Cerrado representa um grande reservatório de carbono, devido a sua grande extensão e produtividade (DELITTI et al, 2006). Portanto, sua conservação representaria a manutenção de um grande estoque de carbono. Além disso, o manejo da biomassa, através de queimadas controladas na época e frequência corretas, evitaria queimas muito intensas e extensas, promovendo a manutenção da biodiversidade e dos estoques de carbono do Cerrado.

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo principal avaliar a quantidade e qualidade da biomassa em áreas com diferentes históricos de fogo (exclusão do fogo há 2 e 7 anos) em áreas de campo sujo na região central do Cerrado. Espera-se encontrar uma grande porcentagem de biomassa morta em áreas com maior tempo de exclusão do fogo, enquanto que em áreas recentemente queimadas, a biomassa de herbáceas e graminóides será mais importante.

2. Objetivo

O objetivo principal deste trabalho foi caracterizar e quantificar a produtividade, aqui representada como o pico de produção de biomassa durante o verão, em áreas de campo sujo excluídas do fogo desde 2006 e 2011. Além disso, pretende-se quantificar a biomassa de diferentes grupos funcionais (graminóides, herbáceas e arbustos), além da biomassa morta em pé e serapilheira. Espera-se encontrar uma maior representação de biomassa de graminóides e herbáceas em áreas recentemente queimadas (2011), enquanto que haverá um maior acúmulo de biomassa morta e arbustos em áreas excluídas do fogo há mais tempo (2006). Desta maneira, os resultados desta proposta poderão dar subsídios para auxiliar na elaboração de um plano de manejo do material combustível da área de campo sujo estudada, evitando-se desta forma, queimadas de altas intensidades e sem controle no futuro.

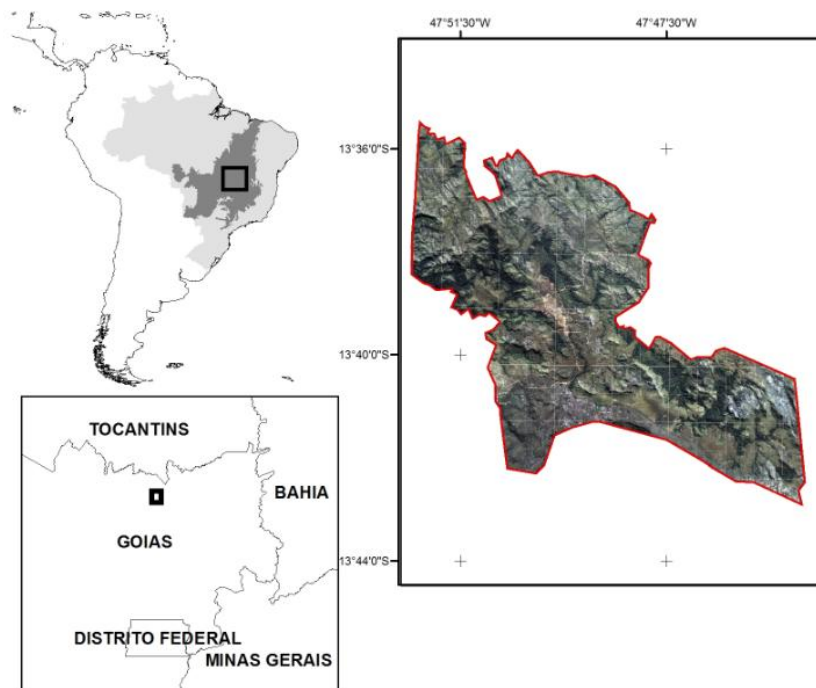
3. Material e Métodos

3.1 Área de estudo

A Reserva Particular do Patrimônio Natural Reserva Natural Serra do Tombador (RNST) é localizada no norte de Goiás, no município de Cavalcante (Fig. 3), 13°35' e 13°38' S e 47°45' e 47°51' W, com altitude entre 560 a 1.118m). O clima é tropical, com precipitação anual média entre 1300 e 1500 mm e temperaturas médias máximas entre 26 e 36°C e mínimas entre 8 e 14°C (AER, 2009).

Possui 8.700 hectares, sendo atualmente a maior RPPN de Cerrado do Brasil. De acordo com o levantamento para áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado, a Reserva Natural Serrado do Tombador está em uma área classificada como "extremamente alta". A vegetação na Reserva é bastante variada e abrange diferentes fitofisionomias, como veredas, cerrado rupestre, campo sujo, campo limpo, cerrado *sensu stricto* e florestas de vale (AER, 2009).

Figura 3. Localização da Reserva Natural Serra do Tombador, no município de Cavalcante, Goiás, Brasil.



3.2 Metodologia

O presente estudo foi desenvolvido em duas áreas de campo sujo na Reserva Natural Serra do Tombador: CS2006 - campo sujo excluído do fogo desde 2006 (Fig. 4A e B); e CS2011 - campo sujo excluído do fogo desde 2011 (Fig. 5A e B).

Figura 4. Visão geral da área de campo sujo excluída da fogo desde 2006 (CS2006, A) na Reserva Natural Serra do Tombador, Goiás, Brasil. Detalhe da área onde foi coletada a biomassa aérea: ao todo foram coletados 128 parcelas de biomassa (1x1 m) e para o presente estudo, foram sorteadas 26 parcelas (B). Fotos: Alessandra Fidelis

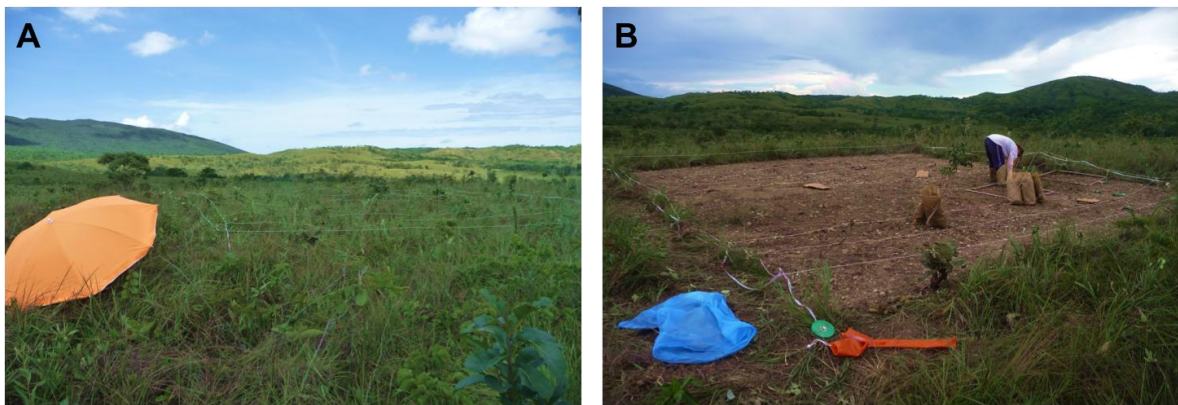
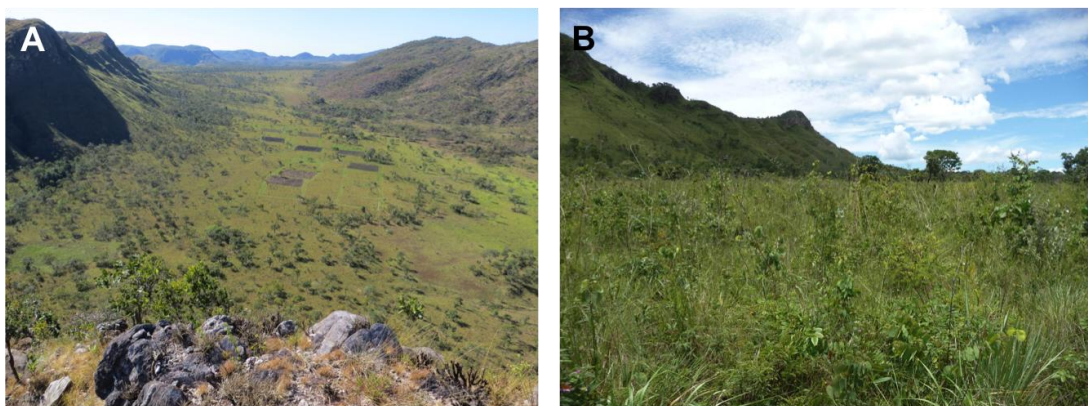


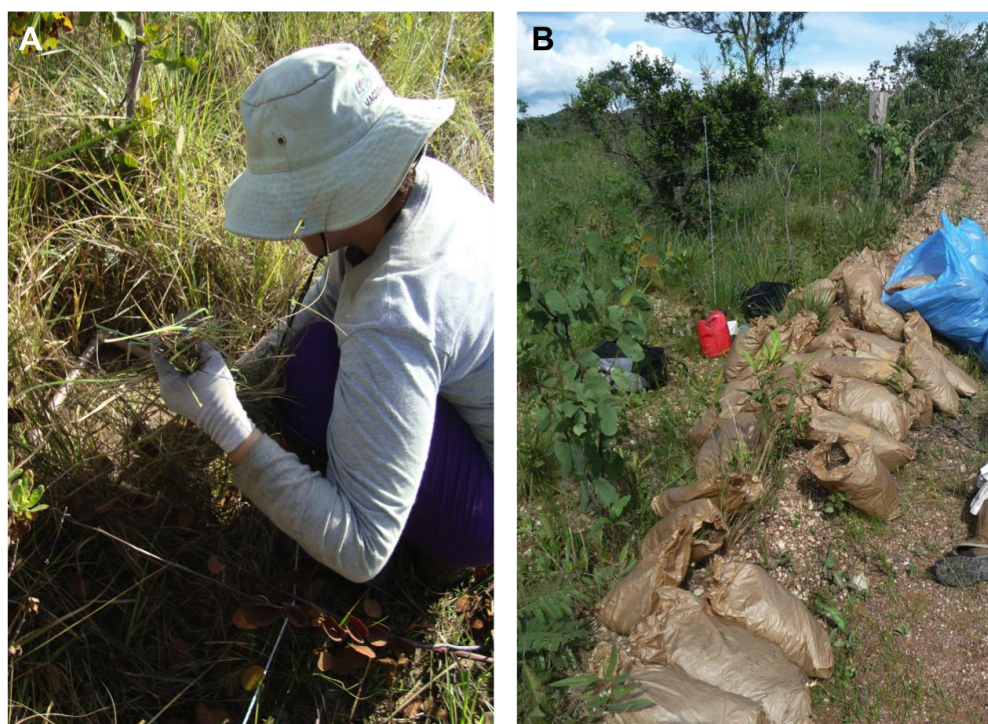
Figura 5. Visão geral da área de campo sujo excluída do fogo desde 2011 (CS2011, A) na Reserva Natural Serra do Tombador, Goiás, Brasil. B - Detalhe da vegetação, formada principalmente por graminóides e pequenos arbustos. Fotos: A - Milena Navarro, B - Alessandra Fidelis.



Foram estabelecidas parcelas de 1x1m em CS2006 (26 parcelas) e em CS2011 (32 parcelas). Na área CS2006 foram coletadas 128 parcelas de 1x1m e dentre elas, foram sorteadas 26 parcelas para o presente estudo. Em CS2011, as 32 parcelas foram estabelecidas de maneira aleatória. Toda biomassa aérea de cada parcela foi cortada no nível do solo (Fig. 6A) e acondicionada em campo em sacos de papel (Fig. 6B). Arbustos com mais de 1m não

foram coletados (baixa densidade nas áreas estudadas). A serapilheira já foi separada da biomassa cortada no campo. Em laboratório, o material foi triado em biomassa morta e viva. Além disso, a biomassa viva ainda foi separada em biomassa de graminóides (Poaceae, Cyperaceae, Juncaceae e Xyridaceae), herbáceas, *Vellozia* spp, palmeiras e arbustos. Formou-se um grupo com as espécies de *Vellozia* por elas terem uma alta representatividade na biomassa aérea total. O material será seco em estufa a 80°C durante dois dias e posteriormente pesado.

Figura 6. A - Coleta da biomassa em campo: toda biomassa aérea era cortada no nível do solo e posteriormente, B - todo material era acondicionado em sacos de papel devidamente rotulados. Fotos: A - Mariana Ninno Rissi, B - Alessandra Fidelis



A coleta do material deveria ter sido feita durante o pico de crescimento da vegetação (*peak biomass*, janeiro 2013), para a avaliação da produtividade. Porém, devido ao atraso do início das chuvas na área de estudo no ano de 2013, decidiu-se então coletar o material em fevereiro-abril de 2013.

3.3 Análise de dados

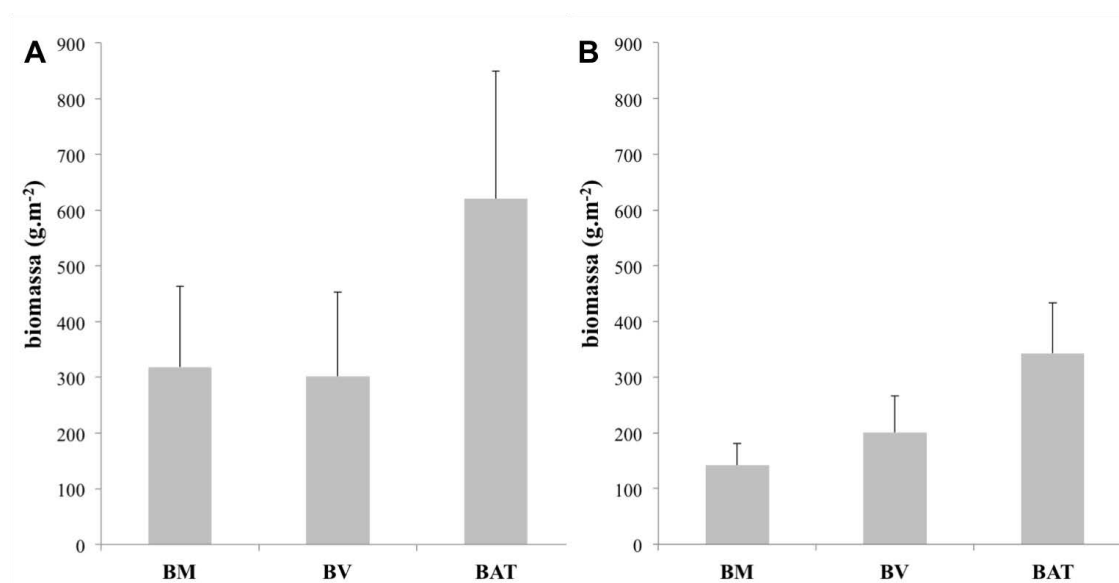
Para testar se há diferenças entre a quantidade de biomassa dos diferentes grupos em cada uma das áreas (CS2006 e CS2011), foram feitas análises de variância (ANOVA) de um

fator (fator: grupos funcionais). As análises foram feitas com o uso do software STATISTICA 8 (STATSOFT, 2007).

4. RESULTADOS

A biomassa aérea total (BAT) encontrada em CS2006 (campo sujo excluído do fogo desde 2006) foi de $620,35 \pm 228,65 \text{ g.m}^{-2}$. A biomassa morta e viva apresentaram a mesma quantidade, representando respectivamente 44,86% e 42,53% da BAT ($F=0,16$; $p=0,69$, Fig 7A). Em CS2011 (campo sujo excluído do fogo desde 2011), a BAT encontrada foi de $342,93 \pm 90,07 \text{ g.m}^{-2}$, apresentando uma maior quantidade de biomassa viva (55,46% de BAT) do que de biomassa morta (39,17% de BAT, $F=19,22$; $p \leq 0,0001$, Fig. 7B). A serapilheira encontrada representou menos de 15% em ambas as áreas ($89,51 \pm 51,15 \text{ g.m}^{-2}$ em CS2006 e $19,47 \pm 11,54 \text{ g.m}^{-2}$ em CS2011).

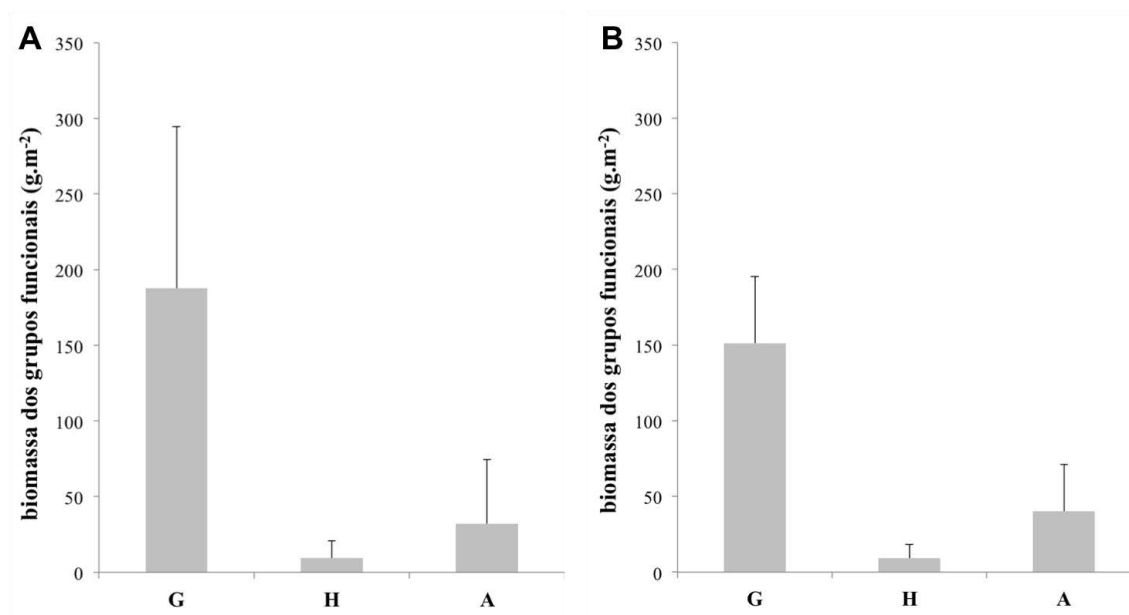
Figura 7. Biomassa morta (BM), biomassa viva (BV) e biomassa aérea total (BAT, média $\pm$ desvio padrão, g.m^{-2}) encontrada em CS2006 (A, área de campo sujo excluída do fogo desde 2006) e CS2011 (B, área de campo sujo excluída do fogo desde 2011) na Reserva Natural Serra do Tombador, Goiás.



Em CS2006, a maior parte da biomassa viva era composta por graminóides (62,14%, $F=47,5$, $p \leq 0,05$). A biomassa de herbáceas encontrada foi de $9,3 \pm 11,38 \text{ g.m}^{-2}$, e de arbustos, $32,21 \pm 42,3 \text{ g.m}^{-2}$, correspondendo a 3,1% e 10,7% da biomassa viva total, respectivamente, Fig. 8A). A biomassa de herbáceas foi a menor em comparação com os outros grupos ($F=7,11$; $p=0,01$). Já na área recentemente queimada (CS2011), a biomassa viva também era composta na sua maioria por graminóides (75,21% da biomassa viva total, $F=136,27$, $p \leq 0,05$), seguida de biomassa de arbustos (19,9%) e herbácea (4,5% da biomassa viva total, Fig 8B).

Apesar de representar um pouco mais em CS2011, a biomassa de herbáceas continuou menor que a biomassa de graminóides e arbustos ($F=9,23$; $p=0,0038$).

Figura 8. Biomassa de graminóides (G), herbácea (H) e arbusto (média $\pm$ desvio padrão, $g.m^{-2}$) encontrada em CS2006 (A, área de campo sujo excluída do fogo desde 2006) e CS2011 (B, área de campo sujo excluída do fogo desde 2011) na Reserva Natural Serra do Tombador, Goiás.



A biomassa de *Vellozia* spp representou mais de 20% da biomassa viva total em CS2006 (Tab. 1). Por outro lado, ela não esteve presente em nenhuma das parcelas amostradas nas áreas recentemente queimadas (CS2011). A biomassa de palmeiras representou menos de 1% da biomassa viva total, tanto em CS2006 quanto em CS2011 (Tab 1).

Tabela 1. Biomassa de *Vellozia ssp* e *Palmeira* (média±desvio padrão, g.m⁻²) encontrada em CS2006 (área de campo sujo excluída do fogo desde 2006) e CS2011 (área de campo sujo excluída do fogo desde 2011) na Reserva Natural Serra do Tombador, Goiás.

<i>Grupo Funcional</i>	<i>CS2006</i>	<i>CS2011</i>
<i>Vellozia ssp</i>	69,96 ± 101,16	0 ± 0
<i>Palmeira</i>	2,84 ± 6,75	0,6 ± 3,41

5. DISCUSSÃO

Os campos sujos são fisionomias do Cerrado onde o estrato herbáceo-subarbustivo domina, com baixa frequência de arbustos e árvores (COUTINHO, 1978). Portanto, apesar deste trabalho não ter amostrado arbustos >1 m, podemos observar um grande acúmulo de biomassa, principalmente na área excluída do fogo desde 2006, caracterizando uma área de produtividade média (<800 g.m⁻²).

De maneira geral, a biomassa aérea total de fisionomias de campo sujo pode variar entre 670 até 990 g.m⁻² (MIRANDA, 1996), do qual geralmente mais de 80% é consumida durante a passagem do fogo (CASTRO e KAUFFMAN, 1998; KAUFFMAN et al, 1994). A eficiência de queima nestas áreas é superior a 90% (RISSI et al., em preparação) e portanto, após o fogo, praticamente toda biomassa aérea é transformada em cinzas (BOND et al, 2005). Mas como observado neste estudo, dois anos após a passagem do fogo (área CS2011), mais da metade da biomassa encontrada em CS2006 foi amostrada em CS2011 (620,35±228,65 g.m⁻² em CS006 e 342,93±90,07 g.m⁻² em CS2011), mostrando a rápida regeneração do Cerrado após a passagem do fogo.

Um dos componentes da biomassa mais importantes para a alta taxa de eficiência de queima é a quantidade de biomassa morta (WHELAN, 1995; FIDELIS et al, 2010). Quanto maior o tempo de exclusão de fogo, maior foi a porcentagem de biomassa morta representada na BAT (44,86% e 39,17%, em CS2006 e CS2011, respectivamente). Como mostrado por outros trabalhos (FIDELIS et al, 2010; FIDELIS et al, 2013), a exclusão do fogo pode levar a queimas de maior intensidade devido a este maior acúmulo principalmente de biomassa morta. Fidelis et al. (2013) também relataram um maior acúmulo de biomassa morta em áreas de campo úmido excluídas do fogo: 460 g.m⁻² em áreas excluídas do fogo há 4 anos e 255g.m⁻² em áreas excluídas do fogo há 2 anos, provavelmente devido a baixa taxa de decomposição. Elas concluíram que a ausência de fogo gerou um grande acúmulo de biomassa morta inflamável, tornando-se provavelmente o material combustível da próxima queima. Neste estudo, a biomassa morta em pé ("biomassa morta") foi separada da serapilheira. Observou-se porém, que apesar da serapilheira ser praticamente toda queimada durante a passagem do fogo (CASTRO e KAUFFMAN, 1998), podendo portanto representar um fator importante para o manejo da biomassa, ela teve pouca representatividade no nosso estudo (CS2006: 12,61%, CS2011: 5,37%).

A recuperação encontrada nesse estudo para biomassa viva também foi rápida. Quando comparado com CS2006, mais de 60% da biomassa viva já havia se regenerado dois anos após a passagem do fogo, sendo composta principalmente por graminóides (>60%). A

redução da cobertura arbórea pelo fogo resulta na evolução de ecossistemas com flora dominada por gramíneas (BOND et al, 2005) e o fogo tende a agir de modo a perpetuar essa estrutura, podendo este grupo representar até 94% da biomassa viva (KAUFFMAN et al, 1994).

Em áreas de campo sujo, mais de 70% dos nutrientes encontram-se no estrato graminóide (KAUFFMAN et al, 1994), o que mostra a importância do fogo para a ciclagem dos nutrientes. Em áreas de campo sujo, os graminóides foram o principal componente do material combustível (MIRANDA, 1996). O fogo acelera a ciclagem de nutrientes presentes no sistema (principalmente no estrato graminóide), estimulando assim a produtividade primária de herbáceas (OLIVERAS et al, 2013), sendo que 80% da cobertura herbácea pode se recuperar um ano após a queima, e esta pode se recuperar totalmente após dois anos (ANDRADE, 1998; NETO et al, 1998). Podemos observar este estímulo na produtividade de herbáceas em nosso estudo. Nas áreas recentemente queimadas, devido o papel do fogo como estimulador da ciclagem de nutrientes e abrindo espaços aumentando a luminosidade, a biomassa de herbáceas representou 4,5% da biomassa viva total, enquanto que nas áreas excluídas do fogo há mais tempo, ela representou apenas 3%. Com a passagem do tempo, há uma tendência na diminuição da representatividade do grupo das herbáceas, suprimido provavelmente pelo aumento da biomassa morta de graminóides e de arbustos (BOND et al, 2005; FIDELIS et al, 2010; FIDELIS et al, 2013).

O fogo consome principalmente graminóides e pode matar, dependendo da sua intensidade, arbustos e árvores (HOFFMANN, 1998). Porém, grande parte dos arbustos encontrados em áreas de campo sujo são capazes de rebrotar rapidamente após a passagem do fogo (ZUPO, com. pes.). Portanto, o maior acúmulo de biomassa de arbustos na área CS2011 deve-se a esta alta capacidade de rebrote dos arbustos, uma vez que apenas arbustos < 1m foram amostrados.

Os resultados encontrados no presente trabalho mostram a importância do estudo da biomassa (quantidade e tipo) e seus grupos funcionais, uma vez que a biomassa é o material combustível da queima e determinante na sua intensidade. O manejo da biomassa e, conseqüentemente, das queimas no Cerrado se mostraram peças fundamentais na conservação de suas áreas, seja pela ciclagem de nutrientes ou pela manutenção da diversidade de espécies e grupos que compõem o sistema.

6. CONCLUSÃO

O manejo de biomassa em áreas de Cerrado se faz necessário para evitar eventos de queima descontrolada. Como mostrado neste trabalho, 7 anos de exclusão do fogo em áreas de campo sujo levou a um grande acúmulo de biomassa, principalmente de biomassa morta, principal componente para a ocorrência do fogo. Além disso, nosso estudo descreveu não somente a quantidade de biomassa, mas o tipo de biomassa presente em diferentes históricos de fogo, sendo tais dados de extrema importância para o manejo de biomassa. A biomassa total é composta principalmente por graminóides e biomassa morta, sendo os principais componentes da ciclagem de nutrientes nestas áreas, assim como importantes combustíveis da queima. O rápido acúmulo de biomassa morta em áreas recentemente queimadas pode ser resultado da baixa taxa de decomposição. O estrato herbáceo mostrou-se favorecido pela queima, sendo o fogo um fator que estimula o crescimento do grupo (e consequente ciclagem de nutrientes e estímulo do grupo herbáceo). Assim sendo, este estudo forneceu importantes dados para a elaboração de futuros planos de manejo que visem o manejo da biomassa para evitar a queima descontrolada que vem ocorrendo nas unidades de conservação de Cerrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, S. M. A. **Dinâmica do combustível fino e produção primária do estrato rasteiro de áreas de campo sujo de cerrado submetidas a diferentes regimes de queima.** Tese de doutorado, Universidade de Brasília. 1998.
- BOND, W. K. et al. **The global distribution of ecosystems in a world without fire.** New Phytologist, Cambridge, v. 165, p. 525-538, 2005.
- CARDOSO, E. L. et al. **Composição e dinâmica da biomassa aérea após a queima em savana gramíneo-lenhosa no Pantanal.** Pesquisa agropecuária brasileira, Rio de Janeiro, v. 35, n. 11, p. 2309-2316, 2000.
- CASTRO, E.A.; KAUFFMAN, J.B. **Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire.** Journal of Tropical Ecology, Cambridge, v. 14, p. 263-283, 1998.
- CONCEIÇÃO, A. B.; PIVELLO, V. R. **Biomassa Combustível em Campo Sujo no Entorno do Parque Nacional da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.** Biodiversidade Brasileira – ICMBio, Brasil, n. 2, p. 146 – 160, 2011.
- COUTINHO, L. M. **O conceito de cerrado.** Revista brasileira de Botânica, São Paulo, n.1, p. 17 – 23, 1978.
- COUTINHO, L. M. **Aspectos ecológicos da saúva no Cerrado - os murundus de terra, as características psamofíticas das espécies de sua vegetação e a sua invasão pelo capim-gordura.** Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 43, p. 147-153, 1982.
- DELITTI, W. B. et al. **Biomass and menralmass estimates in a "cerrado" ecosystem.** Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, n. 29, p. 531 – 540, 2006.
- DURIGAN, G. et al. **Threats to the cerrado remnants of the state of São Paulo, Brazil.** Scientia Agricola, Piracicaba, n. 64, p. 355-363, 2007.
- EITEN, G. **The Cerrado vegetation of Brazil.** Botanical Review, Nova Iorque, n. 38, p. 201-341, 1972.

FIDELIS, A. et al. **Population biology and regeneration of forbs and shrubs after fire in Brazilian Campos grasslands.** Plant Ecology, Netherlands, n. 211, p. 107-116, 2010a.

FIDELIS, A. et al. **Fire intensity and severity in brazilian campos grasslands.** Interciencia, Venezuela, v. 35, p. 739-745, 2010b.

FIDELIS, A.; PIVELLO, V. R. **Deve-se Usar o Fogo como Instrumento de Manejo no Cerrado e Campos Sulinos?** Biodiversidade Brasileira - ICMBio, Brasil, n. 2, p. 12 - 25, 2011.

FIDELIS, A. et al. **Short-term changes caused by fire and mowing in Brazilian Campos grasslands with different long-term fire histories.** Journal of Vegetation Science, Sweden, v. 23, p. 552-562, 2012.

FIDELIS, A. et al. **Above- and below-ground biomass and carbon dynamics in Brazilian Cerrado wet grasslands.** Journal of Vegetation Science, Sweden, v. 24, p. 356 - 364, 2013.

FIEDLER, N.C. et al. **Ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás.** Ciência Florestal, Santa Catarina, n. 16, p. 153-161, 2006.

FUNDAÇÃO Grupo Boticário de Proteção a Natureza. **Plano de manejo da Reserva Natural Serra do Tombador, Cavalcante - Goiás.** Curitiba, 2011.

FURLEY, P.A. **The nature and diversity of Neotropical Savanna vegetation with particular reference to the Brazilian Cerrados.** Global Ecology and Biogeography, n. 8, p. 223–241, 1999.

HOFFMANN, W.A. 1998. **Post-burn reproduction of woody plants in a Neotropical Savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction.** Journal of Applied Ecology, n. 35, p. 422–433, 1998.

KAUFFMAN, J. B. et al. **Relationships of Fire, Biomass and Nutrient Dynamics along a Vegetation Gradient in the Brazilian Cerrado.** Journal of Ecology, Reino Unido, n. 82, p. 519-531, 1994.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. **A Conservação do Cerrado Brasileiro.** Megadiversidade, Brasil, n.1, p. 147 – 155, 2005.

LILIENFEIN, J. et al. **Nutrient storage in soil and biomass of native Brazilian Cerrado.** Journal of Plant Nutrition and Soil Science, Alemanha, n. 164, p. 487-495, 2001.

MEDEIROS, M. B.; FIEDLER, N. C. **Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade.** Ciência Florestal, Santa Catarina, n.14, p. 157-168, 2004.

MIRANDA, H. S. ; SAITO, C. H. ; DIAS, B. F. S. **Impacto de Queimadas Em Areas de Cerrado e Restinga.** Brasilia, UNB, 1996.

MYERS, N. et al. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** Nature, Reino Unido, v. 403, p. 853 - 858, 2000.

NETO, W.N. et al. **The dynamics of the herbaceous layer following prescribed burning: a four year study in the Brazilian savanna.** Proceedings of the 14th Conference on Fire and Forest Meteorology 2. p. 1785–1792. Universidade de Coimbra, Portugal, 1998.

OLIVERAS, I. et al. **Effects of fire regimes on herbaceous biomass and nutrient dynamics in the Brazilian savanna.** International Journal of Wildland Fire, n. 22, p. 368-380, 2013.

PIVELLO, V. R. **The use of fire in Brazil: past and present.** Fire Ecology, Estados Unidos, n. 7, p. 24-39, 2011.

RAMOS-NETO, M. B.; PIVELLO, V. R. **Lightning Fires in a Brazilian Savanna National Park: Rethinking Management Strategies.** Environmental Management, Estados Unidos, n. 26, p. 675-684, 2000.

RATTER, J. A. et al. **The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity.** Annals of Botany, Reino Unido, n. 80, p. 223–230, 1997.

SANO, S. M. et al. **Cerrado: Ecologia e Flora.** Embrapa-Cerrados, Brasilia, v. 2, 2008.

SCOTT, A. C. **The pre-Quaternary history of fire.** Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Netherlands, n. 164, p. 297–345, 2000.

SIMON, M.F. et al. **Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire.** Proceedings of the National Academy of Sciences, Estados Unidos, n. 106, p. 20359–20364, 2009.

STATSOFT, Inc. **Statistica 8.** Tulsa, 2007.

WHELAN, R. J. **The Ecology of Fire.** Cambridge University Press, Cambridge, 1995.

Aluna: Giovana Leticia Chiari

Orientadora: Profa. Dra. Alessandra Fidelis