



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS

**RESPOSTA DA COBERTURA VEGETAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS  
EM SAVANA AMAZÔNICA A INCÊNDIOS NO PERÍODO ENTRE 1997  
E 2017**

MARCELLE CRISTO DE ALMEIDA

SANTARÉM, PARÁ

JULHO, 2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS

**RESPOSTA DA COBERTURA VEGETAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS  
EM SAVANA AMAZÔNICA A INCÊNDIOS NO PERÍODO ENTRE 1997  
E 2017**

Trabalho de Conclusão de Curso entregue ao Instituto de Biodiversidade e Florestas da Universidade Federal do Oeste do Pará, como complementação curricular para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientado: Marcelle Cristo de Almeida

Orientador: Rodrigo Ferreira Fadini

SANTARÉM, PARÁ

JULHO, 2019

MARCELLE CRISTO DE ALMEIDA

**RESPOSTA DA COBERTURA VEGETAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS  
EM SAVANA AMAZÔNICA A INCÊNDIOS NO PERÍODO ENTRE 1997  
E 2017**

Trabalho de Conclusão de Curso entregue ao Instituto de Biodiversidade e Florestas da Universidade Federal do Oeste do Pará, como complementação curricular para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

**TERMO DE APROVAÇÃO**

Este trabalho de Conclusão de Curso foi analisado pelos membros da Banca Examinadora, abaixo assinados, sendo considerado com nota: \_\_\_\_\_.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr

(Presidente/Orientador)

---

(1º Examinador)

---

(2º Examinador)

*“Tudo o que a mente pode conceber e acreditar, a mente pode conquistar,  
independentemente do número de vezes que você falhou no passado, ou de quão grandes são  
os seus objetivos e expectativas”.*

(Napoleon Hill)

DEDICO

Primeiramente à Deus, que iluminou meu caminho ao longo dessa jornada, e aos meus pais, marido e amigos, pelo incansável apoio em todos os momentos para que eu chegasse até aqui.

## **Agradecimentos**

Agradeço à Deus, pelo dom da vida, por me conceder saúde, discernimento e perseverança para concluir, mesmo com todas as dificuldades, esta etapa da minha vida acadêmica.

Aos meus pais, por darem todo o suporte, amor e confiança durante todos esses cinco anos, sempre incentivando e não medindo esforços em me ajudar emocionalmente e financeiramente a concluir todas as fases dessa jornada.

Aos meus amigos e colegas de faculdade, obrigada pelo companheirismo, pelas conversas e por tornarem as manhãs mais divertidas e construtivas. Em especial, gostaria de agradecer à Milla e à Milca por não desistirem de mim e sempre me ajudarem nos momentos mais difíceis, obrigada pelos conselhos e pela paciência.

As minhas amigas de infância, que sempre me apoiaram incondicionalmente e sei que continuarão ao meu lado em todos os momentos.

Ao meu marido, que esteve ao meu lado durante todos esses anos, sempre apoiando e incentivando a não desistir e seguir em frente.

Ao meu orientador, que não mediu esforços em me auxiliar sempre que necessário, agradeço pela paciência, apoio e confiança.

Aos meus professores, que contribuíram nesse processo de formação profissional, por proporcionarem não apenas conhecimento científico, mas também educação social e moral.

Aos colaboradores, que ajudaram a realizar este projeto e estiveram presentes durante o período de coleta de dados no campo, em especial ao Arlisson, Deco e a Juliana.

Obrigada a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram e fizeram parte da minha formação.

**Lista de Ilustrações**

Figura 1 - Área de estudo e distribuição das unidades amostradas.....	6
Figura 2 - Porcentagem média da extensão queimada das parcelas em relação aos anos de amostragem .....	8
Figura 3 - Tempo de retorno do fogo e porcentagem média relativa de áreas queimadas distribuídas em 22 parcelas ao longo de 20 anos na área de savana da APA Alter do Chão, Santarém, Pará.....	8
Figura 4 - Precipitação média e ocorrência de fogo na área de savana na região de Santarém entre 1997 a 2015.....	9
Figura 5 - Relação entre o tempo de retorno do fogo e o número de toques (cobertura vegetal) em espécies arbóreas.....	11

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Comparação entre a média da cobertura arbórea de cada uma das espécies arbóreas de savana na região de Santarém medida em 1997 (Magnusson et al., 2008) e a cobertura atual, em 2017. .....	9
---	---

## Sumário

Agradecimentos .....	iii
Lista de Ilustrações .....	iv
Lista de Tabelas .....	v
RESUMO.....	2
ABSTRACT .....	2
INTRODUÇÃO.....	3
METODOLOGIA.....	5
<b>Área de estudo</b> .....	5
<b>Coleta de dados</b> .....	6
<b>Análise dos dados</b> .....	7
RESULTADOS .....	7
<b>Regime de fogo</b> .....	7
<b>Variação na cobertura da vegetação arbórea</b> .....	9
<b>Porcentagem de ocorrência nas parcelas</b> .....	11
DISCUSSÃO .....	12
CONCLUSÕES .....	13
REFERÊNCIAS .....	15

## **RESPOSTA DA COBERTURA VEGETAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM SAVANA AMAZÔNICA A INCÊNDIOS NO PERÍODO ENTRE 1997 E 2017**

Marcelle Cristo de Almeida<sup>1</sup>, Rodrigo Ferreira Fadini<sup>1</sup>, \*

1. Laboratório de Ecologia e Conservação, Instituto de Biodiversidade e Florestas, Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Brasil. E-mail: marcellecristo@gmail.com

\*Autor para correspondência: rfadini@gmail.com

### **RESUMO**

As áreas que apresentam vegetação caracterizada como savana são frequentemente afetadas pela presença do fogo. A dinâmica das queimadas deste ecossistema está associada a regimes sazonais de chuva, onde o fogo se espalha com maior facilidade em épocas de menor precipitação. Neste sentido, o presente estudo visou avaliar se a ocorrência periódica de fogo, nos últimos 20 anos, influencia em mudanças na cobertura vegetal de espécies arbóreas de savana, que ocorrem na Área de Proteção Ambiental Alter do Chão, Santarém – PA. O estudo foi desenvolvido em áreas de savana no município de Santarém. Para a coleta de dados foram amostradas 29 parcelas, cada uma contendo 4 transecções paralelas de 250 m cada, espaçadas 50 m entre si. Foram tomados dados sobre a extensão de queimadas anual para 22 parcelas e a amostragem da cobertura vegetal arbórea foi baseada no método de pontos. As análises descritivas foram realizadas por meio de gráficos e tabelas, além de cálculos de correlação e de regressão linear. A média da extensão queimada das parcelas foi de 46,0%. A relação entre o tempo de retorno do fogo e a cobertura arbórea por parcela foi positiva, no entanto, a nível ecológico a vegetação tende a permanecer nos seus estágios mais iniciais com frequência de fogo alta. A regressão linear apresentou coeficiente de determinação baixo para supor que a cobertura da vegetação depende do tempo de retorno do fogo. Em termos de cobertura do estrato inferior (< 2m), 90% das espécies aumentaram suas coberturas e para a cobertura do estrato superior (> 2m), 45% aumentaram suas médias de cobertura, 45% diminuíram e 10% não apresentaram média de cobertura. Os incêndios que ocorreram na área de estudo sofreram forte influência das alterações climáticas conhecidos como “El niño” e “La niña”. A cobertura da vegetação apresentou um aumento significativo no estrato inferior, enquanto que no estrato superior houve uma redução. Acredita-se que o motivo seja devido à elevada frequência de fogo, fazendo com que a vegetação não consiga se recuperar e alcançar as mesmas taxas de sua cobertura anterior. A ocorrência do fogo é de fundamental importância para a manutenção da ecologia das savanas amazônicas, porém ocorrências sucessivas de incêndios se tornam prejudiciais à regulação da vegetação desse bioma.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bioma Amazônia; Cobertura arbórea; Fogo

### **ABSTRACT**

#### **REPLY OF VEGETABLE COVERAGE OF ARBORIAL SPECIES IN SAVANA AMAZÔNICA TO FIRE IN THE PERIOD FROM 1997 TO 2017**

Areas with vegetation characterized as savannah are often affected by the presence of fire. The burning dynamics of this ecosystem is associated with seasonal rainfall regimes, where fire spreads more easily during times of reduced rainfall. In this sense, the present study aimed to evaluate if the periodic fire occurrence in the last 20 years influences changes in the vegetation cover of savanna tree species, occurring in the Alter do Chão Environmental Protection Area, Santarém - PA. The study was developed in savanna areas in the municipality of Santarém. For the data collection, 29 plots were sampled, each containing 4 parallel transects of 250 m each,

spaced 50 m apart. Data were collected on annual burn length for 22 plots and sampling of tree cover was based on the point method. Descriptive analyzes were performed using graphs and tables, as well as correlation and linear regression calculations. The average of the burned plot extent was 46.0%. The relationship between the fire return time and the tree cover per plot was positive; however, at an ecological level the vegetation tends to remain in its earliest stages with high fire frequency. The linear regression showed low coefficient of determination to suppose that the cover of the vegetation depends on the time of return of the fire. In terms of coverage of the lower stratum (<2m), 90% of the species increased their coverage and for coverage of the upper stratum (> 2m), 45% increased their coverage means, 45% decreased and 10% did not present coverage. The fires that occurred in the study area were strongly influenced by the climatic changes known as "El niño" and "La niña". The vegetation cover presented a significant increase in the lower stratum, while in the upper stratum there was a reduction. It is believed that the reason is due to the high frequency of fire, so that the vegetation can not recover and reach the same rates of its previous coverage. The occurrence of fire is of fundamental importance for the maintenance of the ecology of Amazonian savannas, but successive occurrences of fires become detrimental to the regulation of the vegetation of this biome.

**KEYWORDS:** Amazon Biome; Tree cover; Fire

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o clima mundial vem passando por grandes transformações. “Mudanças globais no clima podem impactar direta ou indiretamente na ocorrência de incêndios à medida em que se modificam a disponibilidade de biomassa seca combustível e a umidade relativa do ar” (TORRES et al., 2011). As áreas que apresentam vegetação caracterizada como savana são frequentemente afetadas pela presença do fogo. “Na Amazônia, as savanas perfazem de 5 a 7% de todo o território, e apesar de pouco representativas em comparação com as Florestas Ombrófilas, possuem grande importância histórica e biológica” (CARVALHO et al., 2017). Segundo Moustakas et al., (2010), “as savanas são constituídas de um mosaico com diferentes manchas fitofisionômicas que variam no espaço e no tempo”.

A dinâmica de queimadas desse bioma está associada a regimes sazonais de chuva, onde o fogo se espalha com maior facilidade em épocas de menor precipitação, “podendo atingir áreas de florestas adjacentes, constituindo um fenômeno que frequentemente provoca alterações no nível da paisagem e que tem consequências negativas no nível ambiental, social e econômico” (CATRY et al., 2007). Essa dinâmica também tem relação com a biomassa seca presente nesses ambientes. “A maioria dos incêndios de savana são de superfície, que queimam a camada herbácea da vegetação, e a intensidade do fogo está diretamente relacionada à quantidade de biomassa seca acumulada no solo” (MIRANDA et al., 1993).

O fogo pode modificar as propriedades do solo e o ciclo de nutrientes, influenciando na disponibilidade de luz, o que caracteriza uma mudança na oferta de recursos primários e no banco

de sementes. Segundo Bond et al. (2012), esses fatores, quando atuam negativamente, podem acelerar a morte de muitos indivíduos, principalmente nos ecossistemas com um conjunto de espécies sem adaptação ao fogo, ou mesmo atuar de maneira positiva, nos ecossistemas com conjunto de espécies com adaptações evolutivas ao fogo. Para Liesenfeld et al. (2016), espécies desprovidas de características relacionadas à persistência ao pós-fogo, tais como capacidade de rebrotos e ritidomas espessos, podem desaparecer se o fogo se consolidar como um poderoso fator de distúrbio da paisagem da Amazônia. Em outras palavras, as características ecológicas e estruturais das espécies são de suma importância para a resiliência das espécies de plantas em savanas amazônicas.

“O comportamento da vegetação após o impacto do fogo é em consequência das injúrias provocadas pelo calor aos órgãos vegetativos (folhas, caule e raízes), afetando a fisiologia e outras características das plantas. O resultado é binário: sobrevivência ou morte” (LIESENFELD et al., 2016). O fogo afeta o corpo da planta através de três diferentes processos: a) queima da copa; b) aquecimento das raízes e c) aquecimento do caule. Estes processos, atuando independentemente ou simultaneamente, podem resultar em rebrote ou levar a planta à morte. A queima da copa é causada pelas energias de calor da fumaça convectiva e da radiação acima do fogo de superfície, resultando na necrose de galhos, folhas e gemas.

Para alguns autores, o fogo é um fator limitante para o estabelecimento de árvores nas áreas de savana, pois as árvores finas ainda em desenvolvimento inicial morrem com o fogo, impedindo assim o aumento da vegetação lenhosa (RUSSEL-SMITH et al., 2003; BOND, 2008; HOFFMANN et al., 2009; DAVIES et al., 2010). Contudo, estes mesmos autores indicam que árvores mais robustas em estágios de desenvolvimento mais avançados são mais resistentes e pouco afetadas, mantendo assim a fisionomia da savana relativamente estável. O que não significa que sucessivos eventos de incêndio não possam alterar substancialmente a estrutura da vegetação e diversos processos catalisados pelas árvores, como o aumento da disponibilidade de água e de nutrientes debaixo de suas copas, criando condições para outras espécies de plantas se desenvolverem (VETAAS, 1992).

As mudanças na estrutura da vegetação também dependem das características das espécies que a compõe. Por exemplo, Hoffman et al. (2003) mostraram que espécies de árvores que habitam a savana possuem caules com súber duas vezes mais espesso do que espécies congêneres que habitam florestas próximas, sugerindo que essa característica evoluiu em resposta às condições diferenciadas entre os dois ambientes. Desse modo, cada espécie pode reagir de forma diferente à presença do fogo. Em termos populacionais, algumas espécies podem se

beneficiar e aumentar sua abundância relativa; se prejudicar, reduzindo a abundância relativa; ou apresentar nenhum efeito aparente.

Estudos de monitoramento das árvores em áreas de savana sob a influência de incêndios são essenciais para prever respostas futuras a um provável aumento da frequência de queimadas na Amazônia. Assim, o presente estudo visou avaliar se a ocorrência periódica de fogo, nos últimos 20 anos, influencia em mudanças na cobertura vegetal de espécies arbóreas da savana, na Área de Proteção Ambiental Alter do Chão, Santarém – PA. Os principais objetivos foram: (1) descrever o regime de fogo nas áreas de estudo; (2) descrever a variação na cobertura vegetal das espécies arbóreas após 20 anos e (3) relacionar a mudança na cobertura arbórea ao regime de fogo.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

A área de estudo está localizada em uma área de savana espalhada sobre um mosaico de vegetações com aproximadamente 30.000 hectares, nas proximidades da vila de Alter do Chão, localizada na região do Eixo Forte, em Santarém-PA (MAGNUSSON et al. 2008). O município está situado a 02°25'56" de latitude S e 54°41'27" de longitude O, com extensão de 22.887 km<sup>2</sup> e 45 m de altitude média. O clima dominante na região é quente e úmido, do tipo Ami segundo a classificação de Köppen, característico das florestas tropicais. A temperatura média anual varia de 25° a 28°C, com umidade relativa média do ar de 86% e precipitação média anual de 1920 mm (SILVA et al. 2016). O solo é predominantemente arenoso (MAGNUSSON et al. 2002). Quanto a fitofisionomia, é possível encontrar duas formações: “savana arbórea densa e savana parque, a composição florística é menos rica que os demais cerrados brasileiros, porém apresenta espécies em comum, tanto em relação às herbáceas quanto às lenhosas” (MAGNUSSON et al. 2008).

O estudo foi realizado em 29 unidades amostrais, previamente estabelecidas no estudo anterior, em 1997, cada uma contendo 4 transecções paralelas de 250 m cada, espaçadas 50 m entre si, dispostas no sentido norte-sul, obtendo assim, 1000 m amostrais em cada parcela (Figura 1).

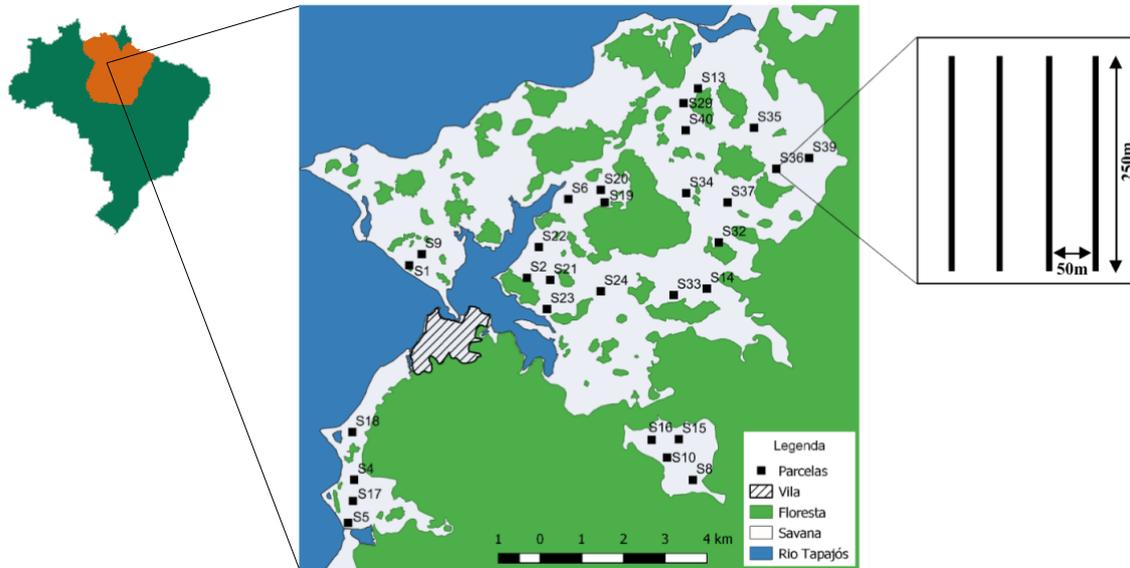


Figura 1 - Área de estudo e distribuição das unidades amostradas (ao lado um desenho esquemático da distribuição das transecções).

### Coleta de dados

A coleta dos dados foi distribuída, de modo sistemático, em 29 parcelas, previamente mencionadas. Os dados foram coletados entre os meses de abril a julho de 2017, compreendendo o final da estação chuvosa e início da seca de cada ano. Nesse período, a vegetação da savana se recompõe das possíveis queimadas que geralmente ocorrem entre agosto e dezembro do ano anterior.

Foi realizada uma amostragem da cobertura vegetal arbórea baseada no método de pontos (BULLOCK, 1996). Para isso, foi posicionada uma trena paralelamente 1 m ao lado direito de cada uma das 4 transecções, sobre a qual foi realizada a contagem de toques. Utilizando uma varinha fina de 1 m de altura, posicionada no sentido vertical, a cada 2 m ao longo dos 1000 m que perfazem as quatro transecções amostradas, foram registradas todas as espécies em que alguma parte aérea da planta tocou a varinha. Os dados foram obtidos em dois estratos: inferior, para os indivíduos que tocaram a varinha abaixo de 2 m; e superior, os indivíduos que tocam a varinha acima de 2 m de altura. A contagem de toques no estrato superior foi realizada de maneira empírica, devido à dificuldade de se utilizar uma varinha maior que 1 m de altura no campo. Para isso, nos posicionamos sobre a varinha, olhamos para o alto e registramos se o indivíduo possivelmente tocou na varinha. Para a identificação dos indivíduos foi utilizado um guia fotográfico de campo elaborado pela Dra. Tânia Sanaiotti, do Instituto Nacional de Pesquisas da

Amazônia. A nomenclatura e classificação das ordens e famílias seguiu as normas da APG IV (APG, 2016). A nomenclatura atualizada das espécies seguiu o site da Flora do Brasil 2020 (2018).

Além dos dados de cobertura da vegetação, informações sobre a extensão de queimadas em cada parcela foram tomadas anualmente em 22 das 29 parcelas amostradas (A. P. Lima, dados não publicados). A falta destas informações ocorreu devido à não de coleta dos dados nas 7 parcelas ausentes. Foram utilizados os dados de histórico de fogo de 1997 a 2015. Os dados não foram coletados para os anos de 1998, 2003, 2006 e 2016. Já o ano de 2011 foi excluído das análises devido a problemas de amostragem.

### **Análise de dados**

Para organizar, resumir e descrever aspectos importantes dos dados de fogo e cobertura vegetal arbórea, foi realizada uma análise descritiva, por meio de gráficos e tabelas. Para avaliar a relação entre o regime de fogo e o regime de chuvas na região, foi aplicada a Correlação de Pearson (paramétrico) e a Correlação de Spearman (não-paramétrico), para avaliar a relação entre frequência de fogo e a extensão queimada das parcelas. Para determinar a relação entre a cobertura da vegetação e o tempo de retorno do fogo nas áreas, foi utilizada a regressão linear.

Para as análises do regime de fogo, utilizamos o tempo de retorno do fogo, que nos informa a média, em anos, entre queimadas sucessivas em uma mesma parcela. A cobertura arbórea foi calculada para cada estrato, inferior (< 2 m) e superior (> 2 m), sendo obtida pela porcentagem de vezes que cada espécie tocou a varinha. Uma média geral para todas as parcelas foi calculada para cada espécie.

## **RESULTADOS**

### **Regime de fogo**

A média da extensão queimada das parcelas foi de 46,0% com desvio padrão de  $\pm 20,7\%$ , variando de menos de 20% em 2012 para mais de 80% em 2002 (Figura 2).

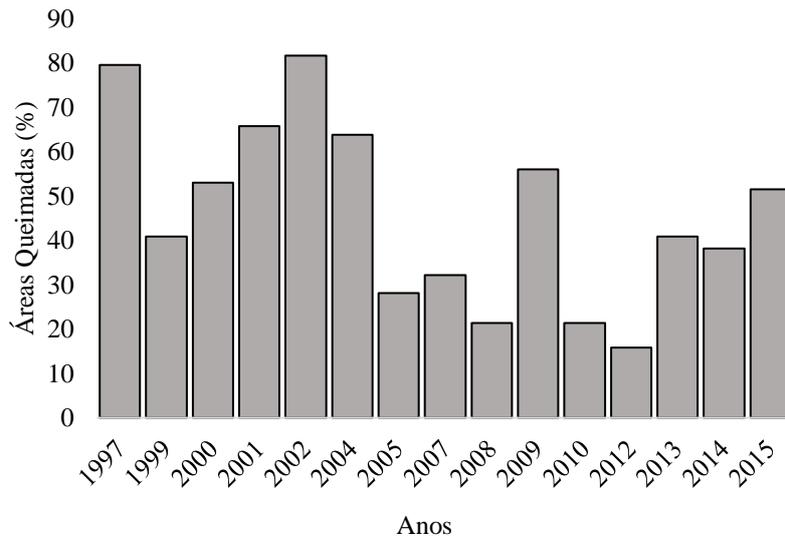


Figura 2 – Porcentagem média da extensão queimada das parcelas em relação aos anos de amostragem.

O tempo médio de retorno do fogo foi de 2,3 anos, com variação de 1,2 a 7,5 anos. Correlacionando a frequência de fogo com a porcentagem média relativa (aos anos que houveram incêndios) da extensão queimada das parcelas, verificou-se que as duas medidas não apresentaram correlação ( $\rho=0,1048$ ;  $p=0,6266$ ) (Figura 3).

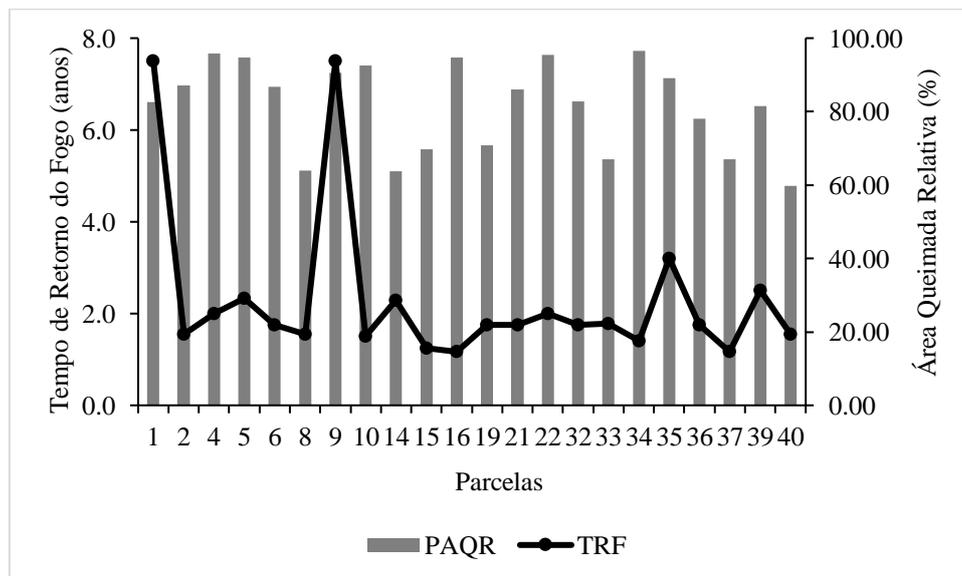


Figura 3 – Tempo de retorno do fogo e porcentagem média relativa de áreas queimadas distribuídas em 22 parcelas ao longo de 20 anos na área de savana da APA Alter do Chão, Santarém, Pará.

A variação pluviométrica comparada com a porcentagem de área queimada pode ser visualizada a seguir na figura 4. Apesar de haver uma tendência de relação negativa entre a porcentagem média de áreas queimadas por ano e a pluviosidade, ela não foi significativa ( $\rho = -0,32$ ,  $p = 0,2702$ ), ou seja, as duas variáveis não variam conjuntamente (Figueiredo Filho e Silva Junior, 2009).

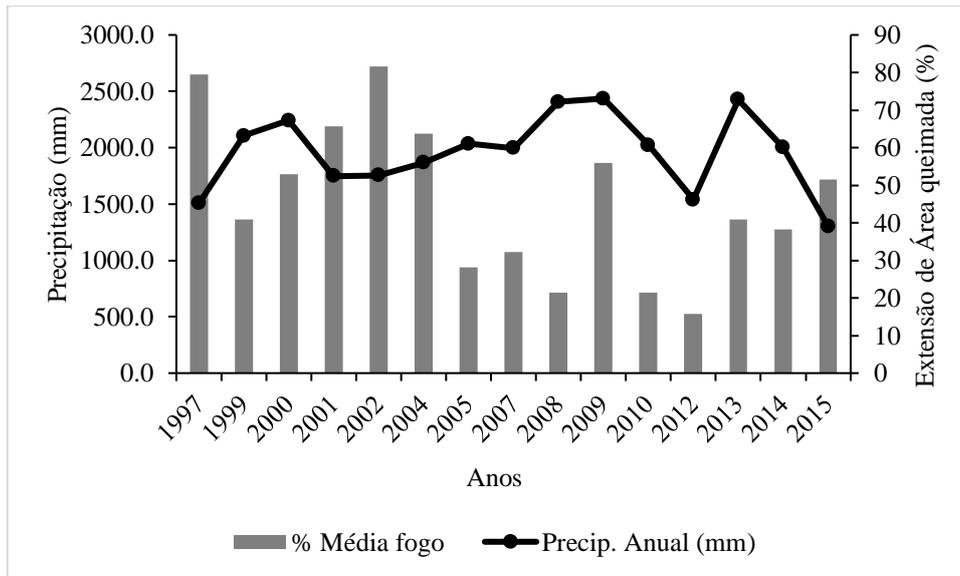


Figura 4 - Precipitação média e ocorrência de fogo na área de savana na região de Santarém entre 1997 a 2015.

### Variação da cobertura da vegetação arbórea

Na Tabela 1 estão listadas as espécies arbóreas encontradas na savana de Alter do Chão e comparadas em dois períodos de levantamento. Para esta análise, foram registradas 20 espécies de 16 famílias distintas, que ocorreram nos anos de 1997 e 2017.

Tabela 1 - Comparação entre a média da cobertura arbórea de cada uma das espécies arbóreas de savana na região de Santarém medida em 1997 (Magnusson et al., 2008) e a cobertura atual, em 2017.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	Estrato < 2 m				Estrato > 2 m				% ocorrência nas parcelas 1997	% ocorrência nas parcelas 2017
	1997		2017		1997		2017			
	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio		
<b>ANACARDIACEAE</b>										
<i>Anacardium occidentale</i>	0,084	0,165	0,186	0,297	1	0,708	1,028	0,696	92,5	96,6
<i>Tapirira guianensis</i>	0	-	0,014	0,074	0	-	0,048	0,198	5	6,9

<b>ANNONACEAE</b>										
<i>Xylopia aromatica</i>	0,032	0,099	0,131	0,304	0,026	0,095	0,214	0,707	45	31
<b>APOCYNACEAE</b>										
<i>Himatanthus fallax</i>	0,258	0,227	0,4	0,518	1,095	0,702	1,29	0,995	95	96,6
<b>BIGNONIACEAE</b>										
<i>Tabebuia ochracea</i>	0,042	0,148	0,014	0,052	0,047	0,17	0,055	0,14	20	17,2
<b>CAESALPINIACEAE</b>										
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	0	-	0,014	0,052	0,053	0,196	0,952	3,559	7,5	6,9
<b>CLUSIACEAE</b>										
<i>Vismia glaziovii</i>	0,005	0,032	0,014	0,052	0	-	0	-	7,5	6,9
<b>FABACEAE</b>										
<i>Bowdichia virgilioides</i>	0,047	0,098	0,124	0,21	0,905	0,918	0,538	0,683	90	65,5
<i>Vatairea macrocarpa</i>	0,447	0,379	0,69	0,629	0,048	0,42	0,448	0,483	95	96,6
<b>LACISTEMATAACEAE</b>										
<i>Lacistema aggregatum</i>	0,016	0,072	0,007	0,037	0	-	0	-	15	3,4
<b>LYTHRACEAE</b>										
<i>Lafoensia pacari</i>	1,211	0,859	1,641	1,532	1,121	1,37	0,807	0,677	95	96,6
<b>MALPIGHIACEAE</b>										
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	0,311	0,307	0,448	0,392	1,374	0,776	0,738	0,664	95	96,6
<i>Byrsonima crassifolia</i>	0,711	0,418	2,041	1,435	5,721	2,284	4,124	2,384	95	100
<b>MIMOSACEAE</b>										
<i>Plathymenia reticulata</i>	0,053	0,137	0,076	0,217	0,047	0,108	0,041	0,135	45	20,7
<b>PROTEACEAE</b>										
<i>Roupala montana</i>	0,153	0,2	0,848	0,865	0,179	0,254	0,448	0,634	82,5	82,8
<b>RUBIACEAE</b>										
<i>Tocoyena formosa</i>	0,584	0,445	0,614	0,444	0,221	0,254	0,083	0,165	95	89,7
<b>SAPOTACEAE</b>										
<i>Pouteria ramiflora</i>	0,589	0,536	1,048	1,157	2,147	1,43	1,793	1,479	90	93,1
<b>SIMAROUBACEAE</b>										
<i>Simarouba amara</i>	0,005	0,032	0,048	0,157	0,032	0,099	0,11	0,486	17,5	17,2
<b>VOCHYSIACEAE</b>										
<i>Qualea grandiflora</i>	0,09	0,986	1,572	1,415	1,3	1,848	1,034	1,519	92,5	93,1
<i>Salvertia convallariodora</i>	0,542	0,389	0,931	0,784	6	2,373	5,931	2,83	95	100

Em 2017 as espécies que permaneceram com suas porcentagens de ocorrência nas parcelas foram: *Qualea grandiflora*, *Roupala montana* e *Simarouba amara*. As espécies que aumentaram suas porcentagens foram: *Byrsonima crassifolia*, *Salvertia convallariodora*, *Anacardium occidentale*, *Himatanthus fallax*, *Vatairea macrocarpa*, *Lafoensia pacari*, *Byrsonima coccolobifolia*, *Pouteria ramiflora* e *Tapirira guianensis*. E por fim, as espécies que reduziram suas porcentagens de ocorrência foram: *Tocoyena formosa*, *Bowdichia virgilioides*,

*Xylopia aromatica*, *Plathymenia reticulata*, *Tabebuia ochracea*, *Sclerolobium paniculatum*, *Vismia glaziovii* e *Lacistema aggregatum*.

A espécie *Tapirira guianenses* foi a única com ocorrência apenas nos registros do segundo ano. Em termos de cobertura do estrato inferior (< 2m) 90 % das espécies apresentaram acréscimo, apenas as espécies *Tabebuia ochracea* e *Lacistema aggregatum* tiveram redução das suas médias de cobertura. Em termos de cobertura do estrato superior (> 2m), 45% aumentaram suas médias de cobertura, 45% diminuíram e 10% não apresentaram média de cobertura.

### Porcentagem de ocorrência nas parcelas

Relacionando a mudança na cobertura arbórea ao regime de fogo, não se pode inferir que exista uma relação significativa, apesar de que, estatisticamente, exista uma correlação positiva (0,6927) entre o tempo de retorno do fogo e o número de toques em árvores por parcela, pois há um grau de associação entre as duas variáveis. No entanto, a nível ecológico, essa correlação é negativa, porque a cobertura tende a ficar nos estágios mais iniciais quando o tempo de retorno do fogo tende a ser menor. Na Figura é possível visualizar esse fenômeno. A regressão linear apresentou coeficiente de determinação igual a 0,4799, valor muito baixo para supor que a variação da cobertura da vegetação depende do tempo de retorno do fogo.

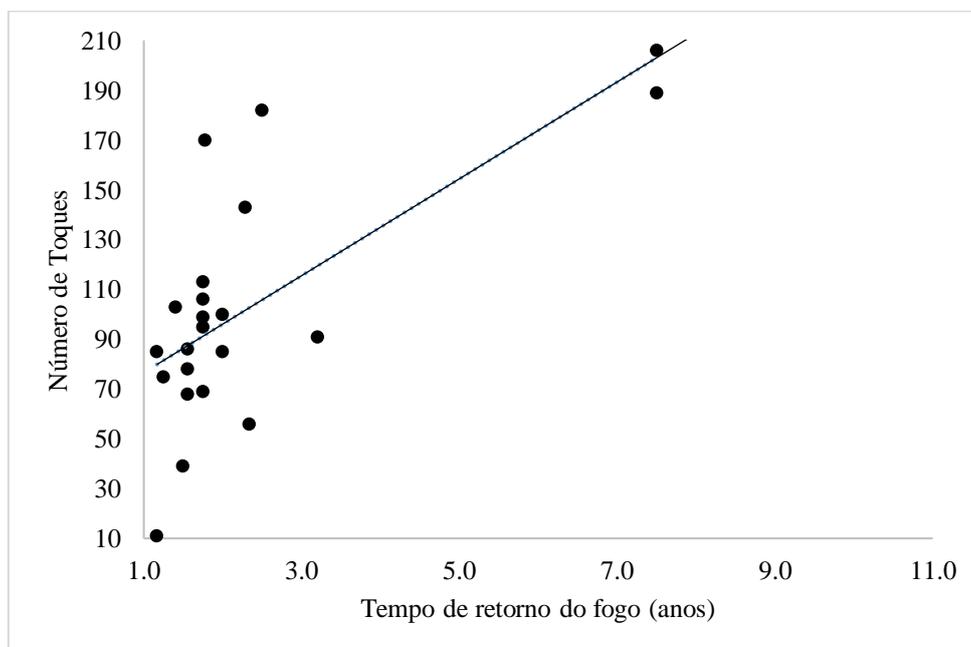


Figura 5 - Relação entre o tempo de retorno do fogo e o número de toques (cobertura vegetal) em espécies arbóreas.

## DISCUSSÃO

Barbosa et al. (2005) verificou que a área percentual média queimada em Roraima foi de 38,0% e a frequência de fogo foi de 2,5 anos, valores muito próximos aos encontrados neste estudo.

Em 1997/1998 e 2002/2003, ocorreram eventos de El niño classificados como muito forte e moderado respectivamente, o que explicaria a grande intensidade das queimadas nesse período, já que este evento diminui drasticamente o regime de chuvas, e nos anos de 2005 a 2012, ocorreram eventos de La Niña, classificada como moderada e fraca respectivamente. Moreira et al. (2018) afirmam que esses fenômenos podem causar diversas consequências sobre a dinâmica climática da Amazônia, como tendências de aumento ou redução na taxa de precipitação, ocasionando na elevação ou diminuição na ocorrência de incêndios. Observa-se então, que o provável aumento na frequência de El Niños pode aumentar a frequência de queimadas e manter as savanas em seus estágios mais iniciais, impedindo a recuperação da cobertura arbórea e o estabelecimento de novas espécies. Barbosa et al. (2005) explicaram em sua conclusão que a quantidade de área queimada está diretamente relacionada ao tipo climático do ano (seco, molhado ou normal).

White et al. (2011) acreditam que a precipitação é um fator fundamental na redução do potencial da ocorrência de incêndios florestais. Machado et al. (2014) discutiram que o aumento das queimadas na estação seca ocorre devido à baixa umidade relativa do ar causada pela ausência de chuvas ou baixo índice pluviométrico. Torres (2006), estudando incêndios florestais em Juiz de Fora, também constatou que os meses de maior precipitação foram os que concentraram as menores quantidades de incêndios.

Resende et al. (2017), avaliando queimadas na porção nordeste do Cerrado, constataram que 2012 a 2015, foram os anos que apresentaram as menores taxas de precipitação e maiores taxas de incêndios, ao contrário do que ocorreu na porção do Cerrado avaliado neste trabalho. Desta forma, nota-se o quão variável pode ser a distribuição das chuvas e o quanto a dinâmica pluviométrica pode afetar este bioma tão sensível a variações climáticas.

A vegetação arbórea tem permanecido em seus estágios iniciais em decorrência dos intervalos de incêndios estarem ocorrendo em um curto período de tempo, em média 2,3 anos. Silva (2018) acredita que intervalos de fogo menores que quatro anos são prejudiciais para a conservação da estrutura das savanas brasileiras. Além da vegetação não ter conseguido evoluir para estágios mais avançados, algumas espécies como a *Byrsonima coccolobifolia*, considerada planta nucleadora, perdeu cobertura no estrato superior. Corleta (2008) explica que a estrutura da copa pode favorecer o desempenho das plântulas por reduzir a radiação solar em relação as áreas

abertas e aumentar a fertilidade e umidade do solo, então se a copa é perdida, todos os outros processos dinâmicos da vegetação começam a falhar.

A regeneração foi o estrato que mais se beneficiou com as queimadas recorrentes, pois houve aumento de cobertura média em quase todas as espécies, com exceção das espécies *Tabebuia ochracea* e *Lacistema aggregatum*. Moreira (2008) explica que o número de plantas na menor classe de tamanho sempre foi mais alto nas áreas desprotegidas. *Planthymenia reticulata* e *Byrsonima crassifolia* tiveram um aumento considerável na regeneração. Imaña-Encinas et al. (2003) discutiram que estas espécies possuem facilidade para dominarem a vegetação e foram as mais importantes na regeneração do cerrado de Santa Quitéria no Maranhão.

“Os regimes de fogo exercem um controle considerável sobre as plantas lenhosas e herbáceas no cerrado. Incêndios tendem a favorecer plantas herbáceas às custas de plantas lenhosas” (MOREIRA, 2000), “assim como a ausência dele favorece o aumento de biomassa seca que pode resultar em incêndios catastróficos se a área ficar sem fogo por muito tempo” (Ramos-neto et al. 2000 citado por Silva et al., 2011). Silva et al (2011) considera algumas formas de manejo importantes para manutenção da vegetação como blocos de queimadas prescritas combinados com queimadas naturais, e combate a incêndios antrópicos na estação seca, além de fazer monitoramentos por satélites para elaboração de mapas com frequência de queimadas.

## CONCLUSÕES

Os incêndios que ocorreram nas áreas de estudo sofreram forte influência das alterações climáticas conhecidos como “El niño” e “La niña”, sendo que no primeiro, devido às altas temperaturas, os incêndios foram mais intensos, e no segundo, devidos as taxas pluviométricas aumentarem, os incêndios foram mais moderados.

A cobertura da vegetação apresentou um aumento significativo no estrato inferior, enquanto que no estrato superior houve uma redução. Acredita-se que o motivo seja devido à elevada frequência de fogo, onde as áreas sofrem com queimadas recorrentes, fazendo com que a vegetação não consiga se recuperar e alcançar as mesmas taxas de sua cobertura anterior. Outros fatores, que não foram abordados na temática deste estudo e devem ser futuramente analisados, também influenciam as taxas de ocorrência de incêndios e de cobertura da vegetação, tais como, a quantidade de biomassa seca presente no solo, disponibilidade de água, características ecológicas e fisiológicas das espécies, fatores antrópicos, entre outros.

A ocorrência do fogo é de fundamental importância para a manutenção da ecologia das savanas amazônicas. O fogo renova a biomassa seca presente no solo e altera a estrutura da

vegetação, controlando o desenvolvimento do estrato arbóreo e estimulando o rebrote das espécies do estrato herbáceo, mantendo a paisagem característica das savanas. Porém, a frequência com que o fogo atinge essas áreas determina a sua taxa de resiliência, onde ocorrências sucessivas de incêndios, em pequenos intervalos de tempo, como encontrado neste estudo, se tornam prejudiciais à regulação da vegetação desse bioma.

## REFERÊNCIAS

- APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. The Linnean Society of London, **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.181, p.1–20, jan. 2016.
- BARBOSA, R. I.; FEARNSTIDE, P. M.; Fire frequency and area burned in the Roraima savanas of Brazilian Amazonia. **Revista Forest Ecology and Management**, v.204, p.371-384, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.09.011>
- BOND, W. J.. What Limits Trees in C4 Grasslands and Savannas? *Annual. Review. of Ecology, Evolution and Systematic*, 39: 641-659. 2008.
- BOND, W. J.; MIDGLEY, J. J.. Fire and the angiosperm revolutions. **International Journal of plant sciences**, v.173, n.6, p.569-583, jul.-aug.2012. DOI: <https://doi.org/10.1086/665819>.
- BULLOCK, J.. Plants. In Ecological Census Techniques. **W.F. Sutherland**, ed, p.111-138. Cambridge University Press, Cambridge. 1996.
- CARVALHO, W. D.; MUSTIN, K.. The highly threatened and little known Amazonian savannas. **Nature Ecology e Evolution**, v.1, n.100, mar. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0100>
- CATRY, F.; BUGALHO, M.; SILVA, J. Recuperação da floresta após fogo. O caso da Tapada Nacional de Mafra. Edição: Centro de Ecologia Aplicada Prof. Baeta Neves- Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Imp.: Graffema, Lisboa, 2007.
- CORLETA, A. G.. **Ecologia da regeneração de espécies arbóreo-arbustivas em savanas: o papel das árvores nucleadoras**. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2008.
- DAVIES, G. M.; SMITH; A. A.; MCDONALD, A. J. BEAKKER, J.D.; LEGG, C. J.. Fire intensity, fire severity and ecosystems response in heathlands: factors affecting the regeration of *Calluna vulgaris*. *Journal of Applied Ecology*, 47: 356-365. 2010.
- FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A.. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v.18, n.1, 2009.
- Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2018.
- HOFFMANN, W. A.; ADASME, R.; HARIDASAN, M.; CARVALHO, M. T.; GEIGER E. L.; PEREIRA, M. A. B.; GOTSCH, S. G.; FRANCO, A. C.. Tree topkill, not mortality, governs the dynamics of savanna-forest boundaries and frequent fire in central Brazil. *Ecology*, 90: 1326-1337. 2009.
- HOFFMANN, W. A.; ORTHEN, B.; NASCIMENTO, P. K. V.. Comparative fire ecology of tropical savana and forest trees. **Functional Ecology**, v.17, p.720-726, dec. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2003.00796.x>
- IMAÑA-ENCINAS, J.; PAULA, J. E.. Análise da vegetação de cerrado no Município de Santa Quitéria – Maranhão. **Brasil Florestal**, n.78, dez.2003.
- LIESENFELD, M. V. A.; VIEIRA, G.; MIRANDA, I. P. A.. Ecologia do fogo e o impacto na vegetação da Amazônia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.36, n.88, p.505-517, out.-dez.2016. DOI: <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.88.1222>

MACHADO, N. G.; SILVA, F. C. P.; BIUDES, M. S.. Efeito das condições meteorológicas sobre o risco de incêndio e o número de queimadas urbanas e focos de calor em Cuiabá-MT, Brasil. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v.36, n.3, p.459-469, set.-dez. 2014. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X11892>

MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; ALBERNAZ, A. L. K. M.; SANAIOTTI, T. M.; GUILLAUMET, J. L.; Composição florística e cobertura vegetal das savanas na região de Alter do Chão, Santarém – PA. **Revista Brasil. Bot.**, v.31, n.1. p.165-177, jan.-mar. 2008.

MAGNUSSON, W.E., SANAIOTTI, T.M., LIMA, A.P., MARTINELLI, L.A., VICTORIA, R.L., ARAÚJO, M.C. & ALBERNAZ, A.L. A comparison of 13 C ratios of surface soils in savannas and forests in Amazonia. **Journal of Biogeography**. Ed. 29, p. 857-863. 2002.

MOREIRA, A. G.. Effects off ire protection on savana structure in Central Brazil. **Journal of Biogeography**, v.27, p.1021-1029, 2000.

MOREIRA, S. F.; CONCEIÇÃO, C. S.; CRUZ, M. C. S.; JÚNIOR, A. P. A influência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre a dinâmica climática da região Amazônica. **Multidisciplinary Reviews**, 1. 1 -7. e2018014, 2018.

MOUSTAKAS, A.; WIEGAND, K.; MEYER, K. M.; WARD, D.; SANKARAN, M.. Learning new tricks from old trees: revisiting the savanna question. **Frontiers of biogeography**, 2.2: 47-53. 2010.

RAMOS-NETO, M. B.; PIVELLO, V. R.. Lightning fires in a Brazilian savanna National Park: rethinking management strategies. **Environmental Management**, v.6, n.26, p.675-684, 2000 *apud* SILVA, D. M.; LOIOLA, P. P.; ROSATTI, N. B.; SILVA, I. A.; CIANCIARUSO, M. V.; BATALHA, M. A.. **Os efeitos dos regimes de fogo sobre a vegetação de cerrado no Parque Nacional das Emas, GO: considerações para a conservação da diversidade**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2011.

RESENDE, F. C.; CARDOZO, F. S.; PEREIRA, G.. Análise ambiental da ocorrência das queimadas na porção nordeste do Cerrado. **Revista do Departamento de Geografia USP**, São Paulo, v.34, p.31-42, 2017. DOI: <https://doi.org/10.11606/rdg.v34i0.131917>

RUSSEL-SMITH, J.; WHITEHEAD, P. J.; COOK, G. D.; HOARE, J. L.. Response of Eucalyptus-dominated savanna to frequent fires: lessons from munmarlary, 1973-1996. **Ecological Monographs**, 73: 349-375. 2003.

SILVA, D. M.; LOIOLA, P. P.; ROSATTI, N. B.; SILVA, I. A.; CIANCIARUSO, M. V.; BATALHA, M. A.. **Os efeitos dos regimes de fogo sobre a vegetação de cerrado no Parque Nacional das Emas, GO: considerações para a conservação da diversidade**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2011.

SILVA, L. G.. **Comportamento e efeito do fogo sobre os ecossistemas do bioma cerrado: modelos baseados em processos**. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

SILVA, M. A. G.; GUIMARÃES JUNIOR, J. M.; SILVA, N. F. C.; SANTOS, F. C. V.; UCKER, F. E.. Caracterização pluviométrica de Santarém-Pa, Brasil. **Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia**, v.10, p.112-120, 2016.

TORRES, F. T. P.. Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG). **Revista Caminhos de Geografia**, v.7, n.18, p.162-171, jun.2006.

TORRES, F. T. P.; RIBEIRO, G. A.; MARTINS, S. V.; LIMA, G. S.. Correlações entre os elementos meteorológicos e as ocorrências de incêndios florestais na área urbana de Juiz de Fora, MG. **Revista Árvore**, v.35, n.1, p.143-150, 2011.

VETAAS, O. R.. Micro-site effects of trees and shrubs in dry savanas. **Journal of Vegetation Science: Advances in plant community ecology**, v.3, n.3, p.337-344, jun. 1992. DOI: <https://doi.org/10.2307/3235758>

WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, A. S.. Análise da precipitação e sua influência na ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v.6, n.1, p.148-156, 2011. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.180>