

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais**

**SERRAPILHEIRA E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA EM SUB-BOSQUE  
DE EUCALIPTO PÓS-QUEIMAS PRESCRITAS COM E SEM  
RETARDANTES DE FOGO DE CURTA DURAÇÃO**

**ANA PAULA SLOVINSKI DE OLIVEIRA CAMARGO**

Sinop, Mato Grosso

Fevereiro, 2020

**ANA PAULA SLOVINSKI DE OLIVEIRA CAMARGO**

**SERRAPILHEIRA E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA EM SUB-BOSQUE  
DE EUCALIPTO PÓS-QUEIMAS PRESCRITAS COM E SEM  
RETARDANTES DE FOGO DE CURTA DURAÇÃO**

Orientador: Prof. Dr. ADILSON PACHECO DE SOUZA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Biodiversidade.

Sinop, Mato Grosso

Fevereiro, 2020

### **Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.**

S634s Slovinski de Oliveira Camargo, Ana Paula.  
Serrapilheira e composição florística em sub-bosque de eucalipto pós-queimas prescritas com e sem retardantes de fogo de curta duração / Ana Paula Slovinski de Oliveira Camargo. -- 2020  
xiii, 64 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Adilson Pacheco de Souza.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Sinop, 2020.  
Inclui bibliografia.

1. Florestas plantadas. 2. Fogo prescrito. 3. Serrapilheira. 4. Regeneração pós-fogo. 5. Retardantes. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.**



MINISTÉRIO DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
Avenida Alexandre Ferronato, nº 1.200 - Setor Industrial - Cep: 78557267 -Sinop/MT  
Tel.: 66 3531-1663/r. 206 - Email : ppgcam@ufmt.br

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO : "SERRAPILHEIRA E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA EM SUB-  
BOSQUE DE EUCALIPTO PÓS-QUEIMAS PRESCRITAS COM E SEM  
RETARDANTES DE FOGO DE CURTA DURAÇÃO "**

AUTOR : Mestranda ANA PAULA SLOVINSKI DE OLIVEIRA CAMARGO

Dissertação defendida e aprovada em 14/02/2020.

### Composição da Banca Examinadora:

|   |           |                               |  |
|---|-----------|-------------------------------|--|
| Presidente Banca /  | Doutor(a) | Adilson Pacheco de Souza      |  |
| Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO           |           |                               |  |
| Examinador Interno  | Doutor(a) | Rafaella Teles Arantes Felipe |  |
| Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO           |           |                               |  |
| Examinador Externo  | Doutor(a) | Rayssa Pereira Vicentin       |  |
| Instituição : Universidade do Estado de Mato Grosso         |           |                               |  |
| Examinador Suplente   | Doutor(a) | Arlindo De Paula Machado Neto |  |
| Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO           |           |                               |  |
| Examinador Suplente   | Doutor(a) | Manoel Euzébio de Souza       |  |
| Instituição : Universidade Estadual de Mato Grosso - UNEMAT |           |                               |  |

SINOP, 14/02/2020.

**Sinopse:**

Estudou-se a deposição de material combustível em sub-bosque de eucalipto pós-queima prescrita e o efeito dos retardantes de fogo na regeneração de material herbáceo.

**Palavras-chave:**

Florestas plantadas, fogo prescrita, serrapilheira, regeneração pós-fogo, retardantes.

## **DEDICO**

Ao amor da minha vida, Luciano Camargo, por me amar e apoiar nos momentos em que mais precisei de compreensão e auxílio. Sem você, nada disso faria sentido, essa conquista é nossa.

Ao meu filho querido e amado, Isaac Oliveira Camargo, que é a minha maior motivação para enfrentar novos desafios.

À Lucinei de Fátima Slovinski Oliveira e Paulo Mendes de Oliveira Filho, meus pais, a quem amo e admiro, me apresentaram a importância da família e sempre me incentivaram a estudar, transferindo todo o seu conhecimento e investindo em minha educação.

## AGRADECIMENTOS

Neste longo caminho, existem pontos altos e baixos e, em diversos momentos precisamos contar com Deus e pessoas que tornam a caminhada menos árdua, portanto agradeço:

À Deus, que me fortaleceu, a quem por muitas vezes recorri, e me respondeu.

Ao Luciano, meu amado esposo. O seu amor, dedicação e apoio foram essenciais nesta minha trajetória.

Ao Isaac, meu filho, que foi quem mais sentiu minha ausência, mas mesmo com tão pouca idade, soube me compreender e me encorajar com o sorriso mais lindo do mundo.

Aos meus familiares, pais, Lucinei e Paulo, que sempre incentivarem e apoiarem as minhas escolhas, me ensinando que a educação abre portas que ninguém pode fechar. Vocês são a minha inspiração e o meu alicerce.

Aos meus irmãos, Thiago e Eduardo, cunhadas, Kátia e Camila, e sobrinha, Rafaella. Obrigada por acreditarem em mim.

Aos meus sogros, Claci e Venuto, por me auxiliarem nos cuidados com o meu filho, sem a ajuda e o carinho de vocês não seria possível continuar com o meu sonho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCAM) e a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), *Campus* Universitário de Sinop, pela oportunidade de aprendizado e formação profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo 88882.459210/2019-01.

Ao professor Dr. Adilson Pacheco de Souza, pela orientação, compreensão, suporte técnico nas atividades em campo e pela contribuição em minha formação. Respeito e admiro o seu trabalho, sinto-me honrada em ser sua orientada.

A realização de um projeto de pesquisa como este só foi possível com o apoio de vários colaboradores: Daiane, Josiane, Elen, Franciele, Aline, Dona Ivonete (zeladora da UFMT), Daniela, Mariana, Kalisto, Hércules, Charles, Alisson, Filipe, Wisnel, Rafael e a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente com os meus experimentos, o meu reconhecimento e gratidão.

Ao professor Dr. Rafael Arruda, por me auxiliar com as análises, obrigada pelo conhecimento transferido e pelo auxílio.

À Talita Künast, pela amizade ao longo da minha trajetória no mestrado.

## RESUMO

Objetivou-se avaliar e estimar a disponibilidade de material combustível (seco e vivo) em uma floresta plantada de *Eucalyptus* e correlacionar a regeneração de material herbáceo no sub-bosque em diferentes interfaces ambientais com os episódios de queima prescrita, bem como, verificar o efeito de diferentes concentrações de retardantes de fogo e volumes de calda aplicados em queimas prescritas em experimentos anteriores, na regeneração de plantas herbáceas. Foram realizadas coletas de materiais combustível morto (serrapilheira) e vivo (herbáceo) com um quadrante de 1 m<sup>2</sup>, perfazendo 3 repetições em cada parcela. Todo o material morto, foi triado e classificado em folhas, cascas e galhos. As plantas foram identificadas e quantificadas. Posteriormente, os materiais combustíveis (morto e herbáceo) foram secos em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C com variação de  $\pm 2^\circ\text{C}$ , até peso constante. A massa seca foi obtida com balança analítica milesimal. Quando submetidas a queimas prescritas, as áreas apresentaram aos 36 meses pós-queima, quantidade e composição de serrapilheira semelhante a áreas sem queima (6,5 anos). O aporte de material combustível aos 7,5 anos de idade, foi de 22,21 e 13,30 Mg ha<sup>-1</sup> para áreas sem queima e com 20 meses pós-queima, respectivamente. As folhas representaram a maior fração do material combustível. A utilização do fogo propicia maiores massas de material herbáceo regenerado em sub-bosque de *E. urograndis*. Com o aumento do período pós-queima, houve a inserção de novas espécies vegetais no sub-bosque, sendo as que representaram maior abundância as da família Poaceae (gramíneas). Quando avaliamos as áreas onde foram aplicados retardantes de fogo, concluímos que não houve efeito dos retardantes nas suas diferentes concentrações e volumes de calda quanto a riqueza e abundância de espécies de vegetação herbácea regenerada, no entanto, as áreas com queima apresentaram menor riqueza, sendo o fogo o principal responsável por essa diferença.

**Palavras chave:** Queima controlada; retardantes de fogo; gramíneas; material combustível; regeneração pós-queima.



## ABSTRACT

The objective was to evaluate and estimate the availability of combustible material (dry and live) in a planted *Eucalyptus* forest and to correlate the regeneration of herbaceous material in the understory at different environmental interfaces with the prescribed burning episodes, as well as to verify the effect of different concentrations of fire retardants and spray volumes applied in burns prescribed in previous experiments, in the regeneration of herbaceous plants. Collections of dead fuel (litter) and live (herbaceous) materials were performed with a quadrant of 1 m<sup>2</sup>, making 3 repetitions in each plot. All the dead material was sorted and classified into leaves, bark and branches. The plants were identified and quantified. Subsequently, the combustible materials (dead and herbaceous) were dried in an oven with forced air circulation, with a temperature of 65 ° C with a variation of  $\pm 2$  ° C, until constant weight. The dry mass was obtained with a thousandths analytical balance. When subjected to prescribed burns, the areas presented, at 36 months post-burning, a quantity and composition of litter similar to areas without burning (6.5 years). The supply of combustible material at 7.5 years of age was 22.21 and 13.30 Mg ha<sup>-1</sup> for areas without burning and with 20 months post-burning, respectively. The leaves represented the largest fraction of the combustible material. The use of fire provides greater masses of regenerated herbaceous material in *E. urograndis* understory. With the increase in the post-firing period, new plant species were inserted in the understory, with the greatest abundance being those of the Poaceae family (grasses). When we evaluated the areas where fire retardants were applied, we concluded that there was no effect of the retardants in their different concentrations and volumes of syrup as for the richness and abundance of regenerated herbaceous vegetation species, however, the areas with burning showed less richness, being fire is primarily responsible for this difference.

**Keywords:** Controlled burning; fire retardants; grasses; combustible material; post-fire regeneration.

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| INTRODUÇÃO GERAL .....  | 14 |
| Referências .....   | 15 |
| CAPITULO 1 .....  | 17 |
| Resumo .....  | 17 |
| Abstract .....  | 18 |
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 19 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS .....   | 22 |
| 2.1 Área de estudo .....  | 22 |
| 2.2 Análise de dados .....  | 27 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....   | 29 |
| 3.1 Análise do inventário do plantio de Eucalipto .....                                   | 29 |
| 3.2 Análise do material combustível seco .....  | 31 |
| 3.3 Análise do material combustível herbáceo regenerado .....                             | 37 |
| 4. CONCLUSÃO .....  | 43 |
| REFERÊNCIAS .....   | 43 |
| CAPÍTULO 2 .....  | 51 |
| Resumo .....  | 51 |
| Abstract .....  | 52 |
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 53 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS .....   | 55 |
| 2.1 Área de estudo .....  | 55 |
| 2.2 Queimas prescritas .....  | 56 |
| 2.3 Amostragem do material combustível (serrapilheira e material herbáceo) .....          | 56 |
| 2.4 Análise de dados .....  | 58 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....   | 59 |
| 3.1 Deposição de material combustível .....   | 59 |
| 3.2 Correlação do uso de retardantes de fogo com a regeneração de material herbáceo ..... | 61 |
| 4. CONCLUSÃO .....  | 72 |
| REFERÊNCIAS .....   | 73 |
| CONCLUSÃO GERAL .....   | 77 |

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

- Tabela 1. Número de árvores total, percentual de árvores vivas e morta, circunferência a altura do peito (CAP) em área de *E. urograndis* (Clone H13) em três interfaces com 21, 32, 36 meses pós-queima e Sem Queima (testemunha), Sorriso – MT, 2018..... 30
- Tabela 2. Altura comercial/total e percentual de ocupação de copa em área de *E. urograndis* (Clone H13) em três interfaces com 21, 32, 36 meses pós-queima e Sem Queima (testemunha), Sorriso – MT, 2018..... 31
- Tabela 3. Classes de material combustível em áreas de *E. urograndis* (Clone H13) em três interfaces com 21, 32, 36 meses pós-queima, e áreas Sem Queima (testemunha), em Sorriso – MT, 2018. .... 32
- Tabela 4. Classes de material combustível em áreas de *E. urograndis* (Clone H13) e na Mata (fragmento de floresta nativa) em Sorriso – MT, 2018. .... 36
- Tabela 5. Variáveis estatísticas da ocorrência de espécies regeneradas em áreas de *E. urograndis* (Clone H13) pós-queimas prescritas em diferentes interfaces ambientais, Sorriso – MT, 2018. .... 39
- Tabela 6. Probabilidades associadas das variáveis abundância e presença/ausência (representadas pelas soluções dimensionais do NMDS) em função de queima, períodos de pós-queima e testemunha, e interface do povoamento. .... 43

### Capítulo 2

- Tabela 2. Médias e Erro Padrão ( $\pm P$ ) de massa de Material Combustível pós-queima e sem queima (Testemunha) na camada superficial do sub-bosque de *E. urograndis* em Sorriso – MT, 2019. .... 60
- Tabela 3. Massa seca (MS) de material herbáceo ( $Mg\ ha^{-1}$ ) em função da concentração de retardantes de fogo e do volume de calda aplicado em queimas prescritas em áreas de *E. urograndis* em Sorriso – MT, 2019. .... 61
- Tabela 4. Riqueza de Espécies da comunidade no sub-bosque de *E. urograndis* em Sorriso – MT, 2019. .... 62
- Tabela 5. Variáveis estatísticas da ocorrência de espécies em sub-bosque de um plantio de *E. urograndis* pós-queima prescrita e sem queima (controle) em Sorriso – MT, 2019..... 63
- Tabela 6. Variáveis estatísticas da ocorrência de espécies em sub-bosque de um plantio de *E. urograndis* pós-queima prescrita com aplicação de água (testemunha) como retardante de fogo em Sorriso – MT, 2019. .... 65

Tabela 7. Variáveis estatísticas da ocorrência de espécies em sub-bosque de um plantio de *E. urograndis* pós-queima prescrita com aplicação do Polímero Hidroretentor como retardante de fogo em Sorriso – MT, 2019. .... 66

Tabela 8. Variáveis estatísticas da ocorrência de espécies em sub-bosque de um plantio de *E. urograndis* pós-queima prescrita com aplicação do Hold Fire como retardante de fogo em Sorriso – MT, 2019..... 68

Tabela 9. Variáveis estatísticas da ocorrência de espécies em sub-bosque de um plantio de *E. urograndis* pós-queima prescrita com aplicação do Phos-chek como retardante de fogo em Sorriso – MT, 2019..... 70

Tabela 10. Variáveis estatísticas do teste de germinação em sub-bosque de um plantio de *E. urograndis* pós-queima prescrita com uso de retardantes de fogo em Sorriso – MT, 2019..... 72

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 1

- Figura 1. Localização da área experimental de *E. urograndis* (Clone H13) em Sorriso-MT, Brasil..... 23
- Figura 2. Médias mensais da temperatura do ar (Tar) e umidade relativa do ar (UR), em Sorriso-MT, entre abril/2015 e maio/2019..... 24
- Figura 3. Precipitação total mensal (mm mês<sup>-1</sup>), em Sorriso-MT, entre junho/2016 e maio/2019. .... 24
- Figura 4. Material herbáceo regenerado nas interfaces E/L: eucalipto/lavoura (a), EE: eucalipto/eucalipto (b) e EM: eucalipto/mata nativa ripária (c), aos 36 meses após queima controlada. .... 25
- Figura 5. Quadrantes utilizados para a coleta da serrapilheira e herbáceo. E/L: eucalipto/lavoura (a), EE: eucalipto/eucalipto (b) e EM: eucalipto/mata nativa ripária (c), aos 36 meses após queima controlada..... 25
- Figura 6. Triagem da serrapilheira. Classes: (a) Folhas; (b) casca; (c) galho fino  $\leq 0,7$ ; (d) galho médio ( $\geq 0,7$  e  $\leq 2,50$ ); (e) galho grosso ( $\geq 2,50$ ); (f) armazenamento do material triado..... 26
- Figura 7. Quantificação do percentual de material regenerado. (a) imagem do quadrante amostral; (b) imagem tratada no Software Adobe Photoshop Cs6; (c) especificações da estatística da imagem, destaque em vermelho do percentual de material verde. .... 27
- Figura 8. Distribuição da serrapilheira por classes nas interfaces (a) Eucalipto/Lavoura, (b) Eucalipto/Eucalipto e (c) Eucalipto/Mata das áreas de *E. urograndis* (Clone H13) em Sorriso - MT, com diferentes períodos pós-queima controlada (21, 32 e 36 meses), e sem queima (77 meses – idade do plantio). Onde as classes foram descritas como: G1: galhos finos diâmetro (d)  $< 0,7$  cm; G2: galhos médios  $0,7 < (d) < 2,5$  cm; G2 grossos (d)  $> 2,5$  cm); M.H. (Material Herbáceo)..... 35
- Figura 9. Distribuição da serrapilheira por classes na floresta plantada de *E. urograndis* (Clone H13) e na Floresta Nativa remanescente transição Cerrado-Amazônia em Sorriso - MT. Onde, G1: galhos finos diâmetro (d)  $< 0,7$  cm; G2: galhos médios  $0,7 < (d) < 2,5$  cm; G2 grossos (d)  $> 2,5$  cm); M.H. (Material Herbáceo)..... 37
- Figura 10. Distribuição da abundância em função das espécies vegetais amostradas. Abundância está em escala logarítmica para melhor visualizar o padrão da comunidade. As relações apresentadas são: comunidade total (a), períodos pós-queima de 21, 32 e 36 meses (b a d, respectivamente), sem queima – 77 meses (e); e ainda, para interfaces Eucalipto/Lavoura – EL (f) e Eucalipto/Mata – EM (g). .... 40
- Figura 11. Percentual de área ocupada por serrapilheira e material herbáceo por tempo pós-queima. (a) Eucalipto/Lavoura; (b) Eucalipto/Eucalipto – centro do talhão; (c) Eucalipto/Mata. .... 41

Figura 12. Relação da riqueza de espécies vegetais observada (linha contínua) e riqueza extrapolada (linha pontilhada) em função do esforço amostral. As curvas de rarefação e extrapolação foram calculadas para (a) tratamento de queima, (b) período pós-queima e testemunha (sem queima – 77 meses), bem como (c) interfaces do povoamento. A área sombreada representa o intervalo de confiança. .... 42

Figura 13. Distribuição tridimensional das amostras no espaço da abundância (distância de Bray-Curtis) (a, c, e) e presença/ausência de material herbáceo (distância de Sørensen) (b, d, f), em função dos períodos pós-queima (a, b), período pós-queima e testemunha (c, d) e interface do povoamento (e, f) em área de *E. urograndis* (Clone H13), Sorriso – MT, 2018. .... 42

## Capítulo 2

Figura 1. Localização da área experimental de *E. urograndis* (Clone H13) em Sorriso-MT, Brasil. .... 55

Figura 2. Quadrantes utilizados para a coleta da serrapilheira e herbáceo. a) Hidrogel (Conc. 0,001%), b) Phos-chek (Conc. 0,60%), c) Hold Fire (Conc. 0,70%), d) Água, e) Sem queima (centro do talhão), f) Sem queima (próximo a mata), todos com volume de calda 0,5 L/m<sup>2</sup>, aos 20 meses após queima controlada. .... 57

Figura 3. Triagem da serrapilheira. Classes: (a) Folhas; (b) casca; (c) galho fino  $\leq 0,7$ ; (d) galho médio ( $\geq 0,7$  e  $\leq 2,50$ ); (e) galho grosso ( $\geq 2,50$ ); (f) armazenamento do material triado. .... 57

Figura 4. Coleta de solo e germinação de material herbáceo. (a) gabarito alocado no solo; (b) coleta do solo; (c) disposição do solo na bandeja; (d) bandejas na casa de vegetação; (e) solo esterilizado (testemunha) ao final do dos 45 dias; (f) germinação de *Cyperus iria* com 30 dias; (g) germinação de *Richardia brasilienses* e *Brachiaria ruzizensis* aos 30 dias; (h) germinação de *Richardia brasilienses* e *Brachiaria ruzizensis* aos 45 dias. .... 58

Figura 5. Classes de material combustível em um plantio de *Eucalyptus urograndis* em Sorriso – MT, 2019. .... 61

Figura 6. Distribuição da abundância em função das espécies vegetais amostradas. Abundância está em escala logarítmica para melhor visualizar o padrão da comunidade. As relações apresentadas são: comunidade total (a), áreas com queima (b), sem queima (c). .... 64

## INTRODUÇÃO GERAL

As florestas plantadas representam a principal fonte de suprimento de madeira das cadeias produtivas de importantes segmentos industriais como os de celulose e papel, painéis reconstruídos, móveis, siderurgia a carvão vegetal, energia e produtos de madeira sólida (SILVICULTURA, 2009). Atualmente, o consumo de madeira, principalmente do gênero *Eucalyptus sp.*, para fins energéticos, tem-se evidenciado (PROTÁSIO et al., 2014). O Brasil, por sua vez, tem incentivado a instalação de florestas renováveis para esta finalidade (LIMA e LEÃO, 2013), tendo em vista que, de acordo com a EPE (2019) as fontes renováveis contribuem em níveis acima de 40% na matriz energética do Brasil.

No Mato Grosso, os plantios de eucalipto estão em estágio inicial, sendo o híbrido “*urograndis*” o mais plantado no estado, devido ao maior incremento volumétrico e boa adaptação em solos do tipo Latossolo (REIS e PALUDZYSZYN FILHO, 2011). A expectativa é que com os incentivos governamentais e com a instalação de multinacionais ligadas a agroindústria, ocorra uma expansão nos plantios para fins energéticos.

No entanto, existe uma problemática ligada aos plantios homogêneos, que é o acúmulo de material combustível (serrapilheira) horizontal e vertical no sub-bosque (SOARES, 2000; SCHNEIDER, 2003), podendo ocasionar em incêndios florestais, seja ele ocorrido de forma natural ou por ações antrópicas (CAZIAN et al., 2016).

O fogo resulta de uma reação química (combustão) entre o combustível e o comburente (oxigênio), sendo necessários três elementos (combustível, comburente e fonte de ignição) que constituem o triângulo do fogo (CASTRO et al., 2002). Apesar de o fogo ser um elemento natural, utilizado pelos ancestrais como um aliado de fundamental importância para a formação e preservação de vários ecossistemas terrestres (SOARES, 2000; PIVELLO, 2009), porém, quando mal-empregado, ocasiona em impactos negativos, incluindo a emissão de gases poluentes para a atmosfera com destaque para o gás carbônico ou dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (FEARNSIDE; BARBOSA; PEREIRA, 2013), perda de biodiversidade (fauna e flora), degradação do solo, desertificação, erosão do solo, comprometimento da saúde e segurança humana, perda de vidas humanas (ALVES et al., 2017) e perdas econômicas, como benfeitorias e o próprio plantio.

Medidas de prevenção a incêndios são necessárias, e uma delas são a queima prescrita/controlada, que se define pela combustão controlada de materiais combustíveis existentes em áreas florestais ou rurais, com o objetivo de reduzir o volume do combustível (CASTRO et al., 2002; SEGER et al., 2013), além da utilização de retardantes de fogo no

combate ao incêndio, alterando a flamabilidade do material combustível e modificando o sentido da reação da queima quando expostos ao fogo (CAZIAN et al., 2016). Entretanto, pouco se sabe sobre o efeito das queimas controladas na produção de material combustível herbáceo, e sobre o efeito dos retardantes de fogo na regeneração de plantas no sub-bosque de plantios de eucalipto.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar e estimar a disponibilidade de material combustível (seco e vivo) em uma floresta plantada de Eucalipto e correlacionar a regeneração de material herbáceo no sub-bosque em diferentes interfaces ambientais com os episódios de queima prescrita, bem como, verificar o efeito de diferentes concentrações de retardantes de fogo e volumes de calda aplicados em queimas prescritas, na regeneração de plantas herbáceas no sub-bosque de áreas de *Eucalyptus urograndis*.

A dissertação apresenta estrutura básica dividida em dois capítulos: O primeiro capítulo trata-se de um artigo científico sobre a caracterização de material combustível pós queima prescrita em áreas de Eucalyptus. O segundo capítulo abrange o efeito dos retardantes de fogo na regeneração de material combustível herbáceo. Os capítulos estão na forma de artigos e, foram formatados para submissão em revista com Qualis igual ou superior a B2 na área de Ciências Ambientais, conforme resolução do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.

## Referências

- ALVES, L. J. S.; SOUZA, A. P.; STANGERLIN, M. D.; CASAVECCHIA, B. H.; CARMO, F. H. J.; BOUVIÉ, L.; BORELLA, D. R.; DIAS, T. K. R.; SILVA, C. C.; MARTIM, C. C.; FERNEDA, B. G. Fire Behavior in *Eucalyptus urograndis* (Clone H13) Forest in CerradoAmazon Transition, Brazil. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 11, n. 4, p. 60-71, 2017.
- CANZIAN, W. P.; FIEDLER, N. C.; BRINATE, I. B.; JUVANHOL, R. S., & BIGHI, K. N. Diferentes concentrações de retardante de fogo em plantios de eucalipto. **Nativa**, Sinop, v. 4, n. 4, p. 195-198, 2016.
- CASTRO, C. F., SERRA, G., PAROLA, J., REIS, J., LOURENÇO, L., & CORREIA, S. Combate a incêndios florestais. **Escola Nacional de Bombeiros**, v. 13, n. 2, Sintra - PO, 2003.
- EPE. Empresa de Pesquisas Energéticas. Balanço Energético Nacional 2019. Relatório em Síntese, ano base 2018, p. 01-67, 2019.
- FEARNSIDE, P. M., BARBOSA, R. I., & PEREIRA, V. B. Emissões de gases do efeito estufa por desmatamento e incêndios florestais em Roraima: fontes e sumidouros. *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2013.



LIMA, J. P. D. C., & LEÃO, J. R. A. Dinâmica de crescimento e distribuição diamétrica de fragmentos de florestas nativa e plantada na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 70-79, 2013.

PIVELLO, V. R. Os cerrados e o fogo. **ComCiência**, n. 105, 2009.

PROTÁSIO, T. P.; GOULART, S. L.; NEVES, T. A.; TRUGILHO, P. F.; RAMALHO, F. M. G., & DE SOUZA BRITES, L. M. R. Qualidade da madeira e do carvão vegetal oriundos de floresta plantada em Minas Gerais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 78, p. 111-123, 2014.

REIS, C. A. F., & PALUDZYSZYN FILHO, E. Estado da arte de plantios com espécies florestais de interesse para o Mato Grosso. **Embrapa Florestas-Documentos (INFOTECA-E)**, 2011.

SCHNEIDER, M. F. Consequências da acumulação de folhas secas na plantação de eucalipto em Zitundo, Distrito de Matutuine. **Boletim de Investigação Florestal**, v. 3, p. 37-42, 2003.

SEGER, C. D.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F.; ALVES, M. V. G.; SOARES, R. V.; e BIONDI, D. Incremento da biomassa aérea da vegetação dos Campos Naturais do Paraná em período pós-queima. **Floresta**, v. 46, n. 1, p. 93-101, 2016.

SILVICULTURA, C. S. Agenda estratégica do setor de florestas plantadas. Brasília-DF, 2009.

SOARES, R. V. Novas tendências no controle de incêndios florestais. **Floresta**, v.30, n.1, p.11-21, 2000.

## CAPITULO 1

### Caracterização de material combustível pós queima prescrita em áreas de *Eucalyptus*

**Resumo:** As florestas homogêneas apresentam grande relevância no setor florestal brasileiro, e são plantadas em larga escala para fins energéticos e celulose. Por ser uma espécie que se adaptou as condições edafoclimáticas do país, o gênero *Eucalyptus* é o mais plantado. Uma das problemáticas enfrentada pelos produtores são os incêndios florestais de grandes proporções no interior dos plantios, acarretando em prejuízos econômicos. Manejar o material combustível disponível na superfície do solo pela queima controlada é uma maneira de prevenir incêndios, tendo em vista que cargas elevadas desses materiais são perigosas. Sabe-se que o uso do fogo pode favorecer a germinação de sementes de espécies florestais específicas de áreas de transição Cerrado-Amazônia e principalmente de plantas herbáceas, cipós e gramíneas, aumentando a disponibilidade de material combustível e favorecendo incêndios no sub-bosque. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar e estimar a disponibilidade de material combustível (seco e vivo) no sub-bosque de uma floresta plantada de eucalipto e correlacionar a regeneração de material herbáceo no sub-bosque em diferentes interfaces ambientais com os episódios de queima prescrita. A área de estudo está localizada na Fazenda Santo Antônio, município de Sorriso, Mato Grosso, Brasil, e possui um plantio de *Eucalyptus urograndis* com idade de 6,5 anos, onde foram realizadas coletas em três interfaces ambientais, no centro do talhão denominado como Eucalipto/Eucalipto (EE) e nas bordas próximas a áreas de lavoura, Eucalipto/Lavoura (EL) e de um fragmento remanescente de floresta nativa, Eucalipto/Mata (EM), em áreas com diferentes tempos pós-queima controlada (21, 32, 36 meses) e 77 meses (testemunha – área sem queima). Deste modo, quando submetidas a queimas prescritas, apresentaram aos 36 meses pós-queima, quantidade e composição de serrapilheira semelhantes às áreas sem queima (77 meses). As folhas representaram a maior fração do material combustível (serrapilheira) seguido de galhos médios, cascas, galhos finos, material herbáceo e galhos grossos. As áreas sem queima tiveram um menor percentual de biomassa verde quando comparadas às áreas com queima. As espécies que tiveram maior abundância nos períodos pós-queima foram as gramíneas, que são consideradas altamente inflamáveis. Com o aumento do período pós-queima, houve a inserção de novas espécies vegetais no sub-bosque. O tempo pós-plantio ideal para a implementação do fogo prescrito é aos 4 anos de idade, tendo em vista, que neste período há um acúmulo de carga de material combustível com perigo de risco alto para incêndio, sendo necessário apenas uma queima durante todo o ciclo do plantio em caso de floresta plantada de eucalipto para fins energéticos, portanto, podendo ser considerada uma ferramenta importante para a prevenção de incêndios florestais.

**Palavras-chave:** Florestas plantadas, fogo prescrito, silvicultura, serrapilheira, regeneração pós-fogo.

## **Characterization of post-burning combustible material prescribed in Eucalyptus areas**

**Abstract:** Homogeneous forests are highly relevant in the Brazilian forestry sector, and are planted on a large scale for energy and cellulose purposes. Because it is a species that has adapted to the country's edaphoclimatic conditions, the genus *Eucalyptus* is the most planted. One of the problems faced by the producers is the forest fires of great proportions inside the plantations, causing economic losses. Handling the available combustible material on the soil surface by controlled burning is a way to prevent fires, given that high loads of these materials are dangerous. It is known that the use of fire can favor the germination of seeds of specific forest species in Cerrado-Amazon transition areas and mainly of herbaceous plants, vines and grasses, increasing the availability of combustible material and favoring fires in the understory. Thus, the objective of this work was to evaluate and estimate the availability of combustible material (dry and live) in the understory of an eucalyptus planted forest and to correlate the regeneration of herbaceous material in the understory at different environmental interfaces with the burning episodes prescribed. The study area is located at Fazenda Santo Antônio, in the municipality of Sorriso, Mato Grosso, Brazil, and has a plantation of *Eucalyptus urograndis* aged 6.5 years, where collections were carried out at three environmental interfaces, in the center of the plot named as Eucalyptus / Eucalyptus (EE) and on the edges close to crop areas, Eucalyptus / Lavoura (EL) and a remaining fragment of native forest, Eucalyptus / Mata (EM), in areas with different post-controlled burning times (21, 32, 36 months) and 77 months (control - area without burning). Thus, when subjected to prescribed burns, they presented at 36 months post-burn, a quantity and composition of litter similar to areas without burning (77 months). The leaves represented the largest fraction of the combustible material (litter) followed by medium branches, barks, thin branches, herbaceous material and thick branches. The areas without burning had a lower percentage of green biomass when compared to the areas with burning. The species that had greater abundance in the post-firing periods were grasses, which are considered highly flammable. With the increase in the post-firing period, new plant species were inserted in the understory. The ideal post-planting time for the implementation of the prescribed fire is at 4 years of age, considering that in this period there is an accumulation of load of combustible material with a high risk of fire risk, requiring only one burning during the entire period, planting cycle in case of eucalyptus planted forest for energy purposes, therefore, it can be considered an important tool for the prevention of forest fires.

**Keywords:** Planted forests, prescribed fire, forestry, litter, post-fire regeneration.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro apresenta grande representatividade no mercado internacional, ocupando o segundo lugar mundial em exportação de celulose (COMEX DO BRASIL, 2018). Neste cenário, as florestas plantadas ganham relevância pois são responsáveis por 91% de toda a madeira produzida para fins industriais, e 6,2% do PIB Industrial do País (IBÁ, 2019).

Conforme a Indústria Brasileira de árvores (2019), no ano de 2018, dos 7,83 milhões de hectares plantados, o gênero *Eucalyptus*, se sobressaiu com aproximadamente 73% da extensão de plantio, sendo suas utilizações indo desde o emprego para fins energéticos até obtenção de celulose e de produtos como lâminas e móveis (FILHO et al., 2006). Essa espécie exótica foi trazida da Austrália, que por sua vez adaptou-se muito bem as condições climáticas do Brasil. Além disso, possui fácil manejo e tem como característica principal o seu rápido crescimento (MIRANDA; JUNIOR; GOUVEIA, 2015).

O *Eucalyptus urograndis*, é um híbrido interespecífico proveniente do cruzamento do *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, que se adapta facilmente às diferentes condições do clima e do solo, além disso, apresentando boa produtividade (MONTANARI et al., 2007). Atualmente, este híbrido vem sendo plantado no estado do Mato Grosso para fins energéticos, tendo em vista que a demanda por madeira com esta finalidade tem aumentado com a vinda de indústrias de etanol de milho (CONAB, 2018). A expectativa é de que a área destinada ao cultivo de eucalipto no estado, atinja quase 700 mil hectares nos próximos 10 anos (CANAL RURAL, 2018), fomentando o setor florestal e incentivando os produtores a aderirem aos plantios homogêneos.

Além do ponto de vista econômico, as florestas plantadas trazem diversos benefícios para o meio ambiente, como a ciclagem de nutrientes, por meio da decomposição do material orgânico produzido pelas árvores, que por sua vez são depositados no solo (serrapilheira), liberando nutrientes para o solo e conseqüentemente para as plantas, através da reabsorção pelas raízes. De acordo com Costa et al. (2010), a camada superficial do solo em ambiente florestal, formada pela deposição de folhas, galhos, órgãos reprodutivos e detritos, constitui-se em uma importante via de equilíbrio ecológico e dinâmico nos ecossistemas florestais, promovendo melhorias nas propriedades físicas, biológicas e químicas do solo (FREIRE et al., 2010).

No entanto, as florestas plantadas possuem um elevado potencial de risco para ocorrência de incêndios já que além da disponibilidade de madeira, possui um acúmulo contínuo de folhas e galhos sobre a superfície do solo, provenientes dos plantios e da vegetação

de sub-bosque que possuem baixa decomposição, servindo assim, como combustível para o fogo (SOARES, 2000; SCHNEIDER, 2003; BORGES et al., 2012; SEGER et al., 2016; MANSUR, 2018). Este fato é preocupante no estado do Mato Grosso, tendo em vista que possui uma estação seca que favorece ainda mais a incidência de fogo na região. Desse modo, conhecer o comportamento do gênero *Eucalyptus* quanto a produção de material combustível em seu sub-bosque é de suma importância.

A dinâmica de deposição e acúmulo da serrapilheira é altamente variável, pois depende do comportamento climático, do tipo de ecossistemas, espécies, idade das plantas, espaçamento, dentre outros fatores de interação das plantas com o ambiente (CIZUNGU et al., 2014; ALONSO et al., 2015). A sua quantificação auxilia no gerenciamento de sistemas de produção florestal com espécies de crescimento rápido, como o *Eucalyptus* (RIBEIRO, 2002), possibilitando o uso de diversas formas de manejo da biomassa (ALVES et al., 2017), e na área de proteção florestal, a serrapilheira indica a disponibilidade de material combustível, e suas classes de ocorrência predizem o comportamento de incêndios florestais.

Para McCaw (2008) a propagação do fogo depende da relação entre as características do material combustível ao longo do tempo (idade do povoamento, umidade, continuidade e espessura), enquanto que, o comportamento do fogo está associado às condições climáticas com altas temperaturas do ar, baixa umidade relativa e ventos fortes, que juntos acentuam o risco e severidade dos incêndios florestais, assim, é fundamental a adoção de uma silvicultura preventiva, dispondo de técnicas eficientes de prevenção e de combate à incêndios (SOARES, 2000; BORGES, et al., 2012).

Existem diversas alternativas que podem ser adotadas para atenuar ou impedir a ocorrência de incêndios florestais em um determinado local, que vão depender de inúmeros fatores, como recursos financeiros, tecnológicos e das políticas públicas (BATISTA, 2009). Dentre as opções, a eliminação parcial ou total da disponibilidade de material combustível por meio de queimas prescritas apresenta bons resultados no controle do fogo e da biomassa (ALVES et al., 2017).

O fogo em queimas prescritas (ou controladas) tem sido amplamente usual desde os tempos remotos como um instrumento de manejo no sistema produtivo, mantendo a qualidade do habitat e estimulando a regeneração em áreas manejadas (BOWMAN et al., 2009; VOGELMANN; PREVEDELLO; REICHERT, 2015). Berenhauser (1972) enfatizou que esse método é prático e eficiente na prevenção de incêndios em áreas plantadas de eucalipto, além de controlar a invasão de plantas daninhas, insetos e fungos prejudiciais às árvores.

Nesse caso, quando aplicado de forma racional, não interfere no desenvolvimento das árvores, uma vez que, a utilização do fogo na limpeza do sub-bosque, visa trazer impactos positivos no que tange à retirada de mato-competição, plantas invasoras e redução da serrapilheira (GUIMARÃES et al., 2014).

No Brasil, a queima controlada está aparada legalmente no Decreto Federal nº 2.661, de 8 de julho de 1998, que em seu Art.2º, considera o emprego do fogo como fator de produção e manejo em atividades agropastoris ou florestais, e para fins de pesquisa científica e tecnológica, em áreas com limites físicos previamente definidos.

No entanto, se for utilizado de maneira inconsequente, o fogo oriundo de queimas controladas, pode tomar proporções catastróficas, modificando a estrutura e o padrão do processo produtivo (GUIMARÃES et al., 2014), reduzindo a biodiversidade, liberando altos níveis de gases do efeito estufa, facilitando a entrada e proliferação de espécies invasoras, alterando a hidrologia da paisagem e prejudicando a qualidade do ar local e regional (SHLISKY et al., 2007).

Associa-se ainda nesse caso, os prejuízos econômicos, a perda total das espécies plantadas, redução da capacidade produtiva do plantio, perda de macro e micronutrientes do solo (ALVES et al., 2017) e perdas de benfeitorias, mortandade de animais e até mesmo de vidas humanas. Como exemplo, pode-se citar o famoso incêndio “Camp Fire”, que ocorreu na Califórnia, EUA, em uma floresta homogênea de *Pinus* no ano de 2018, que entrou para a história como o mais mortal e destrutivo de que teve registro no país, resultando na morte de 85 pessoas e devastando uma área residencial nobre onde residiam 27 mil pessoas (MANSUR, 2018).

Para evitar tais problemáticas é necessário conhecer as características do material combustível disponível em florestas plantadas e os períodos considerados mais propensos para realização de queimas prescritas. De acordo com ALVES et al. (2017), na região do Médio-Norte de Mato Grosso, os meses de agosto e setembro, são os mais críticos, em função das condições meteorológicas, sendo, as queimas prescritas recomendadas em junho e julho em áreas de florestas plantadas com eucalipto, logicamente respeitando o período proibitivo para queimas no estado, que normalmente se estabelece de acordo com Lei Complementar nº 233, de 21 de dezembro de 2005, a partir da segunda quinzena de julho, se estendendo até setembro, ou podendo ser prorrogado conforme as condições climáticas.

Em áreas submetidas a queimas prescritas, a velocidade de propagação das chamas, a temperatura da chama e do solo (na camada limite solo-serrapilheira), e a intensidade do fogo, acabam influenciando decisivamente na regeneração e na composição da vegetação no sub-

bosque pós-queima (SEGER et al., 2016; GORGONE-BARBOSA et al., 2016). Segundo Allen et al. (2008), a queima prescrita reduz a densidade e abundância de plantas e estimula um aumento da riqueza de espécies, tendo em vista que, o banco de sementes é praticamente extinguido pelas altas temperaturas do fogo, portanto, a resposta do banco de sementes ao fogo depende de como as espécies respondem a condições criadas durante e após um incêndio.

Por outro lado, Souza et al. (2010) discordaram desse contexto, reiterando que as populações das plantas regeneradas atingem elevadas densidades populacionais pós-queima. Fato este, que pode ser resultado das frequentes modificações adaptativas que as espécies do Cerrado em relação aos episódios de fogo (SIMON et al., 2009).

O fogo é um dos principais causadores de alterações na estrutura e composição das comunidades vegetais (MEDEIROS e MIRANDA, 2005). Conhecer a diversidade de espécies é necessário para a compreensão da comunidade analisada (MELO, 2008), tendo em vista que quanto maior a produção de biomassa verde no sub-bosque de uma floresta plantada, maior a disponibilidade de combustível (seco) para queima, e em caso de incêndios, mais rápida será a propagação do fogo.

Segundo Medeiros e Miranda (2005), a sobrevivência de organismos ao fogo é determinada por suas características anatômicas, fisiológicas e comportamentais, além das características ambientais pós-fogo. Em um estudo de biomassa verde em condições pós-fogo, Cianciaruso et al. (2010) observaram que a abundância de espécies gramíneas tendem a aumentar após o episódio de queima nas áreas de Cerrado, o problema é que elas são inflamáveis quando secas, e servem como combustível para o fogo (MIRANDA et al., 1993) e assim, ampliam o poder de ignição (GARDNER, 2006).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar e estimar a disponibilidade de material combustível (seco e vivo) em uma floresta plantada de Eucalipto e correlacionar a regeneração de material herbáceo no sub-bosque em diferentes interfaces ambientais com os episódios de queima prescrita.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo**

O estudo foi desenvolvido na Fazenda Santo Antônio, pertencente a Companhia BRF - Brasil Food SA, com coordenadas centrais de 12°51'44" S e 55°52'34"W, no município de Sorriso, Mato Grosso, Brasil, (Figura 1), apresentando relevo plano e altitude de 365 m. A área

experimental foi ocupada com plantio de *Eucalyptus urograndis* (Clone híbrido de *E. urophylla* e *E. grandis* - H13) transplantado em novembro de 2011 (6,5 anos), em espaçamento de 3x3 metros. O plantio está localizado em diferentes interfaces ambientais (Figura 1), a oeste uma bordadura (interface) de lavoura (soja/milho/algodão) e a leste uma interface com área de floresta nativa ripária, sendo representada como: Interface Eucalipto/Lavoura (EL), Interface Eucalipto/Mata (EM) e Interface Eucalipto/Eucalipto (EE), localizado no centro do talhão.

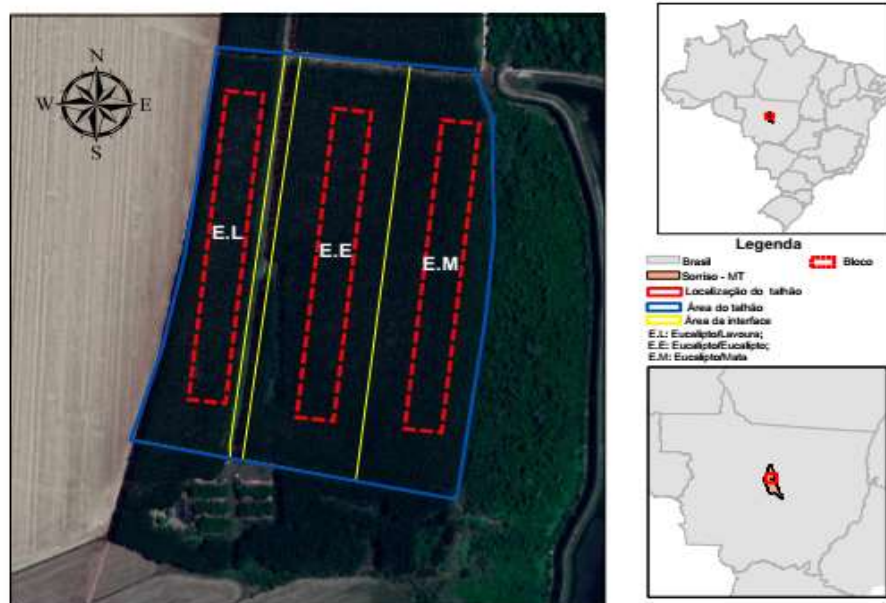


Figura 1. Localização da área experimental de *E. urograndis* (Clone H13) em Sorriso-MT, Brasil.

A área experimental está inserida na mesorregião geográfica do estado de Mato Grosso definida como Médio-Norte, no ecótono de transição do Cerrado-Amazônia, tendo a fitofisionomia da região com predomínio de formações vegetais típicas das Savanas Arborizadas e Floresta Estacional Semi-decidual Submontana (BRASIL, 1982; DELMON et al., 2013). Devido à proximidade de um lago, a área do plantio de eucalipto na interface EM são parcialmente alagadas devido ao regime de chuvas entre os meses de outubro a março.

O clima da região segundo a classificação climática de Köppen é do tipo quente e úmido (AW) com duas estações bem definidas: chuvosa (outubro a abril) e seca (maio a setembro) (SOUZA et al., 2013). Durante o período experimental (abril/2015 a maio/2019), o comportamento meteorológico regional foi descrito por meio dos dados obtidos da estação A-904 (OMM 86645) da rede de estações automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada em Sorriso-MT (-12,555107°; -55.722863° e altitude de 379 m) (Figuras 2 e 3).



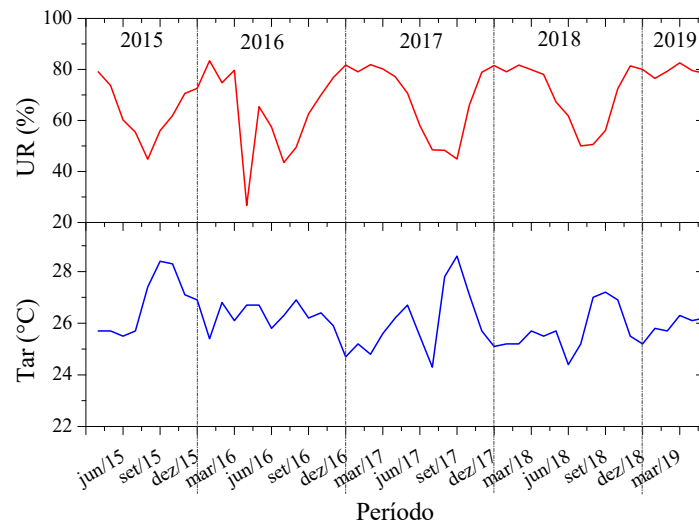


Figura 2. Médias mensais da temperatura do ar (Tar) e umidade relativa do ar (UR), em Sorriso-MT, entre abril/2015 e maio/2019.

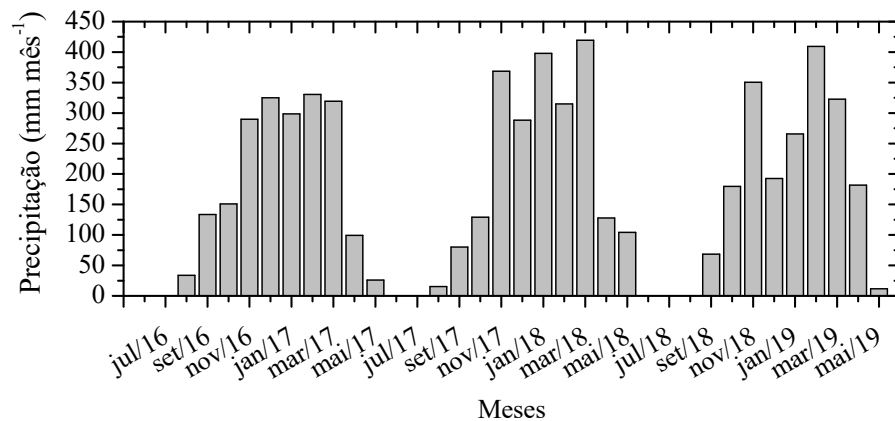


Figura 3. Precipitação total mensal (mm mês<sup>-1</sup>), em Sorriso-MT, entre junho/2016 e maio/2019.

Nas três interfaces (EE, EL e EM) da área experimental (distantes 30,0 m das bordaduras) foram realizadas três queimas prescritas: maio de 2015, setembro de 2015 e agosto de 2016. As parcelas de queima prescrita possuíam dimensões de 3 x 20 m (largura e comprimento) e foram instaladas acompanhando o alinhamento de plantio e em nível, com aceiros de 1,0 m em todas as interfaces. Foram estabelecidas três repetições em cada interface e época de queima. O estabelecimento dessas parcelas objetivou avaliar o comportamento do fogo (ALVES et al., 2017), e posteriormente, a influência dessas interfaces (bordaduras) na produção de serrapilheira (CARMO et al., 2018) e regeneração de material herbáceo pós-queima.

Em abril de 2018, foram realizadas coletas de materiais combustível morto (serrapilheira) e vivo (herbáceo) com altura de até 1,80 m, dispostos na camada superficial horizontal do solo nas três interfaces ambientais (EL, EE e EM), seguindo instruções de Alves

et al. (2017), no qual foram selecionados pontos de amostragens (repetição) aos 5, 10, e 15,0 m em cada parcela (marcada e identificada pós-queima) (Figura 4).



Figura 4. Material herbáceo regenerado nas interfaces E/L: eucalipto/lavoura (a), EE: eucalipto/eucalipto (b) e EM: eucalipto/mata nativa ripária (c), aos 36 meses após queima controlada.

Foram empregados quadrantes de 1,0 x 1,0 m<sup>2</sup> (Figura 5) confeccionados em material Policloreto de Vinila (PVC). Após a delimitação do ponto de amostragem, os galhos finos e/ou grossos foram seccionados no limite do quadrante, e, posteriormente, todo o material morto (serrapilheira) foi coletado. Na coleta do material herbáceo regenerado pós-queima, foram quantificados o número de indivíduos/espécies presentes em cada quadrante e altura máxima do material herbáceo.

As amostras de testemunhas (área sem queima) foram coletadas paralelamente a 10,0 m de distância de cada parcela (na entrelinha). Nesse caso, foram estabelecidos como tratamentos (5), as áreas sem queima (testemunha – Sem queima); a floresta nativa; e os diferentes períodos pós-queima: maio de 2015 (36 meses), setembro de 2015 (32 meses), agosto de 2016 (21 meses).



Figura 5. Quadrantes utilizados para a coleta da serrapilheira e herbáceo. E/L: eucalipto/lavoura (a), EE: eucalipto/eucalipto (b) e EM: eucalipto/mata nativa ripária (c), aos 36 meses após queima controlada.

Todo o material coletado foi armazenado em sacos de papel, etiquetados e encaminhados para triagem. O material seco (serrapilheira) foi triado seguindo a metodologia de Rothermel (1972) e Alves et al. (2017), onde foram classificados em folhas, cascas e galhos de acordo com seu diâmetro em centímetros: fino ( $\leq 0,7$ ); médio ( $\geq 0,7$  e  $\leq 2,50$ ) e grosso ( $\geq 2,50$ ) e posteriormente, acondicionados em sacos de papel (Figura 6).



Figura 6. Triagem da serrapilheira. Classes: (a) Folhas; (b) casca; (c) galho fino  $\leq 0,7$ ; (d) galho médio ( $\geq 0,7$  e  $\leq 2,50$ ); (e) galho grosso ( $\geq 2,50$ ); (f) armazenamento do material triado.

O material herbáceo foi previamente classificado em plantas daninhas, lianas, arbustos e espécies florestais. As plantas foram arrancadas com todo o sistema radicular e realizou-se a pesagem para obtenção do peso úmido (ainda em campo). Para a identificação do material herbáceo, utilizou-se as bibliografias de Lorenzi (2000; 2008).

Posteriormente, os materiais combustíveis (morto e herbáceo) foram secos em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de  $65^{\circ}\text{C}$  com variação de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ , até peso constante. A massa seca foi obtida com balança analítica milesimal.

Foram determinados o percentual de ocupação de material herbáceo regenerado nas áreas pós-queima, para isto, os quadrantes amostrados foram fotografados com uma câmera suspensa a 1,30 m de altura (Figura 7a), perfazendo três repetições/parcela nas áreas queimadas e uma repetição nas áreas sem queima determinado como testemunha. As imagens foram editadas no *Software Adobe Photoshop Cs6* para a determinação da percentagem de material regenerado e diferenciação com a serrapilheira, por meio da contagem de pixels de todo o material coletado (Figura 7b e 7c).

As plantas do material combustível herbáceo foram quantificadas, determinando os seguintes parâmetros fitossociológicos (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974): frequência (F); frequência relativa (Fr); densidade (D), que possibilita determinar quantidade de plantas por espécie por unidade de área; densidade relativa (Dr); abundância (A); abundância relativa (Ar); índice de valor de importância (IVI) e índice de valor de importância relativa (IVIr) (BRAUN-BLANQUET, 1979). As variáveis Fr, Dr e Ar possibilitam obter informações

sobre a relação de cada espécie com as outras espécies encontradas na área, sendo variáveis utilizadas para obtenção do IVI (SENA et al., 2019).



Figura 7. Quantificação do percentual de material regenerado. (a) imagem do quadrante amostral; (b) imagem tratada no Software Adobe Photoshop Cs6; (c) especificações da estatística da imagem, destaque em vermelho do percentual de material verde.

Para avaliação da homogeneidade do plantio nas diferentes interfaces (bordaduras) foram obtidas as seguintes variáveis das árvores circundantes das parcelas: circunferência a altura do peito (CAP), com fita diamétrica; altura comercial e total, com clinômetro; percentagem de densidade de copa, com esferodensiómetro convexo nivelado nos pontos de coleta de material combustível; e a quantificação de árvores vivas/mortas.

## 2.2 Análise de dados

Os dados do inventário foram submetidos a análise de variância (ANOVA) do arranjo fatorial 3 x 4 (interfaces ambientais x tempo-pós-queima) das variáveis serrapilheira e material herbáceo regenerado. Quando observadas diferenças entre as médias, foi aplicado o teste de *Tukey* a 5% de probabilidade, ambos utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

Para as análises do material herbáceo foram realizadas análises inferenciais seguindo as especificidades das variáveis, com aplicações da riqueza de espécies da comunidade vegetal, abundância (composição quantitativa), e presença/ausência (composição qualitativa). Todas as análises foram realizadas em ambiente R (R Core Team 2019). Os gráficos foram construídos tanto com os pacotes básicos, bem como com o pacote *ggplot2* (WICKHAM, 2016).

Foram construídas curvas de rarefação e extrapolação de espécies na comunidade baseados em séries de *Hill* com o pacote *iNEXT* (HSIEH et al., 2019). Posteriormente, foram feitas comparações levando em conta os períodos pós-queima controlada (21, 32 e 36 meses) e

área testemunha (sem queima); e por fim, as interfaces do povoamento (Eucalipto/Lavoura e Eucalipto/Mata). A rarefação indica a riqueza observada em função do esforço amostral empregado, e a extrapolação, indica quantas espécies poderiam entrar na amostragem, ao dobrar o esforço amostral. Essa é a técnica mais atual, que substitui as antigas que faziam inferências de esforço com métricas não-paramétricas de *jackknife*, *chao* e *bootstrap*.

Para determinar se havia variação na riqueza em função dos períodos (pós-queima e controle) das interfaces do povoamento, construiu-se um modelo geral linearizado misto (GLMM, função `glmmPQL` no pacote `MASS`) (VENABLES e RIPLEY, 2002). Esta metodologia foi escolhida devido ao argumento existente na função que corrige os dados espaciais com possível efeito de autocorrelação espacial.

Dessa forma, para controlar a autocorrelação espacial, usou-se as parcelas como variável aleatória no modelo. O teste de significância estatística foi calculado por análise de desvios quadrados do tipo II (função `Anova` do pacote `car`) (FOX e WEISBERG, 2019).

Para analisar a abundância realizou-se a ordenação das espécies da comunidade vegetal por Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS, função `metaMDS` do pacote `vegan`) (OKSANEN et al., 2019). Dados de abundância tendem a apresentar maior variação, desta forma, previamente às análises foram excluídos locais que não apresentavam nenhuma ocorrência e aplicou-se a transformação de Hellinger (função `decostand`, argumento `hell`, pacote `vegan`) (OKSANEN et al., 2019) para igualar a variância, pois o cálculo das distâncias em matrizes de abundância não admite valores “zero”.

Após esse procedimento, uma unidade amostral se revelou um “*outlier*” que afetava o comportamento de distribuição dos objetos no espaço tridimensional do gráfico, desse modo essa unidade amostral foi removida das análises. A ordenação foi realizada com a matriz de abundância, bem como matriz de presença/ausência.

As duas primeiras soluções dimensionais do NMDS para dados de abundância e presença/ausência foram utilizadas como variável dependente no modelo estatístico, pois representam a maior variabilidade recuperada da comunidade vegetal (Abundância:  $r^2_{adj} = 0,46$ ,  $p < 0,001$ ; Presença/ausência:  $r^2_{adj} = 0,62$ ,  $p < 0,001$ ). Para determinar se variações em abundância e presença/ausência (representadas pelas soluções dimensionais NMDS) poderiam estar associadas à área ser queimada ou não, período pós-queima ou interface, construiu-se modelos de Análise de Variância Multivariada (MANOVA, função `manova` do pacote `vegan`) (OKSANEN et al., 2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Análise do inventário do plantio de Eucalipto

O povoamento florestal avaliado se apresentou bastante homogêneo, tendo em vista que todas as plantas tinham a mesma idade (6,5 anos). A influência das queimas prescritas e das bordaduras da mata e da lavoura quanto ao crescimento e desenvolvimento do plantio de eucalipto foi considerado baixo.

Quanto ao número de árvores, foram amostradas uma média total de 16 árvores por parcela nas áreas com e sem queima, não houve diferença significativa entre as parcelas amostradas. Nas três interfaces ambientais (EL, EE e EM), não foram notadas diferença significativa na taxa de sobrevivência das árvores pelo teste de *Tukey a 5%* (Tabela 1) entre as testemunhas (sem queima) e áreas com queima.

A taxa de sobrevivência se apresentou bastante alta no povoamento, com taxa mínima de 77,5% (32 meses pós-queima) e máxima de 93,75% (36 meses pós-queima), ambas na interface Eucalipto/Mata (EM). Tonini (2006), encontraram taxas de sobrevivência similares para o *E. urograndis* com idade de 6 anos no estado de Roraima, que variaram de 91,8 a 95,9%, os autores atribuíram a boa adaptação da espécie aos tratos silviculturais e à resistência a pragas.

Quanto à taxa de mortalidade, os resultados encontrados nas áreas com queima foram semelhantes às áreas sem queima. Não houve diferença estatística entre as interfaces ambientais, e nem entre os períodos com e sem queima, demonstrando que não houve interferência do fogo prescrito no desenvolvimento do povoamento. Noss et al. (2006) afirmam que incêndios prescritos na superfície do sub-bosque de plantios florestais são de intensidade baixa ou moderada, e extremamente seletivo, assim raramente matam árvores de porte grande.

O percentual máximo de mortalidade encontrado nesse estudo foi de 22,50% (32 meses pós-queima), e o mínimo foi de 6,25% (36 meses pós-queima), ambos na interface EM. Miranda et al. (2019), encontraram resultados parecidos em um povoamento florestal de híbrido de *E. urograndis* (H13) com idade de 5 anos, localizado no município de Lucas do Rio Verde (MT), região que faz divisa com a área desse estudo, onde a taxa de mortalidade foi de 18,92%. Correia et al. (2013), considera que a taxa de mortalidade deve estar em até 10%, em caso de povoamentos de eucalipto com até 12 meses de idade.

Carmo et al. (2018), citam que a mortalidade tende a aumentar em plantios de eucalipto com idade superior a 7 anos, também pode estar associado a outras variáveis, como a nutrição do solo (SILVA et al., 2015), variáveis meteorológicas específicas (CAMPOE et al, 2016),



disponibilidade hídrica (STAPE et al., 2010), adaptação da espécie, tratos silviculturais inadequados (MIRANDA et al, 2019), ou uma série de organismos que limitam e condicionam a sobrevivência e desenvolvimento das árvores, como predadores, parasitas, patógenos ou competidores (SILVA, 2013; BRANCO, 2007). Assim, o povoamento analisado neste estudo com idade de 6,5 anos, está dentro dos padrões esperados quanto as taxas de sobrevivência e mortalidade.

Em relação à Circunferência a Altura do Peito (CAP), o povoamento florestal teve um bom desempenho, diferindo estatisticamente apenas na interface Eucalipto/Lavoura (EL), com diâmetro de 51,83 cm aos 36 meses pós-queima, e diâmetro de 65,95 cm nas áreas sem queima (testemunha), essa variação no diâmetro é comum aos plantios monoespecíficos (VIERA; SHUMACHER; LIBERALESSO; 2011). Os diâmetros analisados são considerados normais para a idade do plantio, o que é bom, pois segundo Ferreira et al. (2012) as variáveis CAP e altura influenciam na volumetria da madeira, ou seja, quanto maior esses números, melhor para o silvicultor, garantindo mais rentabilidade na produção de madeira para geração de energia.

Tabela 1. Número de árvores total, percentual de árvores vivas e morta, circunferência a altura do peito (CAP) em área de *E. urograndis* (Clone H13) em três interfaces com 21, 32, 36 meses pós-queima e Sem Queima (testemunha), Sorriso – MT, 2018.

| Período    | Nº Árvores total |          |          | Taxa de sobrevivência (%) |          |          | Taxa de mortalidade (%) |          |          | CAP (cm)  |           |          |
|------------|------------------|----------|----------|---------------------------|----------|----------|-------------------------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
|            | EL               | EE       | EM       | EL                        | EE       | EM       | EL                      | EE       | EM       | EL        | EE        | EM       |
| 21         | 15,67 Aa         | 17,33 Aa | 16,33 Aa | 82,98 Aa                  | 80,77 Aa | 81,63 Aa | 17,02 Aa                | 19,23 Aa | 18,37 Aa | 59,39 ABa | 59,50 Aa  | 61,32 Aa |
| 32         | 16,00 Aa         | 20,00 Aa | 13,33 Aa | 89,58 Aa                  | 78,33 Aa | 77,50 Aa | 10,42 Aa                | 21,67 Aa | 22,50 Aa | 61,58 ABb | 55,58 Aab | 51,81 Aa |
| 36         | 14,33 Aa         | 17,33 Aa | 10,67 Aa | 81,40 Aa                  | 90,38 Aa | 93,75 Aa | 18,60 Aa                | 9,62 Aa  | 6,25 Aa  | 51,83 Aa  | 53,25 Aa  | 56,91 Aa |
| Sem queima | 15,33 Aa         | 16,67 Aa | 14,33 Aa | 86,96 Aa                  | 82,00 Aa | 81,40 Aa | 13,04 Aa                | 18,00 Aa | 18,60 Aa | 65,94 Bb  | 58,32 Aab | 51,83 Aa |

Em que: EL (parcela interface eucalipto/lavoura), EE (parcela interface centro do talhão do eucalipto Eucalipto/Eucalipto) e EM (parcela interface eucalipto/mata). \*Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na análise de variância para altura comercial não foram observadas diferenças significativas nas interfaces EL e EM entre os períodos pós-queima (21, 32 e 36 meses) e nas áreas testemunha (Sem queima), as mesmas apresentaram maiores alturas comerciais quando comparadas com as árvores localizadas no centro do talhão – Eucalipto/Eucalipto (EE). Na interface EE observou-se que as alturas comerciais para as áreas com queima diferiram aos 36 e 21 meses pós-queima das interfaces EL e EM, e nas áreas sem queima EE diferiu de EM (Tabela 2).

Notou-se o mesmo comportamento de crescimento para a altura total, onde os períodos com e sem queima não diferem entre si nas interfaces EL e EM, enquanto que para EE, os tempos de 21 meses pós-queima (30,90 m) diferiram das áreas sem queima (36,88 m). Esta

diferença da altura das árvores no centro do povoamento, pode de estar relacionado à incidência de radiação solar ser menor no centro do talhão (EE) e maior nas áreas da bordadura (EL e EM), onde de acordo com Binkley et al. (2010), o crescimento do fuste depende da disponibilidade de luz, e árvores que estão em condições de sombreamento tendem a ter altura menor ou serem suprimidas.

Tabela 2. Altura comercial/total e percentual de ocupação de copa em área de *E. urograndis* (Clone H13) em três interfaces com 21, 32, 36 meses pós-queima e Sem Queima (testemunha), Sorriso – MT, 2018.

| Período    | Altura Comercial (m) |           |          | Altura Total (m) |           |          | Ocupação de Copa (%) |            |           |
|------------|----------------------|-----------|----------|------------------|-----------|----------|----------------------|------------|-----------|
|            | EL                   | EE        | EM       | EL               | EE        | EM       | EL                   | EE         | EM        |
| 21         | 35,61 Ab             | 28,98 ABa | 38,91 Ab | 39,99 Ab         | 30,90 Aa  | 42,26 Ab | 67,66 ABab           | 61,33 Aa   | 72,33 Ab  |
| 32         | 34,42 Aa             | 31,83 ABa | 33,75 Aa | 39,21 Aa         | 35,57 ABa | 38,88 Aa | 73,67 Bb             | 68,00 ABab | 66,00 Aa  |
| 36         | 37,98 Ab             | 27,28 Aa  | 37,27 Ab | 39,92 Ab         | 30,66 Aa  | 40,12 Ab | 61,33 Aa             | 70,33 Bb   | 66,00 Aab |
| Sem Queima | 35,17 Aab            | 32,52 Ba  | 37,97 Ab | 40,39 Aa         | 36,88 Ba  | 39,92 Aa | 63,00 Aa             | 65,00 ABa  | 72,67 Ab  |

Em que: EL (parcela interface eucalipto/lavoura), EE (parcela interface centro do talhão do eucalipto Eucalipto/Eucalipto) e EM (parcela interface eucalipto/mata). \*Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de *Tukey* a 5% de probabilidade.

Os resultados aqui apresentados demonstram que a aplicação de queimas-prescritas na serrapilheira de talhão de eucalipto, não representam uma ameaça para o desenvolvimento do plantio. Tendo em vista que, os valores médios das variáveis levantados para os períodos de pós-queima (21, 32 e 36 meses) estão bem próximos aos encontrados na testemunha (sem-queima, 77 meses).

Em relação ao percentual de ocupação de copa, observou-se que na ausência do fogo, ocorreu um efeito entre as interfaces ambientais, onde a interface EM (72,67%) obteve maior percentual, diferindo da EE (65%) e EL (63%). Nas áreas com queima, a interface EE diferiu estatisticamente da interface EM (Tabela 2).

O percentual de copa é importante para este estudo, pois quanto maior ele for, menor será a incidência de radiação solar (VIERA; SHUMACHER; LIBERALESSO; 2011) no sub-bosque do plantio, podendo influenciar no percentual de regeneração de material herbáceo, e assim, reduzindo a disponibilidade de material combustível.

### 3.2 Análise do material combustível seco

O material combustível nas áreas de *E. urograndis* (Clone H13) são compostos por folhas, cascas, galhos finos, galhos médios e material herbáceo vivo e morto, e estão depositados na camada superficial do solo. É necessário quantificar os combustíveis florestais,



pois a sua quantidade e classes estão relacionadas às ações de queima controlada e combate, sendo responsável por características importantes do fogo como velocidade e intensidade de propagação.

De acordo com as análises, nas áreas sem queima (testemunha) e nas áreas com queima, não houve diferença significativa pelo teste de *Tukey a 5%* em relação ao estoque de serrapilheira do povoamento de *E. urograndis* entre as interfaces ambientais (EL, EE e EM). A média de acúmulo nas áreas testemunhas com idade de 6,5 anos, foram de 23,61 Mg ha<sup>-1</sup> (EL); 18,95 Mg ha<sup>-1</sup> (EE) e 23,76 Mg ha<sup>-1</sup> (EM), apresentando redução no centro do povoamento (Tabela 3).

A maior taxa de acumulação no período de 21 meses pós-queima foi na interface EM (14,77 Mg ha<sup>-1</sup>). Nos períodos de 32 e 36 meses pós-queima, a interface EL apresentou maior acúmulo (20,70 Mg ha<sup>-1</sup> e 20,71 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente). De modo geral, a deposição de material combustível foi similar em todas as interfaces e períodos pós-queima e sem queima, demonstrando que as áreas de bordadura e centro do povoamento não interferem na produção de material combustível, e que o acúmulo é de forma crescente e tende a manter-se constante após 36 meses. Essa similaridade pode estar correlacionada com a decomposição do material, que, segundo Schumacher et al. (2013), é considerada lenta para a serrapilheira do eucalipto.

Tabela 3. Classes de material combustível em áreas de *E. urograndis* (Clone H13) em três interfaces com 21, 32, 36 meses pós-queima, e áreas Sem Queima (testemunha), em Sorriso – MT, 2018.

| Período             | Interface | Folha    | Casca    | G1       | G2       | G3      | M.H.     | Total     |
|---------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|-----------|
| Mg ha <sup>-1</sup> |           |          |          |          |          |         |          |           |
| 21                  | EL        | 4,56 Aa  | 4,99 Aa  | 1,73 Aa  | 2,04 Aa  | 0,25 Ab | 0,41 Aa  | 13,98 Aa  |
|                     | EE        | 4,74 Aa  | 4,02 Aa  | 1,72 Aa  | 1,71 Aa  | 0,00 Aa | 0,00 Aa  | 12,19 Aa  |
|                     | EM        | 4,58 Aa  | 2,27 Aa  | 1,71 Aa  | 3,42 Aa  | 0,00 Aa | 2,79 Bb  | 14,77 Aa  |
| 32                  | EL        | 6,93 ABa | 4,94 Aa  | 3,88 ABa | 4,70 Aa  | 0,00 Aa | 0,23 Aa  | 20,70 Aa  |
|                     | EE        | 6,37 Aa  | 2,27 Aa  | 2,92 Aa  | 3,39 Aa  | 0,00 Aa | 0,63 Aab | 15,59 Aa  |
|                     | EM        | 6,35 Aa  | 3,19 Aa  | 2,54 Aa  | 3,89 Aa  | 0,00 Aa | 2,09 ABb | 18,05 Aa  |
| 36                  | EL        | 6,03 Aa  | 3,18 Aa  | 4,81 Bb  | 6,67 Aa  | 0,00 Aa | 0,03 Aa  | 20,71 Aa  |
|                     | EE        | 7,04 Aa  | 5,13 Aa  | 3,57 Aab | 4,13 Aa  | 0,00 Aa | 0,00 Aa  | 19,88 Aa  |
|                     | EM        | 6,34 Aa  | 2,62 Aa  | 2,66 Ab  | 4,56 Aa  | 0,00 Aa | 2,05 ABb | 18,22 Aa  |
| Sem queima          | EL        | 11,26 Ba | 3,72 Ab  | 4,44 Bb  | 4,13 Aab | 0,00 Aa | 0,06 Aa  | 23,61 Ab  |
|                     | EE        | 7,26 Aa  | 3,27 Ab  | 3,70 Ab  | 4,72 Aab | 0,00 Aa | 0,00 Aa  | 18,95 Aab |
|                     | EM        | 9,19 Aa  | 3,01 Aab | 3,36 Aab | 7,64 Ab  | 0,00 Aa | 0,56 Aa  | 23,76 Ab  |

Em que: EL (parcela interface eucalipto/lavoura), EE (parcela interface centro do talhão do eucalipto – Eucalipto/Eucalipto) e EM (parcela interface eucalipto/mata) em Sorriso – MT; G1: galhos finos diâmetro (d) < 0,7 cm; G2: galhos médios 0,7 < (d) < 2,5 cm; G2 grossos (d) > 2,5 cm; M.H. (Material Herbáceo), Mg ha<sup>-1</sup> (megagramas por hectare). \*Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de *Tukey a 5%* de probabilidade.

White et al. (2014) encontraram uma média de acúmulo de serrapilheira de 11,31 Mg ha<sup>-1</sup>, em uma floresta de *E. urograndis* no litoral da Bahia com 6 anos de idade. Santos et al. (2017), avaliaram um plantio de *E. urophylla* x *E. grandis* com idade de 37 meses localizado

no bioma Cerrado, e constataram que o estoque médio de serrapilheira foi de  $4,35 \text{ Mg ha}^{-1}$ , resultado inferior aos observados neste estudo, no entanto, existe um aumento significativo de serrapilheira conforme o aumento da idade do povoamento florestal (CARMO et al., 2018; WHITE et al., 2014). Viera et al. (2014), também observaram que a produção de serrapilheira foi crescente, com o aumento da idade do povoamento de *E. urophylla* × *E. globulus*, sendo  $6,9 \text{ Mg ha}^{-1}$  aos seis e  $8,5 \text{ Mg ha}^{-1}$  aos nove anos.

Cargas elevadas de material combustível contribuem para a alteração do regime do fogo em alguns tipos de floresta (SCHOENNAGEL et al., 2004), e as suas classes determinam a intensidade da propagação do fogo (MARSDEN-SMEDLEY, 2011). O perigo de incêndio em deposições de material combustível de 8 a  $12 \text{ Mg ha}^{-1}$  na camada superficial do solo é considerado “Alto”, de 12 a  $20 \text{ Mg ha}^{-1}$  “Muito alto”, e deposições  $> 20 \text{ Mg ha}^{-1}$  “Extremo” (MARSDEN-SMEDLEY, 2009).

A área analisada sem queima, atingiu o máximo de  $23,7 \text{ Mg ha}^{-1}$  aos 6,5 anos de idade, porém o ciclo de corte do plantio é entre 7 e 7,6 anos, dessa forma, interrompe a deposição desse material combustível. No entanto, antes do corte existe o perigo desse material entrar em ignição seja por ações naturais ou antrópicas, ocasionando na perda do plantio.

Carmo et al. (2018) avaliaram a mesma área experimental em anos anteriores, onde constataram que aos 3 anos de idade o acúmulo médio total de material combustível é de  $9,87 \text{ Mg ha}^{-1}$  e aos 5 anos é de  $8,28 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Deste modo, torna-se necessário gerir o material combustível superficial no sub-bosque, removendo ou eliminando por completo aos 4 anos de idade do plantio, sendo a queima prescrita uma saída barata, eficiente e segura quando bem planejada.

Silva et al. (2011) concluíram que, a queima reduz a disponibilidade de biomassa vegetal além de melhorar e favorecer o enriquecimento dos solos através de suas cinzas, incorporando ao solo macro e micronutrientes, como Cu, Zn, Mg e Fe (OSAKI; DAROLT; 1991). Noss et al. (2006) também indicam o fogo como uma ferramenta de prevenção de incêndios em florestas, os autores afirmam que essa técnica permite imitar o máximo possível os regimes naturais de incêndio florestal, e assim evitar incêndios florestais de alta severidade.

Nas análises, as folhas representaram a maior fração das classes de material combustível seco, sendo que as áreas sem queima (testemunhas) apresentaram a maior deposição, sobressaindo-se a interfaces EL  $11,26 \text{ Mg ha}^{-1}$  o que representou 47,69% de todo o material combustível (Figura 8a), a mesma diferiu da interface EE,  $7,26 \text{ Mg ha}^{-1}$  / 38,31% (Figura 8b) e EM,  $9,19 \text{ Mg ha}^{-1}$  / 38,68% (Figura 8c), e EE e EM não diferiram entre si.

Em estudos anteriores, para o mesmo povoamento florestal com idade de 5 anos, Carmo et al. (2018), observaram que as folhas foram de igual modo a principal fração de formação de serrapilheira, apresentando variação de 51,76% (EM) a 60,99% (EE), e aos 6,5 anos, o plantio apresentou uma proporção de folhas de 40,0% (LIMA, 2018), corroborando com os dados desta pesquisa.

Santos et al. (2017), descreveram a ordem decrescente da contribuição das frações na composição do estoque de serrapilheira como: folhas > galhos, para plantios de eucalipto na Chapada dos Guimarães, bioma Cerrado. Resultados superiores aos encontrados na área de estudo da produção da classe folha foram observados por Barbosa et al. (2017), em uma área de floresta plantada de *E. urophylla* no sudoeste da Bahia, na qual constataram que as folhas apresentavam proporção de 65,0%.

Inkotte et al. (2015), avaliaram uma área com plantio de *E. dunnii* em Santa Catarina, onde a serrapilheira foi composta por 69,0% da classe folha. Neto et al. (2014) verificaram maior contribuição da partição folha para o povoamento, e quanto às outras partições, não apresentaram valores relevantes em uma área experimental com plantio de *Eucalyptus urophylla* no Rio de Janeiro.

Segundo Schneider (2003), embora o eucalipto tenha vários predadores de folhas, elas são produzidas em grandes quantidades e dispostas no chão, favorecendo a propagação do fogo e ameaçando o plantio. Assim, uma das alternativas citadas pelo autor é reduzir a camada de serrapilheira através de queimas controladas regulares. Marsden-Smedley (2011) instrui a submeter a queimas controladas quando a área obtiver cargas elevadas da classe folhas/materiais menores > 0,7 cm.

Observou-se a ocorrência de um percentual maior da classe casca no período de 21 meses pós-queima nas interfaces EL (32,62%) e EE (38,88%) (Figura 8a e b). Não houve diferença significativa pelo Teste de Tukey a 5% no aporte após a queima, onde a média dos três períodos (21, 32 e 36 meses) com interfaces (EL, EE e EM) foi de 4,36 Mg ha<sup>-1</sup> (EL); 3,81 Mg ha<sup>-1</sup> (EE) e 2,69 Mg ha<sup>-1</sup> (EM), resultados próximos aos notados no período testemunha que foi de 3,72; 3,27; 3,01 Mg ha<sup>-1</sup> nas interfaces EL, EE e EM, respectivamente.

A casca é composta por tecidos mortos, que tem a finalidade de proteger e proporcionar resistência às plantas, defendendo-as contra ameaças abióticas e bióticas, servindo como suporte estrutural, e protegendo contra a entrada de patógenos e pragas, contra o déficit hídrico, lesões mecânicas e defesa contra incêndios, tendo em vista que ela pode limitar o aquecimento do tronco durante incêndios (PAINE et al., 2010; FERRENBURG e MITTON, 2014; PAUSAS, 2015).

Ou seja, quando uma árvore sofre estresse com o fogo, ela tende a aumentar a espessura da casca (LIESENFELD et al., 2016), e, conseqüentemente se desprenderá do fuste, uma maior quantidade que serão depositados no solo. Nesse caso, o fogo prescrito aplicado em anos anteriores não demonstrou causar estresse nas árvores, tendo em vista que os resultados encontrados para a quantidade de casca nas áreas com queima foram similares às áreas sem queima (testemunha).

Os galhos finos ( $> 0,7$  cm) foram pouco representativos nas amostras, no entanto, houve similaridade entre a interface EL aos 36 meses pós-queima ( $4,81 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) e as áreas sem queima ( $4,44 \text{ Mg ha}^{-1}$ ). Foram encontrados galhos grossos ( $> 2,5$  cm) somente na interface EL, no período pós-queima de 21 meses, com  $0,25 \text{ Mg ha}^{-1}$  o que representou 1,79% (Figura 8a). Para Marsden-Smedley (2011) materiais com espessuras  $> 2,5$  cm não interferem significativamente na propagação do fogo.

Quanto a regeneração de material herbáceo, considerou-se reduzida quando comparado às classes de material morto. A interface que apresentou maior percentual de material regenerado foi a EM (Figura 8c), sendo 18,89% aos 21 meses, 11,58% e 11,25% no período de 32 e 36 meses pós-queima, respectivamente. Na interface EE, ocorreu regeneração somente aos 32 meses. Nas áreas sem queima, a regeneração de material herbáceo foi baixa, e ocorreram nas interfaces EL (0,25%) e EM (2,35%), ambas não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3).

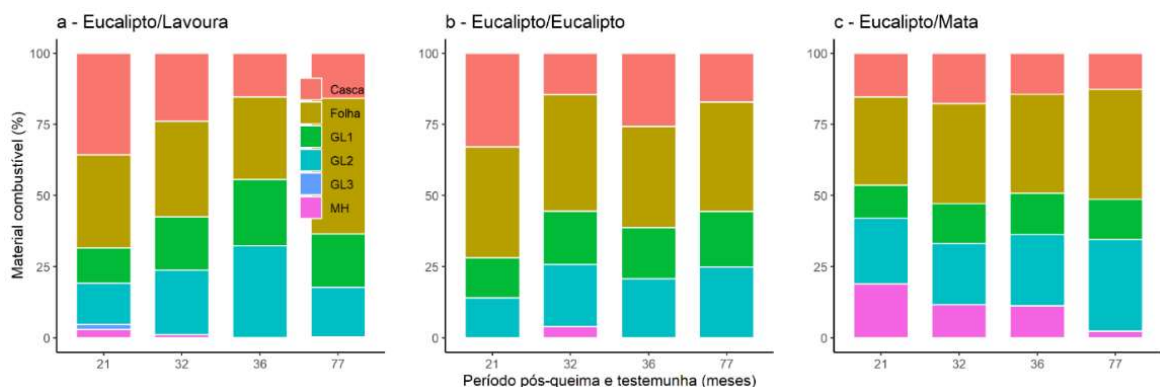


Figura 8. Distribuição da serrapilheira por classes nas interfaces (a) Eucalipto/Lavoura, (b) Eucalipto/Eucalipto e (c) Eucalipto/Mata das áreas de *E. urograndis* (Clone H13) em Sorriso - MT, com diferentes períodos pós-queima controlada (21, 32 e 36 meses), e sem queima (77 meses – idade do plantio). Onde as classes foram descritas como: G1: galhos finos diâmetro ( $d < 0,7$  cm); G2: galhos médios  $0,7 < (d) < 2,5$  cm; G2 grossos ( $d > 2,5$  cm); M.H. (Material Herbáceo).

Cianciaruso et al., 2010 também encontraram em seu estudo uma menor regeneração de material herbáceo nas áreas com exclusão de fogo. Silva e Lima (2017), atribuem a ausência

ou presença de material herbáceo à disponibilidade de luz, que é mais evidente nas áreas da bordadura. Segundo, Simon et al. (2009), as plantas de Cerrado possuem características de resistência e resiliência ao fogo, uma vez que são capazes de rebrotar após a queima. Para muitas dessas espécies, principalmente as herbáceas, o fogo pode ser benéfico ao estimular ou facilitar diversas etapas do seu desenvolvimento (WROBLESKI e KAUFFMAN 2003).

No fragmento de floresta nativa remanescente localizada ao lado do povoamento de eucalipto, a deposição total de material combustível foi de 13,66 Mg ha<sup>-1</sup>, e não teve diferença significativa quando comparado ao aporte total de serrapilheira do plantio de *E. urograndis* (22,11 Mg ha<sup>-1</sup>) aos 7,5 anos (Tabela 4). Almeida et al., (2015) encontraram uma média anual de produção de serrapilheira de 10,6 Mg ha<sup>-1</sup> em uma área de floresta nativa também na transição Cerrado-Amazônia.

Tabela 4. Classes de material combustível em áreas de *E. urograndis* (Clone H13) e na Mata (fragmento de floresta nativa) em Sorriso – MT, 2018.

| Povoamento           | Folha   | Casca   | Gl. Fino | Gl. Médio | Gl. Grosso | M.H.    | Total    |
|----------------------|---------|---------|----------|-----------|------------|---------|----------|
| Mg ha <sup>-1</sup>  |         |         |          |           |            |         |          |
| <i>E. urograndis</i> | 9,24 Aa | 3,34 Aa | 3,83 Aa  | 5,50 Aa   | 0,00 Aa    | 0,21 Aa | 22,11 Aa |
| Mata                 | 9,92 Aa | 0,06 Aa | 1,17 Aa  | 2,10 Aa   | 0,00 Aa    | 0,39 Aa | 13,66 Aa |

Em que: G1: galhos finos diâmetro (d) < 0,7 cm); G2: galhos médios 0,7 < (d) < 2,5 cm; G2 grossos (d) > 2,5 cm); M.H. (Material Herbáceo); Mg ha<sup>-1</sup> (megagramas por hectare). \*Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Mata, as deposições de folhas apresentaram uma maior fração no acúmulo médio total de material combustível com 9,92 Mg ha<sup>-1</sup> (Tabela 4) o que representa um percentual de 72,62% (Figura 9). Não ocorreu a deposição de casca e galho grosso. Carmo et al. (2018), avaliaram a mesma floresta remanescente em 2015, e constataram que a fração folha representou 66,44% da serrapilheira produzida anualmente. Almeida et al. (2015) e Sanches et al. (2009), também concluíram que as folhas obtiveram maior participação na deposição de material combustível.

Santana e Souto (2011), estudaram uma floresta nativa na Estação Ecológica do Serindó, bioma Caatinga, os autores concluíram que a fração folha normalmente constitui a maior proporção dos resíduos orgânicos que caem ao solo, sendo por isso a fração mais importante a ser estudada. Ou seja, independente do bioma, ou do tipo de vegetação, as folhas são o principal material combustível depositados no solo de uma floresta.

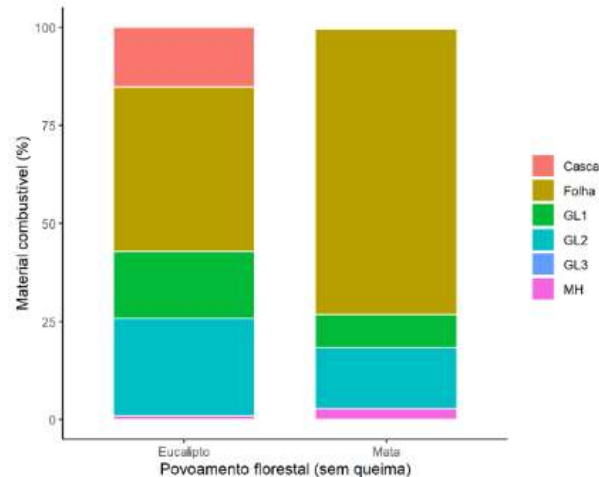


Figura 9. Distribuição da serrapilheira por classes na floresta plantada de *E. urograndis* (Clone H13) e na Floresta Nativa remanescente transição Cerrado-Amazônia em Sorriso - MT. Onde, G1: galhos finos diâmetro ( $d < 0,7$  cm); G2: galhos médios  $0,7 < (d) < 2,5$  cm; G2 grossos ( $d > 2,5$  cm); M.H. (Material Herbáceo).

### 3.3 Análise do material combustível herbáceo regenerado

O levantamento da regeneração de biomassa verde nas interfaces (EL, EE e EM) nos períodos pós-queima (21, 32 e 36 meses) e no período testemunha (77 meses) totalizou 120 indivíduos, distribuídos em 17 espécies pelo menos ao nível de gênero e uma indeterminada, representados por 9 famílias botânicas (Tabela 5, Figura 10a).

Observou-se que a regeneração de material verde nas áreas com 21, 32, e 36 meses pós-queima foi mais abundante nas interfaces da borda (EL e EM), predominando as gramíneas pertencente à família Poaceae, enquanto que nas áreas testemunha (sem queima) as plantas herbáceas/arbustivas foram mais representativas. Cianciaruso et al. (2010), afirmam que o fogo favorece a reprodução das gramíneas e desfavorece as do tipo herbáceas/arbustivas, essas demoram mais tempo para se regenerarem.

Foram encontradas quatro espécies da família Poaceae na área experimental, sendo elas: *Panicum maximum*, *Paspalum maritimum*, *Panicum pernanbucensis* e *Brachiaria decumbens*. Embora essa família apresente elevado número de folhas, não representam grande ameaça enquanto estão vivas, pois segundo Alves et al. (2017), as plantas herbáceas formam uma cama úmida que acaba extinguindo o fogo, ou seja, quanto maior a quantidade de material verde, menor é a propagação do fogo. No entanto, no período da seca, elas se tornam um material combustível altamente inflamável, aumentando o risco de incêndios, e podendo apresentar chamas e temperaturas mais altas com maior tempo de residência (GORGONE-BARBOSA et al., 2016).

A espécie *Paspalum maritimum* apresentou maior abundância em todas as interfaces e períodos com e sem queima (Figura 10a). É uma das espécies que se destaca pela alta capacidade de invadir as áreas cultivadas, formando colônias homogêneas, dominando a área em poucos anos e impedindo a regeneração e desenvolvimento de outras espécies (SOUZA FILHO, 2006).

Aos 21 meses pós-queima, na interface EL, a espécie mais frequente foi *Machaerium* sp. (33,3%), e a que apresentou o maior IVIr foi *Paspalum maritimum* (29,6%) (Tabela 5). Na interface EM as espécies *Panicum maximum* e a *Paspalum maritimum* representaram mais da metade de toda a população presente na parcela, com 53,8% de frequência, ambas são espécies utilizadas em áreas de pastagem para engorda de gado (EUCLIDES et al., 1999; SANTOS et al., 2009), destas, a que apresentou maior IVIr foi *Panicum maximum* com 38,3%. Não ocorreu regeneração de material herbáceo dentro das parcelas amostradas na interface EE.

No geral a espécie mais abundante aos 21 meses pós-queima, independentemente da interface, foi a *Panicum maximum* (Figura 10b). As gramíneas possuem desempenho fotossintético eficiente em diversas condições, são eficientes na produção e dispersão de diásporos, possuem sistema radicular fasciculado, além de produzirem estolhos e rizomas (SOUZA et al., 2005), essas características as tornam em invasoras (MARTINS et al., 2004; GORGONE-BARBOSA et al., 2016).

Assim, o período de 21 meses após a queima representou maiores ocorrências de regeneração para EL e EM, tendo em vista que a germinação de espécies como lianas, herbáceas e gramíneas nos primeiros meses após a queima controlada podem ocorrer em função da quebra de dormência de sementes destas espécies que estão presentes na serrapilheira e no solo. Estas plantas apresentam características de sucessão ecológica típicas de espécies pioneiras, com rápido crescimento e desenvolvimento, e ciclo de vida mais curto (RICKLEFS, 2003), justificando a maior ocorrência de tais plantas nas áreas amostradas próximas a mata e o tempo sobrevivência das mesmas na área.

Aos 32 meses pós-queima, interface EL, a espécie de maior representatividade foi a *Paspalum maritimum*, com IVIr de 40,1%, tal espécie apresentou maior densidade e abundância. Agrupando os tempos pós-queima, a espécie *Paspalum maritimum* representou 100% (Fr e IVIr) em EE e 30% (Fr) e 38,2% (IVr) em EM, podendo ser indicada como a espécie mais abundante aos 32 meses pós-queima (Figura 10c).

Por conseguinte, aos 36 meses pós-queima foram observadas maior diversidade de espécies, sendo na interface EL, a maior representatividade da espécie *Machaerium* sp., com IVIr de 30,4% (Tabela 5); em EE, foi encontrada apenas a espécie *Paspalum maritimum*

totalizando 100% de frequência e IVIr; na interface EM a gramínea *Brachiaria decumbens* apresentou maior expressão entre as plantas amostradas, com 26,1% de frequência e 43,2% de IVIr (Tabela 5). A espécie mais abundante aos 36 meses pós-queima foi a *Brachiaria decumbens* (Figura 10d).

Tabela 5. Variáveis estatísticas da ocorrência de espécies regeneradas em áreas de *E. urograndis* (Clone H13) pós-queimas prescritas em diferentes interfaces ambientais, Sorriso – MT, 2018.

| Queima                | Interface | Período | Espécie                        | Família       | Nome popular     | %                           |           |                 |       |
|-----------------------|-----------|---------|--------------------------------|---------------|------------------|-----------------------------|-----------|-----------------|-------|
|                       |           |         |                                |               |                  | Fr                          | Dr        | Ar              | IVIr  |
| Sim                   | EL        | 21      | <i>Machaerium</i> sp.          | Fabaceae      | Cipó             | 33,3                        | 26,7      | 26,7            | 28,9  |
|                       |           |         | <i>Panicum maximum</i>         | Poaceae       | Capim-mombaça    | 22,2                        | 13,3      | 13,3            | 16,3  |
|                       |           |         | <i>Melampodium divaricatum</i> | Asteraceae    | Flor-amarela     | 11,1                        | 6,7       | 6,7             | 8,1   |
|                       |           |         | <i>Paspalum maritimum</i>      | Poaceae       | Capim-pernambuco | 22,2                        | 33,3      | 33,3            | 29,6  |
|                       |           |         | <i>Brachiaria decumbens</i>    | Poaceae       | Brachiaria       | 11,1                        | 20,0      | 20,0            | 17,0  |
| Sim                   | EM        | 21      | <i>Panicum maximum</i>         | Poaceae       | Capim-mombaça    | 26,9                        | 44,0      | 44,0            | 38,3  |
|                       |           |         | <i>Paspalum maritimum</i>      | Poaceae       | Capim-pernambuco | 26,9                        | 26,7      | 26,7            | 26,8  |
|                       |           |         | <i>Blainvillea biaristata</i>  | Asteraceae    | Picão            | 7,7                         | 6,7       | 6,7             | 7,0   |
|                       |           |         | <i>Melampodium divaricatum</i> | Asteraceae    | Flor-amarela     | 15,4                        | 10,7      | 10,7            | 12,2  |
|                       |           |         | <i>Mezilaurus itauba</i>       | Fabaceae      | Itaúba           | 7,7                         | 2,7       | 2,7             | 4,3   |
| Sim                   | EL        | 32      | <i>Machaerium</i> sp.          | Fabaceae      | Cipó             | 16,7                        | 4,3       | 4,3             | 8,5   |
|                       |           |         | <i>Paspalum maritimum</i>      | Poaceae       | Capim-pernambuco | 33,3                        | 43,5      | 43,5            | 40,1  |
|                       |           |         | <i>Melampodium divaricatum</i> | Asteraceae    | Flor-amarela     | 33,3                        | 13,0      | 13,0            | 19,8  |
|                       |           |         | <i>Panicum maximum</i>         | Poaceae       | Capim-mombaça    | 16,7                        | 39,1      | 39,1            | 31,6  |
|                       |           |         | <i>Paspalum maritimum</i>      | Poaceae       | Capim-pernambuco | 100,0                       | 100,0     | 100,0           | 100,0 |
| Sim                   | EM        | 32      | <i>Panicum maximum</i>         | Poaceae       | Capim-mombaça    | 15,0                        | 23,7      | 23,7            | 20,8  |
|                       |           |         | <i>Rumex crispus</i>           | Polygonaceae  | Paciência        | 10,0                        | 6,8       | 6,8             | 7,9   |
|                       |           |         | <i>Brachiaria decumbens</i>    | Poaceae       | Brachiaria       | 10,0                        | 13,6      | 13,6            | 12,4  |
|                       |           |         | Indeterminado                  |               |                  | 10,0                        | 3,4       | 3,4             | 5,6   |
|                       |           |         | <i>Paspalum maritimum</i>      | Poaceae       | Capim-pernambuco | 30,0                        | 42,4      | 42,4            | 38,2  |
|                       |           |         | <i>Solanum paniculatum</i>     | Solanaceae    | Jurubeba         | 10,0                        | 3,4       | 3,4             | 5,6   |
|                       |           |         | <i>Vismia guianensis</i>       | Hypericaceae  | Lacre-branco     | 5,0                         | 1,7       | 1,7             | 2,8   |
|                       |           |         | <i>Melampodium divaricatum</i> | Asteraceae    | Flor-amarela     | 5,0                         | 3,4       | 3,4             | 13,6  |
|                       |           |         | <i>Croton lobatus</i>          | Euphorbiaceae | Café-bravo       | 5,0                         | 1,7       | 1,7             | 2,8   |
| Sim                   | EL        | 36      | <i>Melampodium divaricatum</i> | Asteraceae    | Flor-amarela     | 27,3                        | 16,7      | 16,7            | 15,9  |
|                       |           |         | <i>Panicum permanbucensis</i>  | Poaceae       | Palha-branca     | 9,1                         | 11,1      | 11,1            | 8,2   |
|                       |           |         | <i>Panicum maximum</i>         | Poaceae       | Capim-mombaça    | 9,1                         | 5,6       | 5,6             | 5,3   |
|                       |           |         | <i>Spermacoce palustres</i>    | Rubiaceae     | Erva-de-lagarto  | 9,1                         | 5,6       | 5,6             | 5,3   |
|                       |           |         | <i>Machaerium</i> sp.          | Fabaceae      | Cipó             | 27,3                        | 44,4      | 44,4            | 30,4  |
|                       |           |         | <i>Paspalum maritimum</i>      | Poaceae       | Capim-pernambuco | 18,2                        | 69,7      | 134,6           | 17,2  |
| Sim                   | EE        | 36      | <i>Paspalum maritimum</i>      | Poaceae       | Capim-pernambuco | 100,0                       | 100,0     | 100,0           | 100,0 |
| Sim                   | EM        | 36      | <i>Solanum paniculatum</i>     | Solanaceae    | Jurubeba         | 13,0                        | 5,4       | 5,4             | 7,9   |
|                       |           |         | <i>Brachiaria decumbens</i>    | Poaceae       | Brachiaria       | 26,1                        | 51,8      | 51,8            | 43,2  |
|                       |           |         | <i>Melampodium divaricatum</i> | Asteraceae    | Flor-amarela     | 4,3                         | 1,8       | 1,8             | 2,6   |
|                       |           |         | <i>Rumex crispus</i>           | Polygonaceae  | Paciência        | 13,0                        | 5,4       | 5,4             | 7,9   |
|                       |           |         | <i>Blainvillea biaristata</i>  | Asteraceae    | Picão            | 4,3                         | 7,1       | 7,1             | 6,2   |
|                       |           |         | <i>Paspalum maritimum</i>      | Poaceae       | Capim-pernambuco | 4,3                         | 3,6       | 3,6             | 3,8   |
|                       |           |         | <i>Panicum maximum</i>         | Poaceae       | Capim-mombaça    | 8,7                         | 3,6       | 3,6             | 5,3   |
|                       |           |         | <i>Mezilaurus itauba</i>       | Fabaceae      | Itaúba           | 8,7                         | 5,4       | 5,4             | 6,5   |
|                       |           |         | <i>Machaerium</i> sp.          | Fabaceae      | Cipó             | 8,7                         | 3,6       | 3,6             | 5,3   |
|                       |           |         | <i>Spermacoce palustres</i>    | Rubiaceae     | Erva-de-lagarto  | 4,3                         | 7,1       | 7,1             | 6,2   |
|                       |           |         | <i>Imperata brasiliensis</i>   | Panicoideae   | Sapê             | 4,3                         | 5,4       | 5,4             | 5,0   |
|                       |           |         | Não                            | EL            | 77               | <i>Spermacoce palustres</i> | Rubiaceae | Erva-de-lagarto | 50,0  |
| <i>Machaerium</i> sp. | Fabaceae  | Cipó    |                                |               |                  | 50,0                        | 25,0      | 25,0            | 33,3  |
| Não                   | EM        | 77      | <i>Paspalum maritimum</i>      | Poaceae       | Capim-pernambuco | 18,2                        | 21,6      | 21,6            | 20,5  |
|                       |           |         | <i>Mezilaurus itauba</i>       | Fabaceae      | Itaúba           | 13,6                        | 8,1       | 8,1             | 10,0  |
|                       |           |         | <i>Melampodium divaricatum</i> | Asteraceae    | Flor-amarela     | 27,3                        | 35,1      | 35,1            | 32,5  |
|                       |           |         | <i>Rumex crispus</i>           | Polygonaceae  | Paciência        | 4,5                         | 2,7       | 2,7             | 3,3   |
|                       |           |         | <i>Ageratum conyzoides</i>     | Asteraceae    | Picão-roxo       | 4,5                         | 2,7       | 2,7             | 3,3   |
|                       |           |         | <i>Machaerium</i> sp.          | Fabaceae      | Cipó             | 13,6                        | 8,1       | 8,1             | 10,0  |



|                             |            |               |     |      |      |      |
|-----------------------------|------------|---------------|-----|------|------|------|
| <i>Cyperus iria</i>         | Cyperaceae | Tiririca      | 4,5 | 13,5 | 13,5 | 10,5 |
| <i>Scleria melaleuca</i>    | Cyperaceae | Capim-navalha | 4,5 | 2,7  | 2,7  | 3,3  |
| <i>Panicum maximum</i>      | Poaceae    | Capim-mombaça | 4,5 | 2,7  | 2,7  | 3,3  |
| <i>Brachiaria decumbens</i> | Poaceae    | Brachiaria    | 4,5 | 2,7  | 2,7  | 3,3  |

Em que: EL (parcela interface eucalipto/lavoura), EE (parcela interface centro do talhão do eucalipto – Eucalipto/Eucalipto) e EM (parcela interface eucalipto/mata); Fr (Frequência Relativa); Dr (Densidade Relativa); Ar (Abundância Relativa); IVIr (Índice de Valor de Importância Relativo).

Nas áreas sem queima (77 meses), na interface EL, foram observadas as espécies *Spermacoce palustre* e *Machaerium* sp., com frequências de 50% e IVr de 66,7 e 33,3%, respectivamente (Tabela 5). Na interface EM a espécie com maior frequência foi a *Melampodium divaricatum* (27,3% e IVr de 32,5%). Não foram observadas espécies na interface EE.

Considerando 77 meses (sem queima), e sendo esta a situação testemunha do povoamento, a espécie mais abundante foi *Melampodium divaricatum* (Figura 10e). Trata-se de uma planta daninha herbácea medianamente frequente em quase todo o país, onde infesta principalmente lavouras anuais, pomares, cafezais e beira de estradas (LORENZI, 2000). Porém, segundo Miranda et al. (1993), as espécies herbáceas pouco contribuem para incêndios. Quando comparamos a regeneração de material herbáceo nas interfaces, a EL apresentou menor abundância (Figura 10f) que a EM (Figura 10g).

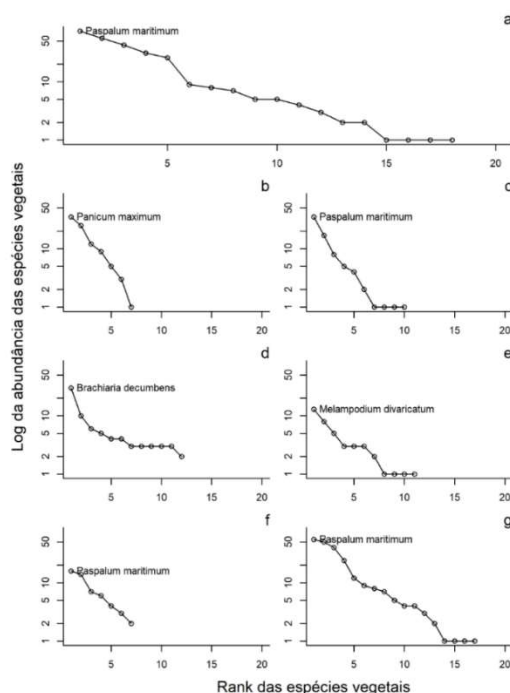


Figura 10. Distribuição da abundância em função das espécies vegetais amostradas. Abundância está em escala logarítmica para melhor visualizar o padrão da comunidade. As relações apresentadas são: comunidade total (a),

períodos pós-queima de 21, 32 e 36 meses (b a d, respectivamente), sem queima – 77 meses (e); e ainda, para interfaces Eucalipto/Lavoura – EL (f) e Eucalipto/Mata – EM (g).

Segundo, Simon et al. (2009), as plantas de Cerrado possuem características de resistência e resiliência ao fogo, uma vez que são capazes de rebrotar após a queima. Para muitas dessas espécies, principalmente as herbáceas, o fogo pode ser benéfico ao estimular ou facilitar diversas etapas do seu desenvolvimento (WROBLESKI e KAUFFMAN 2003).

O fogo também altera a fertilidade do solo, Silva e Batalha (2008) encontraram maiores teores de matéria orgânica, nitrogênio e argila em áreas onde ocorreram queimas, que segundo Cianciaruso et al. (2010) são rapidamente absorvidos por espécies de gramíneas com raízes rasas, sendo este, possivelmente um dos motivos de termos encontrado maior abundância de gramíneas nas áreas onde ocorreram queimas controladas.

O material herbáceo regenerado apresentou maior ocupação da área na interface EM, independentemente do tempo pós-queima (Figura 11), com destaque para a proporção observada aos 21 meses pós-queima de 55,4 e 44,6% para serrapilheira e material herbáceo, respectivamente.

Tal fato se deve possivelmente, à presença do fragmento de floresta nativa localizada na borda do plantio de eucalipto e a disponibilidade hídrica na área ser maior que nas outras interfaces devido à proximidade com um lago, enquanto que na interface EE, a regeneração foi baixa nos três períodos analisados, tendo em vista que há uma menor dispersão de sementes e menor radiação no centro do talhão.

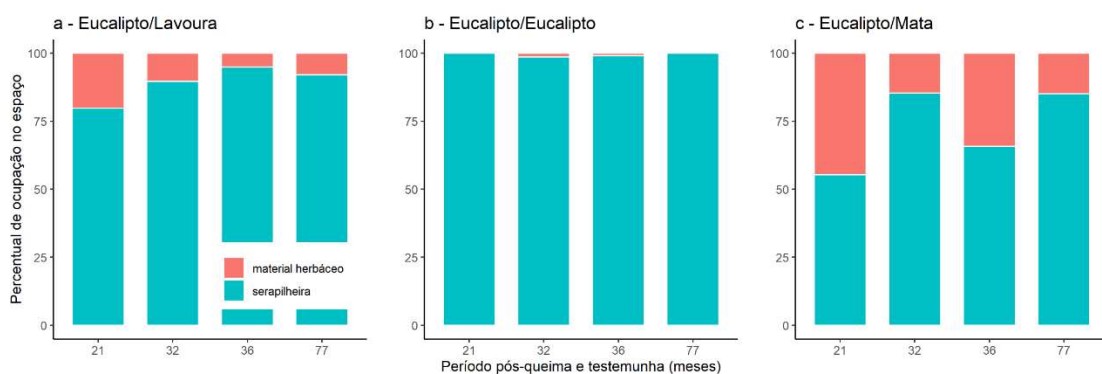


Figura 11. Percentual de área ocupada por serrapilheira e material herbáceo por tempo pós-queima. (a) Eucalipto/Lavoura; (b) Eucalipto/Eucalipto – centro do talhão; (c) Eucalipto/Mata.

A diversidade das espécies foi estimada através da interpolação (rarefação) e da extrapolação, onde de acordo com Melo (2008), esse índice padroniza a riqueza de espécies esperada num mesmo tamanho amostral, haja vista que a riqueza de espécies é dependente do esforço amostral, assim, usa-se a extrapolação para estimar quantas espécies existem não apenas num tamanho amostral pré-definido, mas em toda a comunidade. Nesse caso, as curvas de

rarefação para os tratamentos de queima evidenciaram menor riqueza de espécies nas áreas sem queima e maior riqueza nas áreas com a queima controlada (Figura 12a).

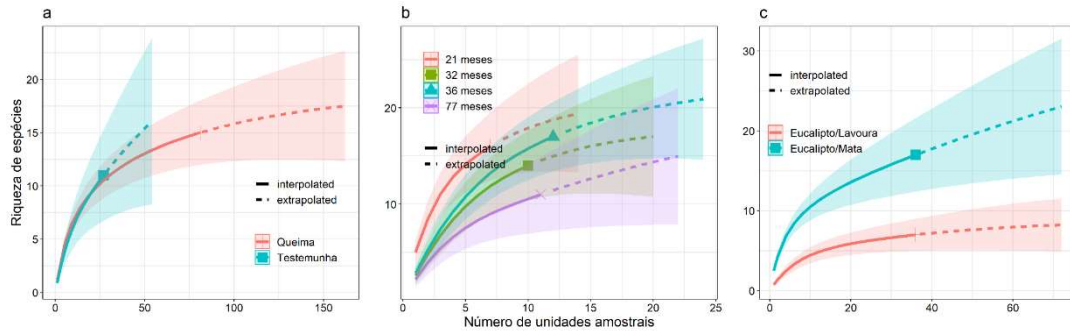


Figura 12. Relação da riqueza de espécies vegetais observada (linha contínua) e riqueza extrapolada (linha pontilhada) em função do esforço amostral. As curvas de rarefação e extrapolação foram calculadas para (a) tratamento de queima, (b) período pós-queima e testemunha (sem queima – 77 meses), bem como (c) interfaces do povoamento. A área sombreada representa o intervalo de confiança.

A similaridade de regeneração de material herbáceo foi considerada baixa entre as áreas com queima tanto para a abundância (representada pelas soluções dimensionais NMDS, Figura 13a), como para presença/ausência (representada pelas soluções dimensionais NMDS, Figura 13b). Resultados semelhantes também foram observados para os períodos pós-queima e testemunha (abundância: Figura 13c; presença/ausência: Figura 13d), e interfaces do povoamento (abundância: Figura 13e; presença/ausência: Figura 13f).

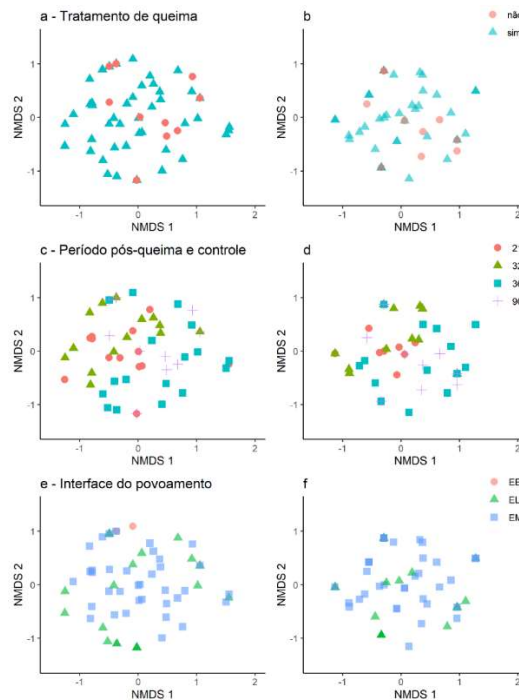


Figura 13. Distribuição tridimensional das amostras no espaço da abundância (distância de Bray-Curtis) (a, c, e) e presença/ausência de material herbáceo (distância de Sørensen) (b, d, f), em função dos períodos pós-queima (a, b), período pós-queima e testemunha (c, d) e interface do povoamento (e, f) em área de *E. urograndis* (Clone H13), Sorriso – MT, 2018.

Os períodos pós-queima e controle afetaram a variação em abundância da comunidade vegetal, enquanto que, para presença/ausência, adicionou-se a influência da interface do povoamento (Tabela 6).

Tabela 6. Probabilidades associadas das variáveis abundância e presença/ausência (representadas pelas soluções dimensionais do NMDS) em função de queima, períodos de pós-queima e testemunha, e interface do povoamento.

| Fonte de variação             | Abundância (NMDS) |              |              | Presença/ausência (NMDS) |              |              |
|-------------------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------------------|--------------|--------------|
|                               | gL                | Pillai-Trace | P            | gL                       | Pillai-Trace | P            |
| Queima*                       | 1                 | 0,028        | 0,524        | 1                        | 0,035        | 0,446        |
| Período pós-queima e controle | 2                 | 0,311        | <b>0,003</b> | 2                        | 0,232        | <b>0,020</b> |
| Interface do povoamento       | 2                 | 0,149        | 0,118        | 2                        | 0,205        | <b>0,036</b> |
| Queima*Interface              | 1                 | 0,077        | 0,113        | 1                        | 0,029        | 0,508        |
| Período*Interface             | 3                 | 0,146        | 0,296        | 3                        | 0,037        | 0,938        |
| Resíduos                      | 47                |              |              | 47                       |              |              |

\* Considerando apenas a ocorrência de queima, independentemente do período pós-queima.

#### 4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, as áreas de *Eucalyptus urograndis* (Clone H13) na região de transição Cerrado-Amazônia, quando submetidas a queimas prescritas, apresentaram aos 36 meses, quantidade e composição de serrapilheira semelhante a áreas sem queima (77 meses).

As folhas representaram a maior fração do material combustível (serrapilheira) seguido de galhos médios, cascas, galhos finos, material herbáceo e galhos grossos, consecutivamente. O seu acúmulo ao longo do tempo pode favorecer a intensidade e propagação do fogo caso haja um incêndio.

A queima prescrita pode ser uma importante ferramenta para manejar o material combustível seco e vivo, em sub-bosque de plantios de eucalipto na região de transição, reduzindo a camada superficial de serrapilheira, aos quatro anos após a implantação da área e respeitando as legislações estaduais, permitindo assim, a prevenção de incêndios florestais de grandes proporções.

#### REFERÊNCIAS

ALLEN, E. A.; CHAMBERS, J. C.; NOWAK, R. S. Effects of a spring prescribed burn on the soil seed bank in sagebrush steppe exhibiting pinyon-juniper expansion. **Western North American Naturalist**, v. 68, n.3, p. 265-278, 2008.

- ALMEIDA, E. J.; LUIZÃO, F.; Rodrigues, D. J. Produção de serrapilheira em florestas intactas e exploradas seletivamente no sul da Amazônia em função da área basal da vegetação e da densidade de plantas. **Acta Amazonica**, v. 45, n.2, p. 157-166, 2015.
- ALONSO, J. M.; LELES, P. S. D. S.; FERREIRA, L. D. N.; OLIVEIRA, N. D. S. A. Aporte de serrapilheira em plantio de recomposição florestal em diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal**, 25(1), p. 01-11, 2015.
- ALVES, L. J. S.; SOUZA, A. P.; STANGERLIN, M. D.; CASAVECCHIA, B. H.; CARMO, F. H. J.; BOUVIÉ, L.; BORELLA, D. R.; DIAS, T. K. R.; SILVA, C. C.; MARTIM, C. C.; FERNEDA, B. G. Fire Behavior in Eucalyptus urograndis (Clone H13) Forest in Cerrado Amazon Transition, Brazil. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v.11, n. 4, p. 60-71, 2017.
- BARBOSA, V.; BARRETO, P. G.; RODRIGUES, E. G.; PAULA, A. D. Biomassa, carbono e nitrogênio na serrapilheira acumulada de florestas plantadas e nativa. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. -, 2017.
- BATISTA, A. C. O uso dos retardantes no combate aéreo aos incêndios florestais. **Floresta**, v. 39, p.5-10, 2009.
- BERENHAUSER, H. Incêndios florestais. **Floresta**, v. 4, n. 1, 1972.
- BORGES, T. S., FIEDLER, N. C., SANTOS, A. R., LOUREIRO, E. B., MAFIA, R. G. Desempenho de alguns índices de risco de incêndios em plantios de eucalipto no norte do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 2, p. 153-159, 2012.
- BINKLEY, D.; STAPE, J. L.; BAUERLE, W. L.; RYAN, M. G. Explaining growth of individual trees: light interception and efficiency of light use by Eucalyptus at four sites in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 259, n. 9, p. 1704-1713, 2010.
- BOWMAN, D. M.; BALCH, J. K.; ARTAXO, P.; BOND, W. J.; CARLSON, J. M.; COCHRANE, M. A.; JOHNSTON, F. H. Fire in the Earth system. **Science**, v. 324, n. 5926, p. 481-484, 2009.
- BRANCO, M. Agentes bióticos do eucalipto em Portugal. **O Eucaliptal em Portugal—Impactes Ambientais e Investigação Científica**, p. 255-282, 2007.
- BRASIL. Decreto nº 2.661, de 8 de julho de 1998. **Presidência da República**. Brasília, 1998.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAM-BRASIL**. Folha SE. 21 Corumbá e parte da folha SE. 20: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. p.448, Rio de Janeiro, 1982.
- BRAUN-BLANQUET, J. **Fitossociologia**: Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid: H. Blume, p. 820, 1979.
- CAMPOE, O. C.; MUNHOZ, J. S.; ALVARES, C. A.; CARNEIRO, R. L.; MATTOS, E. M.; FERREZ, A. P. C.; STAPE, J. L. Meteorological seasonality affecting individual tree growth in forest plantations in Brazil. **Forest ecology and management**, v. 380, p. 149-160. 2016.

CANAL RURAL. Produção de Eucalipto em Mato Grosso pode triplicar na próxima década. Publicado em 20 de setembro de 2018. Disponível em: < <https://www.canalrural.com.br/programas/informacao/mercado-e-cia/producao-de-eucalipto-em-mato-grosso-pode-triplicar-na-proxima-decada/>> Acesso em: 06 jan 2020.

CARMO, F. H. D. J.; SOUZA, A. P.; CASAVECCHIA, B. H.; VOLPATO, M.; BOUVIÉ, L.; SILVA, C. C. Litter balance in areas of *Eucalyptus urograndis* (Clone H13) in a Cerrado–Amazon transition of Mato Grosso state, Brazil. **Ciência e Natura**, v. 40, p.39, 2018.

CIANCIARUSO, M. V.; DA SILVA, I. A.; BATALHA, M. A. Aboveground biomass of functional groups in the ground layer of savannas under different fire frequencies. **Australian Journal of Botany**, v. 58, n. 3, p. 169-174, 2010.

CIZUNGU, L.; STAELENS, J.; HUYGENS, D.; WALANGULULU, J.; MUHINDO, D.; VAN CLEEMPUT, O.; BOECKX, P. Litterfall and leaf litter decomposition in a central African tropical mountain forest and Eucalyptus plantation. **Forest ecology and management**, v. 326, p. 109-116, 2014.

COMEX DO BRASIL. Maior exportador mundial, Brasil fatura US\$ 7,51 bilhões com vendas externas de celulose, 2018. Disponível em: < <https://www.comexdobrasil.com/maior-exportador-mundial-brasil-fatura-us-751-bilhoes-com-vendas-externas-de-celulose/>>. Acesso em: 23 set. 2019.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Diagnóstico da produção de etanol em Mato Grosso: Binômio cana-de-açúcar/milho. Compêndio de estudos Conab, V.17, 2018. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>.

CORREIA, A. C. G., SANTANA, R. C., OLIVEIRA, M. L. R. D., TITON, M., ATAÍDE, G. D. M., & LEITE, F. P. Volume de substrato e idade: influência no desempenho de mudas clonais de eucalipto após replantio. **Cerne**, v. 19, n. 2, p. 185-191, 2013.

COSTA, C. C. D. A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D. D.; SILVA, P. C. M. D. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na FLONA de Açú-RN. **Revista Árvore**, v.34, n.10, p. 259-265, 2010.

DELMON, J. M. G., SOARES, E. R. C., KREITLOW, J. P., NEVES, R. J., NEVES, S. M. A. S. Expansão da agricultura em Sorriso/MT de 1988 a 2008. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 9, n.16, p. 11- 73, 2013.

EUCLIDES, V. P. B.; THIAGO, L. R. L. S.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. D. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 6, p. 1177-1185, 1999.

FERREIRA, A. D., ALMEIDA, R. G., MACEDO, M. C. M., LAURA, V. A., BUNGENSTAB, D. J., & MELOTTO, A. M. Arranjos espaciais sobre a produtividade eo potencial de prestação de serviços ambientais do eucalipto em sistemas integrados. **Congresso Latinoamericano de Sistemas Agroflorestais para a Produção Pecuária Sustentável, Belém, PA**. p. 1-5, Belém, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Cie. e Agrot.* 35(6): 1039-1042, 2011. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>> Acesso em 02 nov. 2019.

FERRENBURG, S.; MITTON, J.B. Smooth bark surfaces can defend trees against insect attack: resurrecting a ‘slippery’ hypothesis. **Functional Ecology**, v. 28, n. 4, p. 837-845, 2014.

FILHO, E.P.; SANTOS, P.E.T.; FERREIRA, C.A. Eucaliptos indicados para plantio no estado do Paraná. **Embrapa Florestas**. Colombo, 2006.

FOX, J.; WEISBERG, S. An {R} Companion to applied regression, Third Edition. Thousand Oaks CA: Sage, 2019. URL: <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>

FREIRE, J. L.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; FERREIRA, R. L. C., SANTOS, M. V. F.; FREITAS, E. V. Deposição e composição química de serrapilheira em um bosque de sabiá. **R. Bras. Zootec**, v. 39, n. 8, p.1650-1658, 2010.

GARDNER, T. A. Tree-grass coexistence in the Brazilian cerrado: demographic consequences of environmental instability. **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 448 – 463, 2006.

GUIMARÃES, P. P.; SOUZA, S. M. D.; FIEDLER, N. C.; SILVA, A. G. Análise dos impactos ambientais de um incêndio florestal. **Agrarian Academy**, v. 1, n. 1, p. 38-60, 2014.

GORGONE-BARBOSA, E.; PIVELLO, V. R.; RISSI, M. N.; ZUPO, T.; FIDELIS, A. A importância da consideração de espécies invasoras no manejo integrado do fogo. **Biodiversidade Brasileira**, v. 6, n. 2, p. 27-40, 2016.

HSIEH, T. C.; MA, K. H.; CHAO, A. iNEXT: iNterpolation and EXTrapolation for species diversity. R package version 2.0.19, 2019. URL: <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download/>

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. Relatório 2019. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>. Acesso em: 15 de out. 2019.

INKOTTE, J.; MAFRA, Á. L.; RIOS, P. D. Â.; BARETTA, D.; VIEIRA, H. C. Deposição de serapilheira em reflorestamentos de eucalipto e florestas nativas nas regiões Planalto e Oeste do Estado de Santa Catarina. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 106, p. 261-270, 2015.

LIESENFELD, M. V. A., VIEIRA, G., & DE ANDRADE MIRANDA, I. P. Ecologia do fogo e o impacto na vegetação da Amazônia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 505-517, 2016.

LIMA, D.C. Queimas controladas em resíduos vegetais de eucalipto: comportamento do fogo e uso de retardantes. **Dissertação** apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, 2018.

LIMA, J. P. D. C. & LEÃO, J. R. A. Dinâmica de crescimento e distribuição diamétrica de fragmentos de florestas nativa e plantada na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 70-79, 2013.

LIMA, R. P.; FERNANDES, M. M.; FERNANDES, M. R. D. M.; MATRICARDI, E. A. T. Aporte e decomposição da serapilheira na Caatinga no Sul do Piauí. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 42-49, 2015.

- LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 3.ed., p.608, 2000.
- LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 4 ed., p.640, 2008.
- MARSDEN-SMEDLEY, J.B. Planned burning in Tasmania: operational guidelines and review of current knowledge. Fire Management Section, Parks and Wildlife Service, Department of Primary Industries, Parks, Water and the Environment, Hobart, Tasmania, 2009.
- MARSDEN-SMEDLEY, J. B. Planned burning in Tasmania. I. A review of current practice and supporting information. **Tasforests**, v.19, p. 86-108, 2011.
- MARTINS, C. R.; LEITE, L. L.; HARIDASAN, M. Capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), uma gramínea exótica que compromete a recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. **Revista Árvore**, v. 28, n. 5, p. 739-747, 2004.
- MANSUR, A. As lições do incêndio na floresta dos EUA. **Revista Exame**, 2018.
- MCCAWE, W. L.; GOULD, J. S.; CHENEY, N. P. Existing fire behaviour models under-predict the rate of spread of summer fires in open jarrah (*Eucalyptus marginata*) forest. **Australian Forestry**, v. 71, n. 1, p. 16-26, 2008.
- MEDEIROS, M. B. e MIRANDA, H. S. Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. **Acta Bot. Brasil**, v. 19, p. 493–500, 2005.
- MELO, A. S. O que ganhamos “confundindo” riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade?. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 21-27, 2008.
- MIRANDA, D. L. C., JUNIOR, V. B., & GOUVEIA, D. M. Fator de forma e equações de volume para estimativa volumétrica de árvores em plantio de *Eucalyptus urograndis*. **Scientia Plena**, v. 11, n. 3, 2015.
- MIRANDA, D. L. C.; SANTOS LISBOA, G.; SILVA, F.; SANQUETTA, C. R., DALLA CORTE, A. P.; CONDÉ, T. M. Crescimento de híbridos de eucalipto no estado de Mato Grosso. **Advances in Forestry Science**, v. 6, n. 2, p. 651-657, 2019.
- MIRANDA, A. C.; MIRANDA, H. S.; DIAS, I. O.; SOUZA B. D. F. Soil and air temperatures during prescribed Cerrado fires in central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, p. 313–320, 1993.
- MONTANARI, R.; MARQUES, J.; CAMPOS, M. C. C.; CAVALCANTE, Í. H. L. Níveis de resíduos de metalurgia e substratos na formação de mudas de eucalipto (*Eucalyptu urograndis*). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 1, p. 59-66, 2007.
- MUELLER-DOMBOIS, D; ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. **John Wiley & Sons**, 1974.
- NETO, T. D. A. C.; DOS ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; DE SIQUEIRA JACCOUD, C. F. Aporte de serapilheira em plantios de eucalipto em função da qualidade do sítio. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 80, p. 399-406, 2014.



- NOSS, R. F., FRANKLIN, J. F., BAKER, W. L., SCHOENNAGEL, T., & MOYLE, P. B. Managing fire-prone forests in the western United States. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 4, n. 9, p. 481–487, 2006.
- OKSANEN J.; GUILLAUME BLANCHET, F.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P.R.; O'HARA, R.B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; SZOECs, E.; WAGNER, H. *vegan*: Community ecology package. R package version 2.5-6, 2019. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- OSAKI, F.; DAROLT, M. R. Estudo da qualidade de cinzas vegetais para uso como adubos na região metropolitana de Curitiba. **Setor Ciências Agrárias**, v. 11, n. 1-2, p. 197-215, 1991.
- PAINE, C. E. T.; STAHL, C., COURTOIS, E. A.; PATIÑO, S., SARMIENTO, C., e BARALOTO, C. Functional explanations for variation in bark thickness in tropical rain forest trees. **Functional Ecology**, v. 24, n. 6, p. 1202-1210, 2010.
- PAUSAS, J. G.; KEELEY, J. E. Abrupt climate-independent fire regime changes. **Ecosystems**, v. 17, n. 6, p. 1109-1120, 2014.
- PAUSAS, J. G. Bark thickness and fire regime. **Functional Ecology**, v. 29, n. 3, p. 315-327, 2015.
- RIBEIRO, C.; MADEIRA, M.; ARAÚJO, M. C. Decomposition and nutrient release from leaf litter of *Eucalyptus globulus* grown under different water and nutrient regimes. **Forest Ecology and Management**, v. 171, n. 1-2, p. 31-41, 2002.
- RIOS, M. D. S.; SOUZA-SILVA, J. C.; MALAQUIAS, J. V. Mudanças pós-fogo na florística e estrutura da vegetação arbóreo-arbustiva de um cerrado sentido restrito em Planaltina, DF. **Embrapa Cerrados - Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2018.
- R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2019. URL <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 10 out. 2019.
- RICKLEFS, R. E. A economia da natureza. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 503, 2003.
- ROTHERMEL, R. C. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. Res. Pap. INT-115. Ogden, UT: US Department of Agriculture, **Intermountain Forest and Range Experiment Station**. p. 115, 1972.
- SANCHES, L.; VALENTINI, C. M.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. D. S. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 183-189, 2009.
- SANTANA, J. A. S.; SOUTO, J. S. Produção de serapilheira na Caatinga da região semi-árida do Rio Grande do Norte, Brasil. **Idesia (Arica)**, v. 29, n. 2, p. 87-94, 2011.
- SANTOS, A. F. A.; CARNEIRO, A. C. P.; MARTINEZ, D. T.; CALDEIRA, S. F. Capacidade de retenção hídrica do estoque de serapilheira de eucalipto. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIRÓZ, A. C.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Características estruturais e índice de tombamento

de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk em pastagens diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 626-634, 2009.

SCHNEIDER, M. F. Consequências da acumulação de folhas secas na plantação de eucalipto em Zitundo, Distrito de Matutuine. **Boletim de Investigação Florestal**, v. 3, p. 37-42, 2003.

SCHOENNAGEL, T.; VEBLEN, T. T.; ROMME, W. H. The interaction of fire, fuels, and climate across Rocky Mountain forests. **BioScience**, v. 54, n. 7, p. 661-676, 2004.

SCHUMACHER, M. V., CORRÊA, R. S., VIERA, M., & DE ARAÚJO, E. F. Produção e decomposição de serapilheira em um povoamento de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus maidenii*. **Cerne**, v. 19, n. 3, p. 501-508, 2013.

SEGER, C. D.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F.; ALVES, M. V. G.; SOARES, R. V.; e BIONDI, D. Incremento da biomassa aérea da vegetação dos Campos Naturais do Paraná em período pós-queima. **Floresta**, v. 46, n. 1, p. 93-101, 2016.

SENA, F. H. S.; ASPIAZÚ, I.; SILVA, N. P.; OLIVEIRA, R. M.; SILVA, K. M. J. MATRANGOLO, C. A. R.; BRITO, C. F. B. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em pomares de mangueira no semiárido mineiro. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 5, p. 500-505, 2019.

SHLISKY, AYN ET AL. Fire, ecosystems and people: threats and strategies for global biodiversity conservation. Arlington: **The Nature Conservancy**, 2007.

SIMON, M.F.; GREYER, R.; QUEIROZ, L.P.; SKEMA, C.; PENNINGTON, R.T.; HUGHES, C.E. Recent assembly of the cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **Proceedings of the National Academy of Science**, v. 106, p. 20359-20364, 2009.

SILVA, D. M.; BATALHA, M. A. Soil-vegetation relationships in cerrados under different fire frequencies. **Plant and Soil**, v. 311, n. 1-2, p. 87, 2008.

SILVA, D. M.; DE PAULA LOIOLA, 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. **Biodiversidade Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 26-39, 2011.

SILVA, P. H., M., A. C., MORAES, M. L., FURTADO, E. L., STAPE, J. L., ALVARES, C. A.; SEBBENN, A. M. Selecting for rust (*Puccinia psidii*) resistance in *Eucalyptus grandis* in São Paulo State, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 303, p. 91-97, 2013.

SOARES, R. V. Novas tendências no controle de incêndios florestais. **Floresta**, v. 30, n. 1, p. 11-21, 2000.

SOUZA, A.; MORAES, M. G.; RIBEIRO, R. D. C. L. F. Gramíneas do cerrado: carboidratos não-estruturais e aspectos ecofisiológicos. **Acta Botânica Brasilica**, v. 19, p. 81-90, 2005.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Revista Nativa**, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013.

- SOUZA FILHO, A. P. S. Interferência potencialmente alelopática do capim-gengibre (*Paspalum maritimum*) em áreas de pastagens cultivadas. **Embrapa Amazônia Oriental** - Artigo em periódico indexado (ALICE), 2006.
- SOUZA, M. C.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P. Interferência da comunidade infestante sobre plantas de *Eucalyptus grandis* de segundo corte. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, p. 63-71, 2010.
- STAPE, J. L., BINKLEY, D., RYAN, M. G., FONSECA, S., LOOS, R. A., TAKAHASHI, E. N.; LIMA, A. M. The Brazil Eucalyptus Potential Productivity Project: Influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **Forest Ecology and Management**, v. 259, n. 9, p. 1684-1694, 2010.
- VENABLES, W. N.; RIPLEY, B.D. Modern applied statistics with S. Fourth Edition. Springer, New York, p. 495, 2002.
- VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V.; LIBERALESSO, E. Crescimento e produtividade de povoamentos monoespecíficos e mistos de eucalipto e acácia-negra. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 41, n. 3, p. 415-421, 2011.
- VIERA, M., SCHUMACHER, M. V., ARAÚJO, E. F., CORRÊA, R. S., & CALDEIRA, M. V. W. Deposição de serapilheira e nutrientes em plantio de *Eucalyptus urophylla* × *E. globulus*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 3, p. 327-338, 2014.
- VOGELMANN, E. S.; PREVEDELLO, J.; REICHERT, J. M.; QUADROS, F. L. F. Quais são os efeitos do manejo com queima da vegetação nas propriedades físico-hídricas do solo? **Memorias del v congreso latinoamericano de agroecología** Archivo Digital: descarga y online ISBN 978-950-34-1265, 2015.
- WICKHAM, H. ggplot2: Elegant graphics for data analysis. **Springer-Verlag New York**, p. 212, 2016.
- WHITE, B. L. A., RIBEIRO, G. T., e MELO, R. S. Caracterização do material combustível e simulação do comportamento do fogo em eucaliptais no litoral norte da Bahia, Brasil. **Floresta**, v. 44, n. 1, p. 33-42, 2014.
- WROBLESKI, D. W.; KAUFFMAN, J. B. Initial effects of prescribed fire on morphology, abundance, and phenology of forbs in big sagebrush communities in Southeastern Oregon. **Restoration Ecology**, v. 11, p. 82-90, 2003.

## CAPÍTULO 2

### Efeito dos retardantes de fogo na regeneração de material combustível herbáceo

**Resumo:** Com a crescente demanda por biomassa de *Eucalyptus* para fins energéticos, os plantios tendem a ser mais comuns no estado de Mato Grosso. Essas florestas acumulam grandes volumes de material orgânico compostos por folhas, cascas, galhos e material herbáceo. A deposição constante desses materiais combustíveis, tem alta flamabilidade, e pode entrar em ignição facilmente ocasionando grandes incêndios florestais, resultando em perdas ambientais e econômicas. Afim de minimizar o impacto do fogo, produtos retardantes químicos estão sendo testados como aceiros molhados, eles potencializam a extinção do fogo e evitam a propagação do mesmo. Entretanto, não há muitos estudos sobre o efeito que esses produtos causam no solo e na regeneração das plantas. Sabe-se que o fogo estimula a regeneração de plantas herbáceas e principalmente gramíneas. Assim, o objetivo deste trabalho, foi constatar se existe correlação entre as diferentes concentrações e volumes de calda de retardantes de fogo (Phos-chek, Hold Fire e Polímero Hidroretentor) na regeneração de plantas herbáceas no sub-bosque de um plantio de eucalipto. A área de estudo está localizada na Fazenda Santo Antônio, município de Sorriso, Mato Grosso, Brasil, e possui um plantio de *Eucalyptus urograndis* com idade de 7,5 anos, onde foram realizadas coletas no sub-bosque de serrapilheira e material herbáceo nas parcelas onde foram implementadas queimas controladas experimentais com uso de retardantes, uso apenas de água (testemunha), e com ausência de queima (controle). Também foi coletado solo superficial para verificar a disponibilidade de sementes no banco de sementes. Os resultados para a deposição de material combustível (serrapilheira), foram de 22,21 Mg ha<sup>-1</sup> para as parcelas controle, e 13,3 Mg ha<sup>-1</sup> com queima. As folhas e cascas representaram a maior proporção no aporte de material combustível. A massa de material herbáceo foi maior nas áreas com queima, ocorrendo também maior diversidade e abundância de espécies. Não houve interferência dos retardantes de fogo na regeneração, tendo em vista que os resultados para diversidade de espécies foram semelhantes as parcelas testemunha e controle.

**Palavras-chave:** Material combustível, plantas daninhas, controle de fogo, regeneração pós-fogo.

## Effect of fire retardants on the regeneration of herbaceous fuel material

**Abstract:** With the growing demand for Eucalyptus biomass for energy purposes, plantations tend to be more common in the state of Mato Grosso. These forests accumulate large volumes of organic material consisting of leaves, bark, branches and herbaceous material. The constant deposition of these combustible materials, has high flammability, and can ignite easily causing major forest fires, resulting in environmental and economic losses. In order to minimize the impact of fire, chemical retardant products are being tested as wet firebreaks, they enhance the fire's extinction and prevent its spread. However, there are not many studies on the effect that these products have on the soil and on plant regeneration. It is known that fire stimulates the regeneration of herbaceous plants and mainly grasses. Thus, the objective of this work was to verify if there is a correlation between the different concentrations and volumes of fire retardant syrup (Phos-chek, Hold Fire and Hidroretentor Polymer) in the regeneration of herbaceous plants in the understory of an eucalyptus plantation. The study area is located at Fazenda Santo Antônio, municipality of Sorriso, Mato Grosso, Brazil, and has a plantation of *Eucalyptus urograndis* aged 7.5 years, where collections were made in the understory of litter and herbaceous material in the plots where experimental controlled fires were implemented using retardants, using only water (control), and without burning (control). Topsoil was also collected to check seed availability in the seed bank. The results for the deposition of combustible material (litter) were 22.21 Mg ha<sup>-1</sup> for the control plots, and 13.3 Mg ha<sup>-1</sup> with burning. Leaves and barks represented the largest proportion in the supply of combustible material. The mass of herbaceous material was greater in the areas with burning, with greater diversity and abundance of species. There was no interference from fire retardants in regeneration, considering that the results for species diversity were similar to the control and control plots.

**Keywords:** Combustible material, weeds, fire control, post-fire regeneration.

## 1. INTRODUÇÃO

O estado de Mato Grosso, Brasil, nas últimas décadas, vêm se destacando pela alta produção agropecuária baseada principalmente nas culturas de soja, milho e algodão e produção de bovinos de corte. Por esse cenário, recentemente, várias empresas agroindustriais estão se instalando no estado, a fim de aproveitarem a disponibilidade de matérias-primas e os aspectos logísticos, podendo ser destacados os complexos de produção de etanol de milho na região da BR 163 (entre Nova Mutum e Sinop) (UNEM, 2020).

Esse crescimento agroindustrial demanda fontes limpas geradoras de energia para abastecimento de caldeiras e/ou secagem de produtos. Dentre as alternativas disponíveis regionalmente, a biomassa oriunda de plantios de *Eucalyptus* tem-se apresentado como boa opção em função do seu poder calorífico.

No estado de Mato Grosso, havia 61.950 ha plantados com *Eucalyptus* em 2010 e passou a 185.219 ha em 2016, representando um crescimento médio de 20% ao ano (IBÁ, 2017). Associada a demanda supracitada, espera-se um crescimento da área plantada de eucalipto também para outros usos, em função, das restrições ambientais para a exploração de espécies nativas e os avanços silviculturais e de transporte/colheita mecanizada das florestas plantadas.

Para a obtenção de sucesso na produtividade dessa espécie exótica é necessária a escolha do melhor híbrido adaptado à região, associados com técnicas e planejamento para minimizar os efeitos negativos das deficiências hídricas e nutricionais, fogo (incêndios florestais), pragas e doenças. Dependendo do tipo de gestão no qual os plantios de eucalipto são submetidos, podem ocorrer a formação de camadas contínuas e espessas de matéria orgânica na superfície (serrapilheira), que em geral, apresentam lenta decomposição (CARMO et al., 2018).

Diante das inúmeras vantagens da manutenção da serrapilheira em uma área de cultivo com eucalipto (BARBOSA et al., 2017; SANTOS et al, 2017; CARMO et al, 2018; WINK et al, 2018; VARGAS et al., 2019), têm-se em contrapartida, que no período seco, esse material é altamente inflamável e entra em ignição com facilidade (SEGER et al., 2016), podendo resultar em incêndios de grandes proporções, dependendo do manejo silvicultural e da espécie.

Os incêndios florestais (em áreas nativas ou plantadas) são um problema global, com crescente frequência e extensão (GARCIA-MARCO e GONZALEZ-PRETO, 2008), resultando em prejuízos humanos (perda de vidas) e ambientais (recursos hídricos, solos, qualidade do ar, danos na fauna e na flora), além das consequências econômicas como perdas de estoques de madeira e custos com as atividades de combate (PEREIRA; FIEDLER; MEDEIROS, 2004).

O fogo gera complexos efeitos no crescimento, a sobrevivência e a reprodução de plantas adultas, e ainda atua sobre a dinâmica do banco de sementes (SANTOS et al., 2019). Heringer e Jacques (2001) indicam que em pequena escala, as plantas apresentam respostas morfofisiológicas (que envolvem estratégias de resistência, regeneração ou sobrevivência) ao fogo, enquanto que, em grande escala, ocorre uma dinâmica no mosaico da vegetação, que muda de acordo com a interação entre diferentes distúrbios, resultantes de aceleradas taxas de extinção, introdução e fragmentação.

As gramíneas, em geral, são apontadas como as plantas com melhor adaptação ao fogo em função da sua rápida capacidade de regeneração (CIANCIARUSO; SILVA e BATALHA, 2010; OLIVERAS et al., 2013). Segundo Miranda et al. (2009), a maioria das espécies da camada herbácea, principalmente gramíneas, são altamente resistentes ao fogo, e conseqüentemente, podem alterar as propriedades do material combustível (REIS e tal., 2018), afetando o comportamento do fogo (quanto a sua intensidade, velocidade de propagação, severidade, tipo e extensão) em futuras ocorrências (GORGONE-BARBOSA et al., 2016), provocando distúrbios no meio ambiente e danos econômicos em plantios comerciais (CANZIAN et al., 2016).

Nas últimas décadas vários estudos foram desenvolvidos para entender a dinâmica do fogo e a eficiência de queimas controladas para manejo de material combustível florestal (BEUTLING, 2009; WHITE et al., 2014; ALVES et al., 2017). Outra opção recente, é a confecção de aceiros molhados, que consistem na aplicação de produtos retardantes de fogo sobre o material combustível, que por sua vez, reduzem a sua flamabilidade (CANZIAN et al., 2016).

No Brasil, os retardantes de fogo ainda são pouco conhecidos, motivo para o qual ainda não são amplamente utilizados, sendo as principais pesquisas direcionadas na avaliação do comportamento do fogo (RIBEIRO et al., 2006; SAT'ANNA et al., 2007. SOUZA et al., 2012; MACHADO FILHO et al., 2012; FIEDLER et al., 2015; LIMA, 2018; BATISTA, 2019).

Como esses produtos químicos de combate a incêndios normalmente são aplicados em áreas ambientalmente sensíveis, áreas naturais e/ou cultivadas. Quando são eficientes no combate ao fogo, permanecem resíduos dos produtos na serrapilheira, que podem posteriormente serem movimentados para o solo, influenciando assim, na regeneração de material herbáceo pós-queima, visto que podem associar os efeitos do fogo e do retardante na germinação.

Deste modo, este trabalho teve como objetivo verificar o efeito de diferentes concentrações de retardantes de fogo e volumes de calda aplicados em queimas prescritas, na regeneração de plantas herbáceas no sub-bosque de áreas de *Eucalyptus urograndis*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Fazenda Santo Antônio, pertencente a Companhia BRF - Brasil Food SA, com coordenadas centrais de 12°51'44" S e 55°52'34" W, no município de Sorriso, Mato Grosso, Brasil, (Figura 1), com relevo plano e altitude de 365 m. O clima da região segundo a classificação climática de Köppen é do tipo quente e úmido (AW) com duas estações bem definidas: chuvosa (outubro a abril) e seca (maio a setembro) (SOUZA et al., 2013).

O experimento foi realizado no centro do talhão de um plantio de *Eucalyptus urograndis* (Clone híbrido de *E. urophylla* e *E. grandis* - H13), transplantado em novembro de 2011 (7,5 anos), em espaçamento de 3x3 metros, com altura total média das árvores de 22,76 m, CAP (Circunferência a Altura do Peito) de aproximadamente 55,50 cm e percentual de ocupação de copa de 53,13%. A área possui a Leste, uma bordadura de floresta remanescente nativa, e a Oeste, lavoura.

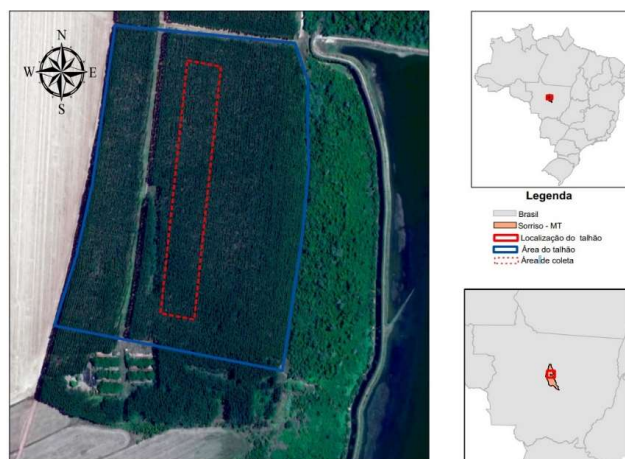


Figura 1. Localização da área experimental de *E. urograndis* (Clone H13) em Sorriso-MT, Brasil.

Para avaliação da homogeneidade do plantio nas diferentes interfaces (bordaduras) foram obtidas as seguintes variáveis das árvores circundantes das parcelas: circunferência a altura do peito (CAP), com fita diamétrica; altura comercial e total, com clinômetro;



percentagem de densidade de copa, com esferodensiómetro convexo nivelado nos pontos de coleta de material combustível; e a quantificação de árvores vivas/mortas.

## 2.2 Queimas prescritas

Em julho de 2017 foram realizadas queimas controladas experimentais no centro do talhão do plantio de eucalipto utilizando retardantes de fogo diluídos em água com diferentes concentrações (Tabela 1) e volumes de calda (de 0,5; 1,0 e 2,0 L m<sup>-2</sup>), onde foram instaladas 53 parcelas de 25,0 x 3,0 m (comprimento x largura), compostas de subparcelas de 3,0 x 3,0 m (comprimento x largura) intercaladas “sem” e “com” a aplicação do retardante do fogo.

Tabela 1. Produtos testados na queima controlada e o percentual de concentração (C) utilizado.

| Tratamento             | Concentração (%) |        |       |        |        |
|------------------------|------------------|--------|-------|--------|--------|
|                        | C1               | C2     | C3    | C4     | C5     |
| Hold-Fire              | 0,7              | 0,9    | 1,1   | 1,3    | 1,5    |
| Phos-chek              | 0,1              | 0,3    | 0,6   | 0,8    | 1,0    |
| Polímero Hidroretentor | 0,0010           | 0,0025 | 0,005 | 0,0075 | 0,0100 |

## 2.3 Amostragem do material combustível (serrapilheira e material herbáceo)

Em abril de 2019 (22 meses após a queima) final da estação chuvosa, foram realizadas coletas de materiais combustível morto (serrapilheira) e vivo (herbáceo), dispostos na camada superficial do solo e até 1,80 m de altura, para avaliação da deposição pós-queima e da influência de retardantes de fogo na regeneração de material herbáceo. Foram amostradas 48 parcelas de 3 x 25 m (largura e comprimento), pela seleção de pontos de coleta aos 5, 10, 15,0 m.

As parcelas “Controle” (área não queimada) foram selecionadas paralelamente a 10,0 m de distância dos blocos de parcelas queimadas (na entrelinha). Nesse caso, foram estabelecidos como tratamentos: i) áreas que receberam retardantes de fogo (Polímero Hidroretentor, Hold Fire e Phos-chek); ii) áreas que receberam apenas água como retardante de fogo (Testemunha); iii) áreas sem queima (Controle).

Na amostragem, foram empregados quadrantes de 1,0 m<sup>2</sup> (Figura 2) para delimitação, sendo que, os galhos finos e/ou grossos foram seccionados no limite do quadrante, e, posteriormente, todo o material morto (serrapilheira) foi coletado. Foram quantificados o número de indivíduos/espécies e a altura máxima do material herbáceo regenerado.

Adotou-se a classificação em gramíneas, cipós, plantas daninhas e arbustos florestais, sendo as plantas seccionadas na altura do coleto. Na identificação do material herbáceo utilizou-se as bibliografias de Lorenzi (2000; 2008).



Figura 2. Quadrantes utilizados para a coleta da serrapilheira e herbáceo. a) Hidrogel (Conc. 0,001%), b) Phoschek (Conc. 0,60%), c) Hold Fire (Conc. 0,70%), d) Água, e) Sem queima (centro do talhão), f) Sem queima (próximo a mata), todos com volume de calda 0,5 L/m<sup>2</sup>, aos 20 meses após queima controlada.

Todo o material coletado foi armazenado em sacos de papel, etiquetados e encaminhados para triagem. O material seco (serrapilheira) foi triado seguindo a metodologia de Alves et al. (2017), sendo classificados em folhas, cascas e galhos finos (diâmetro  $\leq 0,7$  cm); médios ( $0,7 \leq d \leq 2,50$  cm) e grosso ( $d \geq 2,50$  cm) (Figura 3). Posteriormente, os materiais combustíveis (morto e herbáceo) foram secos em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C com variação de  $\pm 2^\circ\text{C}$ , até peso constante. A massa seca foi obtida com balança analítica milesimal.



Figura 3. Triagem da serrapilheira. Classes: (a) Folhas; (b) casca; (c) galho fino  $\leq 0,7$ ; (d) galho médio ( $\geq 0,7$  e  $\leq 2,50$ ); (e) galho grosso ( $\geq 2,50$ ); (f) armazenamento do material triado.

As plantas do material combustível herbáceo foram quantificadas, determinando os seguintes parâmetros fitossociológicos (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974): frequência (F); frequência relativa (Fr); densidade (D), que possibilita determinar quantidade de plantas por espécie por unidade de área; densidade relativa (Dr); abundância (A); abundância relativa (Ar); índice de valor de importância (IVI) e índice de valor de importância relativa (IVIr) (BRAUN-BLANQUET, 1979). As variáveis Fr, Dr e Ar possibilitam obter informações sobre a relação de cada espécie com as outras espécies encontradas na área, sendo variáveis utilizadas para obtenção do IVI (SENA et al., 2019).

Para o teste de germinação, foram coletadas 12 amostras aleatórias de solo superficial (até 0,10 m) na área central do plantio de eucalipto (distantes em no máximo 5,0 m das parcelas com queima, nas entrelinhas), utilizando um gabarito de 0,25 x 0,25 metros (Figura 4a-b). As amostras foram colocadas em bandejas plásticas (Figura 4c) e levadas para Casa de Vegetação localizada no viveiro da UFMT (Figura 4d). A fim de verificar se ocorreria interferência de chuva de sementes (dispersão) nas amostras, foram inseridas bandejas com solo esterilizado (Figura 4e).

As bandejas com as amostras de solo foram molhadas diariamente ao longo de 45 dias. As plantas germinadas foram quantificadas e identificadas conforme Lorenzi (2000; 2008), em seguida, foram secas em uma estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C com variação de  $\pm 2^\circ\text{C}$ , até peso constante.

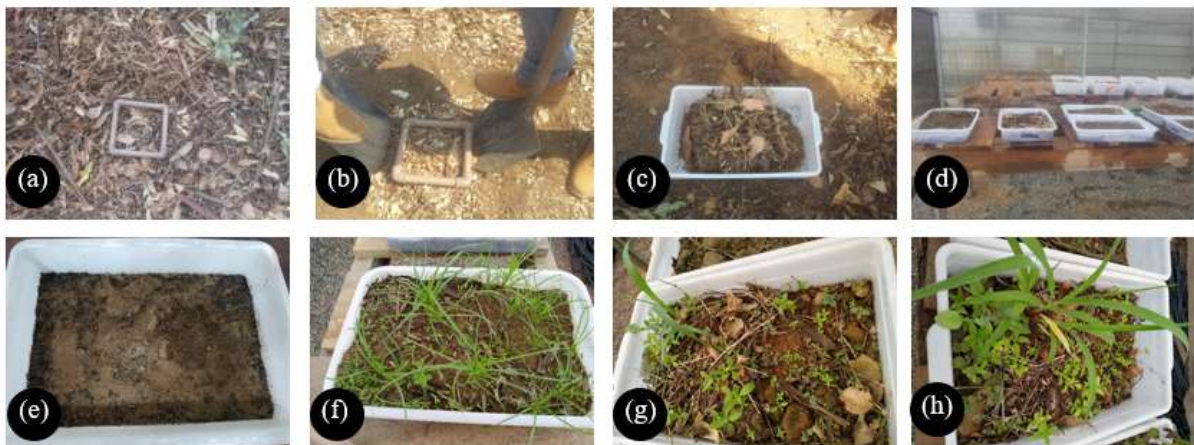


Figura 4. Coleta de solo e germinação de material herbáceo. (a) gabarito alocado no solo; (b) coleta do solo; (c) disposição do solo na bandeja; (d) bandejas na casa de vegetação; (e) solo esterilizado (testemunha) ao final dos 45 dias; (f) germinação de *Cyperus iria* com 30 dias; (g) germinação de *Richardia brasilienses* e *Brachiaria ruzizensis* aos 30 dias; (h) germinação de *Richardia brasilienses* e *Brachiaria ruzizensis* aos 45 dias.

## 2.4 Análise de dados

Não foram realizadas comparações entre os retardantes de fogo para o material combustível seco (serrapilheira). Os dados do material combustível foram submetidos a análise de variância (ANOVA) com arranjo fatorial 5 x 3 (concentrações e volume de calda); como esse efeito não foi significativo, considerou-se cada parcela como tratamento, sendo avaliadas 3 repetições (pontos de coleta) em cada parcela, permitindo maior discretização dos efeitos nas variáveis da serrapilheira e do material herbáceo regenerado. Quando observadas diferenças entre as médias, foi aplicado o teste de *Scott Knott* a 5% de probabilidade, ambos utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

Para as análises do material herbáceo, foram realizadas análises inferenciais seguindo as especificidades das variáveis, com aplicações da riqueza de espécies da comunidade vegetal, abundância (composição quantitativa), utilizando o ambiente R (R Core Team 2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Deposição de material combustível

O aporte de material combustível apresentou variações entre áreas queimadas e não queimadas para todas as frações de composição, pelo teste de *Scott-Knott a 5%* (Tabela 2). As áreas queimadas foram agrupadas por não apresentarem diferenças quanto ao aporte de material combustível em função do tipo de retardante, concentrações e volumes de calda.

O estoque médio nas áreas com queima foi de 13,03 Mg ha<sup>-1</sup>, enquanto que nas áreas sem queima (7,5 anos) foi de 22,21 Mg ha<sup>-1</sup>. Essa diferença está relacionada ao tempo de deposição pós-queima (20 meses) e as relações do balanço de serrapilheira na camada superficial em áreas de eucalipto nessa região.

Em estudos anteriores na mesma área experimental, Carmo et al. (2018), verificaram uma deposição média de 6,06 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, nessa idade do povoamento, corroborando com os resultados encontrados pós-queima. Resultados similares foram encontrados por Shumacher et al. (2013), uma média de deposição de 7,4 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para um povoamento de eucalipto com 7 anos no Rio Grande do Sul.

Viera et al. (2014), avaliaram um plantio de *E. urophylla* × *E. globulus* com idade de 7,5 anos, e, constataram um aporte de serrapilheira de 7,2 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Balieiro et al. (2004), encontraram uma média de deposição anual maior do que os encontrados neste estudo, com médias de 11,84 Mg ha<sup>-1</sup> para um plantio de *E. grandis* com 7 anos de idade.

Melos et al. (2010) observaram menores deposições em períodos do ano com maior precipitação em uma área de *E. grandis* com idade de 4 anos, e associaram a alta deposição de serrapilheira, principalmente de folhas, ao déficit hídrico nos períodos de estiagem, com acúmulo de material combustível de 8,4 Mg ha<sup>-1</sup> em 3 anos de deposição. Alves et al. (2017), em outro estudo para o mesmo povoamento em Sorriso – MT, também verificaram que a maior deposição de serrapilheira ocorreu no final da estação seca da região (maio a setembro).

As folhas e cascas foram os componentes do material combustível que tiveram maior participação em peso e em percentual na deposição nas áreas sem queima e com queima, seguidos de galhos grossos (Figura 5). Os resultados obtidos nas áreas sem queima foram de 32,33% (folhas), 23,05% (casca) e 20,71% (galho >2,5 cm), e para as áreas com queima foram 28,55% (folhas), 21,18% (casca) e 17,96% (galho >2,5 cm).

Para o mesmo povoamento, com idade de 5 anos, a classe folhas representou 60,99% de todo material acumulado (CARMO et al., 2018). Para Shumacher et al. (2013), estas variações ao longo do tempo da fração dos componentes da serrapilheira estão relacionadas a sazonalidade das estações hídricas e/ou térmicas durante o ano.

As áreas sem queima apresentaram menor média apenas para a classe de material herbáceo, com 0,43 Mg ha<sup>-1</sup> (Tabela 3), representando 2,16% de todo o material combustível (Figura 5). Esse comportamento já era esperado, tendo em vista, que o fogo é um dos principais fatores que alteram a estrutura e composição de espécies de uma comunidade vegetal (SILVA e BATALHA, 2008; LOPES; VALE; SCHIAVINI, 2009; CIANCIARUSO; SILVA e BATALHA, 2010), ocorrendo maior regeneração nas áreas onde foram implementados a queima.

Tabela 2. Médias e Erro Padrão ( $\pm P$ ) de massa de Material Combustível pós-queima e sem queima (Testemunha) na camada superficial do sub-bosque de *E. urograndis* em Sorriso – MT, 2019.

| Tratamento | Mg ha <sup>-1</sup> |                   |                  |                  |                  |                  | Total             |
|------------|---------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
|            | Mh                  | Folha             | Casca            | G11              | G12              | G13              |                   |
| Queima     | 1,98 $\pm$ 0,17 a   | 3,72 $\pm$ 0,14 a | 2,76 $\pm$ 0,10a | 1,36 $\pm$ 0,11a | 0,88 $\pm$ 0,06a | 2,34 $\pm$ 0,19a | 13,03 $\pm$ 0,43a |
| Sem Queima | 0,43 $\pm$ 0,22 b   | 7,18 $\pm$ 2,35b  | 5,12 $\pm$ 1,23b | 2,86 $\pm$ 0,78b | 2,02 $\pm$ 0,47b | 4,60 $\pm$ 0,84b | 22,21 $\pm$ 5,89b |

\* Valores médios seguidos de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. MH (Material Herbáceo); G11: Galho fino com diâmetro >0,7; G12: Galho médio com diâmetro 0,7-2,5; G13: Galho grosso com diâmetro  $\geq$ 2,5.

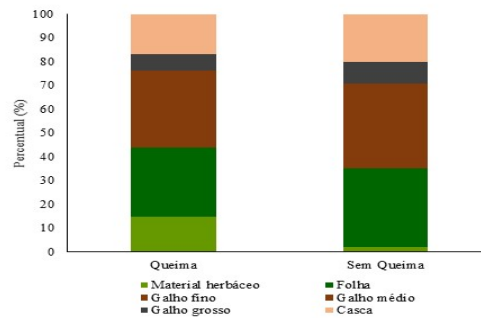


Figura 5. Classes de material combustível em um plantio de *Eucalyptus urograndis* em Sorriso – MT, 2019.

### 3.2 Correlação do uso de retardantes de fogo com a regeneração de material herbáceo

Em geral, as análises não demonstraram interação do produto retardante de fogo com a regeneração de plantas no sub-bosque do plantio, contudo, houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na massa do material herbáceo regenerado entre as parcelas nas quais ocorreram queima e as parcelas (controle) sem queima (Tabela 3). Essa discrepância pode ter ocorrido porque o fogo acelera a ciclagem de nutrientes e conseqüentemente a produtividade primária da camada de herbáceos (OLIVERAS et al., 2010).

Houve similaridade entre as parcelas testemunhas e controle com as parcelas onde foram aplicados o produto Hold Fire, exceto para os tratamentos 2, 4 e 5 (conc. 0,7%, calda 1,0 L m<sup>-2</sup>; conc. 0,9%, calda 0,5 L m<sup>-2</sup>; conc. 0,9%, calda 1,0 L m<sup>-2</sup>), que tiveram resultados elevados para Massa Seca (MS) de material herbáceo, correspondendo a 6,91, 6,25 e 5,83 Mg ha<sup>-1</sup>, diferindo significativamente dos demais tratamentos.

Observou-se diferença para o Polímero Hidroretentor entre as concentrações e volumes de calda, sendo os tratamentos 4 e 5 (conc. 0,0025%, calda 0,5L m<sup>-2</sup>; conc. 0,0025%, calda 1,0 L m<sup>-2</sup>) os que apresentaram maiores MS de material herbáceo, sendo 4,78 Mg ha<sup>-1</sup> e 4,32 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, diferindo das parcelas controle e testemunha, e estas, apresentaram similaridade com os demais testes do Polímero Hidroretentor.

Tabela 3. Massa seca (MS) de material herbáceo (Mg ha<sup>-1</sup>) em função da concentração de retardantes de fogo e do volume de calda aplicado em queimas prescritas em áreas de *E. urograndis* em Sorriso – MT, 2019.

| Trat. | Hold Fire |                            |                           | Parcela | Polímero Hidroretentor |                            |                           | Parcela | Phos-chek |                            |                           |
|-------|-----------|----------------------------|---------------------------|---------|------------------------|----------------------------|---------------------------|---------|-----------|----------------------------|---------------------------|
|       | Conc. (%) | Calda (L m <sup>-2</sup> ) | MS (Mg ha <sup>-1</sup> ) |         | Conc. (%)              | Calda (L m <sup>-2</sup> ) | MS (Mg ha <sup>-1</sup> ) |         | Conc. (%) | Calda (L m <sup>-2</sup> ) | MS (Mg ha <sup>-1</sup> ) |
| 1     | 0,7       | 0,5                        | 2,06 a                    | 1       | 0,0010                 | 0,5                        | 1,52 a                    | 1       | 0,1       | 0,5                        | 6,55 b                    |
| 2     | 0,7       | 1,0                        | 6,91 b                    | 2       | 0,0010                 | 1,0                        | 1,01 a                    | 2       | 0,1       | 1,0                        | 6,61 b                    |
| 3     | 0,7       | 2,0                        | 0,27 a                    | 3       | 0,0010                 | 2,0                        | 0,97 a                    | 3       | 0,1       | 2,0                        | 1,54 a                    |
| 4     | 0,9       | 0,5                        | 6,25 b                    | 4       | 0,0025                 | 0,5                        | 4,78 b                    | 4       | 0,3       | 0,5                        | 1,27 a                    |
| 5     | 0,9       | 1,0                        | 5,83 b                    | 5       | 0,0025                 | 1,0                        | 4,32 b                    | 5       | 0,3       | 1,0                        | 1,73 a                    |
| 6     | 0,9       | 2,0                        | 0,94 a                    | 6       | 0,0025                 | 2,0                        | 1,16 a                    | 6       | 0,6       | 0,5                        | 1,55 a                    |
| 7     | 1,1       | 0,5                        | 0,82 a                    | 7       | 0,005                  | 2,0                        | 2,12 a                    | 7       | 0,6       | 1,0                        | 0,42 a                    |
| 8     | 1,1       | 1,0                        | 1,76 a                    | 8       | 0,0075                 | 0,5                        | 0,85 a                    | 8       | 0,6       | 2,0                        | 1,45 a                    |

|                    |     |     |        |                    |        |     |        |                    |     |     |        |
|--------------------|-----|-----|--------|--------------------|--------|-----|--------|--------------------|-----|-----|--------|
| 9                  | 1,1 | 2,0 | 2,12 a | 9                  | 0,0075 | 1,0 | 1,63 a | 9                  | 0,8 | 0,5 | 1,33 a |
| 10                 | 1,3 | 0,5 | 1,19 a | 10                 | 0,0075 | 2,0 | 1,16 a | 10                 | 0,8 | 1,0 | 0,84 a |
| 11                 | 1,3 | 1,0 | 1,43 a | 11                 | 0,01   | 0,5 | 1,28 a | 11                 | 0,8 | 2,0 | 0,67 a |
| 12                 | 1,3 | 2,0 | 2,40 a | 12                 | 0,01   | 1,0 | 1,27 a | 12                 | 1,0 | 0,5 | 1,23 a |
| 13                 | 1,5 | 0,5 | 1,22 a | 13                 | 0,010  | 0,5 | 1,34 a | 13                 | 1,0 | 1,0 | 0,51 a |
| 14                 | 1,5 | 1,0 | 1,54 a | 14                 | 0,010  | 1,0 | 0,88 a | 14                 | 1,0 | 2,0 | 2,42 a |
| 15                 | 1,5 | 2,0 | 1,35 a | 15                 | 0,010  | 2,0 | 0,55 a | 15 <sup>SQ</sup>   | -   | -   | 0,43 a |
| 16 <sup>SQ</sup>   | -   | -   | 0,43 a | 16 <sup>SQ</sup>   | -      | -   | 0,43 a | 16 <sup>Água</sup> | -   | 0,5 | 1,66 a |
| 17 <sup>Água</sup> | 0,5 | -   | 1,66 a | 17 <sup>Água</sup> | -      | 0,5 | 1,66 a | 17 <sup>Água</sup> | -   | 1,0 | 1,24 a |
| 18 <sup>Água</sup> | 1,0 | -   | 1,24 a | 18 <sup>Água</sup> | -      | 1,0 | 1,24 a | 18 <sup>Água</sup> | -   | 2,0 | 1,76 a |
| 19 <sup>Água</sup> | 2,0 | -   | 1,76 a | 19 <sup>Água</sup> | -      | 2,0 | 1,76 a | -                  | -   | -   | -      |

\* Valores médios seguidos de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de significância.

As maiores massas para material herbáceo onde foram aplicados o produto o Phos-chek foram para os tratamentos 1 e 2 (conc. 0,1%, calda 0,5L m<sup>-2</sup>; conc. 0,1%, calda 1,0 L m<sup>-2</sup>), com 6,55 e 6,61 Mg ha<sup>-1</sup> (Tabela 3), estes, apresentaram variação quando comparados as outras concentrações e volumes de calda, e também diferiu estatisticamente das parcelas controle e testemunha. Nesse contexto, para os três retardantes de fogo avaliados, as maiores MS de material herbáceo foram encontradas nas menores concentrações do produto.

A aplicação do produto retardante de fogo não interferiu no número de espécies (Riqueza) contidos na comunidade do sub-bosque do plantio de eucalipto, tendo em vista que não diferiram das parcelas onde foram aplicados apenas Água (testemunha) (Tabela 4), indicando que não houve efeito tóxico. Entretanto, as áreas com queima diferiram das áreas sem queima (controle), sendo que esta última, apresentou menor riqueza, com uma média de 1,78 espécies. Nas áreas com queima, as parcelas onde foram aplicados o Polímero Hidroretentor, obtiveram maior riqueza, com aproximadamente 4,20 espécies.

Tabela 4. Riqueza de Espécies da comunidade no sub-bosque de *E. urograndis* em Sorriso – MT, 2019.

| Tratamento             | Riqueza de Espécies |
|------------------------|---------------------|
| Sem queima             | 1,78 a              |
| Água                   | 3,78 b              |
| Hold Fire              | 3,80 b              |
| Phos-chek              | 3,90 b              |
| Polímero Hidroretentor | 4,20 b              |

\* Valores médios seguidos de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de significância.

O levantamento da regeneração de biomassa verde nas áreas com queima totalizou 6.278 indivíduos, distribuídos em 37 espécies e duas indeterminadas, representados por 14 famílias botânicas (Tabela 5, Figura 6a), sobressaindo-se a família Poaceae, com 14 espécies. Enquanto que para as áreas sem queima, foram encontrados 35 indivíduos, e identificados 7 espécies e uma indeterminada, pertencentes a 7 famílias.



As espécies mais abundantes no sub-bosque do plantio (áreas com presença e ausência de queima) foram a *Panicum repens* (Poaceae) e *Richardia brasilienses* (Rubiaceae) (Figura 6a). Quando analisadas separadamente, observou-se a ocorrência das mesmas espécies para as áreas com queima (Tabela 5, Figura 6b), e nas áreas testemunhas (sem queima), as espécies *Richardia brasilienses* e *Cyperus iria* (Cyperaceae) sobressaíram as outras espécies (Tabela 5, Figura 6c).

Tabela 5. Variáveis estatísticas da ocorrência de espécies em sub-bosque de um plantio de *E. urograndis* pós-queima prescrita e sem queima (controle) em Sorriso – MT, 2019.

| Queima                                | Espécie   | Família                                     | Nome Popular         | Fr             | Dr           | Ar           | IVIr         |              |
|---------------------------------------|---|---|----------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Sim                                   | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                               | Asteraceae                                  | Mentrasto            | 8,38           | 3,23         | 3,23         | 4,95         |              |
|                                       | <i>Alternanthera tenella</i> Colla                          | Amaranthaceae                               | Periquito            | 3,42           | 0,32         | 0,32         | 1,35         |              |
|                                       | <i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth                       | Poaceae                                     | Capim-membeca        | 0,17           | 0,02         | 0,02         | 0,07         |              |
|                                       | <i>Blainvillea rhomboidea</i> Cass.                         | Asteraceae                                  | Picão-grande         | 0,34           | 0,11         | 0,11         | 0,19         |              |
|                                       | <i>Brachiaria decumbens</i> Stapf                           | Poaceae                                     | Braquiária           | 0,51           | 0,05         | 0,05         | 0,20         |              |
|                                       | <i>Brachiaria mutica</i> (Forsk.) Stapf                     | Poaceae                                     | Capim-angola         | 2,56           | 0,46         | 0,46         | 1,16         |              |
|                                       | <i>Brachiaria ruziziensis</i> R. Germ. & Evrard             | Poaceae                                     | Braquiária-peluda    | 1,88           | 0,48         | 0,48         | 0,95         |              |
|                                       | <i>Brachiaria subquadriflora</i> (Trin.) Hitchc.            | Poaceae                                     | Tanner-grass         | 0,17           | 0,02         | 0,02         | 0,07         |              |
|                                       | <i>Bromus catharticus</i> Vahl                              | Poaceae                                     | Cevadilha            | 0,17           | 0,03         | 0,03         | 0,08         |              |
|                                       | <i>Cecropia pachystachya</i>                                | Cecropiaceae                                | Embaúba              | 1,71           | 0,16         | 0,16         | 0,68         |              |
|                                       | <i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.                        | Euphorbiaceae                               | Erva-de-santa-luzia  | 0,17           | 0,02         | 0,02         | 0,07         |              |
|                                       | <i>Chromolaena maximiliani</i> (Shrad.) R.M. King & H. Rob. | Asteraceae                                  | Mata-pasto           | 0,17           | 0,02         | 0,02         | 0,07         |              |
|                                       | <i>Cyperus iria</i> L.                                      | Cyperaceae                                  | Junquinho            | 9,06           | 1,96         | 1,96         | 4,33         |              |
|                                       | <i>Digitaria horizontalis</i> Willd.                        | Poaceae                                     | Capim-colchão        | 1,20           | 0,38         | 0,38         | 0,65         |              |
|                                       | <i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde                       | Poaceae                                     | Capim-amargoso       | 3,76           | 3,47         | 3,47         | 3,57         |              |
|                                       | <i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don                        | Asteraceae                                  | Serralhinha          | 1,54           | 0,14         | 0,14         | 0,61         |              |
|                                       | <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.                            | Asteraceae                                  | Picão-branco         | 1,71           | 0,37         | 0,37         | 0,81         |              |
|                                       | <i>Lantana canescens</i> Kunth                              | Verbenaceae                                 | Cambarazinho         | 1,54           | 0,25         | 0,25         | 0,68         |              |
|                                       | <i>Machaerium</i> sp.                                       | Fabaceae                                    | Cipó                 | 0,68           | 0,06         | 0,06         | 0,27         |              |
|                                       | <i>Malvastrum coramandelianum</i> (L.) Garcke               | Malvaceae                                   | Guanxuma             | 0,17           | 0,02         | 0,02         | 0,07         |              |
|                                       | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze                 | Lamiaceae                                   | Betônica-brava       | 7,35           | 1,18         | 1,18         | 3,24         |              |
|                                       | <i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.                          | Rubiaceae                                   | Poaia-da-praia       | 0,68           | 0,13         | 0,13         | 0,31         |              |
|                                       | NI (1)  | -   | -                    | 2,39           | 0,27         | 0,27         | 0,98         |              |
|                                       | NI (2)  | -   | -                    | 2,39           | 0,24         | 0,24         | 0,96         |              |
|                                       | <i>Panicum maximum</i> Jacq.                                | Poaceae                                     | Capim-colônião       | 2,39           | 0,40         | 0,40         | 1,06         |              |
|                                       | * <i>Panicum repens</i> L.                                  | Poaceae                                     | Capim-torpedo        | <b>17,44</b>   | <b>80,61</b> | <b>80,61</b> | <b>59,56</b> |              |
|                                       | <i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius                     | Poaceae                                     | Grama-torquilha      | 0,17           | 0,02         | 0,02         | 0,07         |              |
|                                       | <i>Paspalum paniculatum</i> L.                              | Poaceae                                     | Grama-touceira       | 0,34           | 0,05         | 0,05         | 0,15         |              |
|                                       | <i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. Ex Chiov.            | Poaceae                                     | Capim-quicuío        | 0,17           | 0,02         | 0,02         | 0,07         |              |
|                                       | <i>Phenax sonneratii</i> (Poir.) Wedd.                      | Urticaceae                                  | Erva-de-sant'ana     | 0,34           | 0,05         | 0,05         | 0,15         |              |
|                                       | * <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                       | Rubiaceae                                   | Poaia do campo       | <b>22,05</b>   | <b>4,92</b>  | <b>4,92</b>  | <b>10,63</b> |              |
|                                       | <i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen                 | Poaceae                                     | capim-rabo-de-raposa | 0,68           | 0,14         | 0,14         | 0,32         |              |
|                                       | <i>Sida rhombifolia</i> L.                                  | Malvaceae                                   | Vassourinha          | 0,68           | 0,06         | 0,06         | 0,27         |              |
|                                       | <i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil.                       | Solanaceae                                  | Fruto-de-lobo        | 0,34           | 0,03         | 0,03         | 0,14         |              |
|                                       | <i>Solanum paniculatum</i> L.                               | Solanaceae                                  | Jurubeba             | 1,20           | 0,11         | 0,11         | 0,47         |              |
|                                       | <i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl              | Verbenaceae                                 | Gervão-azul          | 0,34           | 0,03         | 0,03         | 0,14         |              |
|                                       | <i>Vernonia chamaedrys</i> Less.                            | Poaceae                                     | capim-rabo-de-raposa | 0,68           | 0,10         | 0,10         | 0,29         |              |
|                                       | <i>Vernonia glabrata</i> Less.                              | Asteraceae                                  | Vassoura-branca      | 0,17           | 0,02         | 0,02         | 0,07         |              |
|                                       | <i>Wahlenbergia linarioides</i> (Lam.) A. DC.               | Campanulaceae                               | Linheiro             | 0,68           | 0,06         | 0,06         | 0,27         |              |
|                                       | Não   | * <i>Cyperus iria</i> L.                    | Cyperaceae           | Junquinho      | <b>12,50</b> | <b>20,00</b> | <b>7,00</b>  | <b>16,81</b> |
|                                       |   | <i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don        | Asteraceae           | Serralhinha    | 6,25         | 2,86         | 1,00         | 4,30         |
|                                       |   | <i>Machaerium</i> sp.                       | Fabaceae             | Cipó           | 12,50        | 5,71         | 2,00         | 8,60         |
|                                       |   | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze | Lamiaceae            | Betônica-brava | 12,50        | 5,71         | 2,00         | 8,60         |
| NI(1)                                 |   | -   | -                    | 12,50          | 5,71         | 2,00         | 8,60         |              |
| <i>Panicum repens</i> L.              |   | Poaceae                                     | Capim-torpedo        | 12,50          | 17,14        | 6,00         | 15,17        |              |
| * <i>Richardia brasilienses</i> Gomes |   | Rubiaceae                                   | Poaia do campo       | <b>25,00</b>   | <b>40,00</b> | <b>14,00</b> | <b>33,62</b> |              |
| <i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil. |   | Solanaceae                                  | Fruto-de-lobo        | 6,25           | 2,86         | 1,00         | 4,30         |              |

\*Espécies que se mostraram mais abundantes na comunidade. Em que: Fr (Frequência Relativa); Dr (Densidade Relativa); Ar (Abundância Relativa); IVIr (Índice de Valor de Importância Relativo).



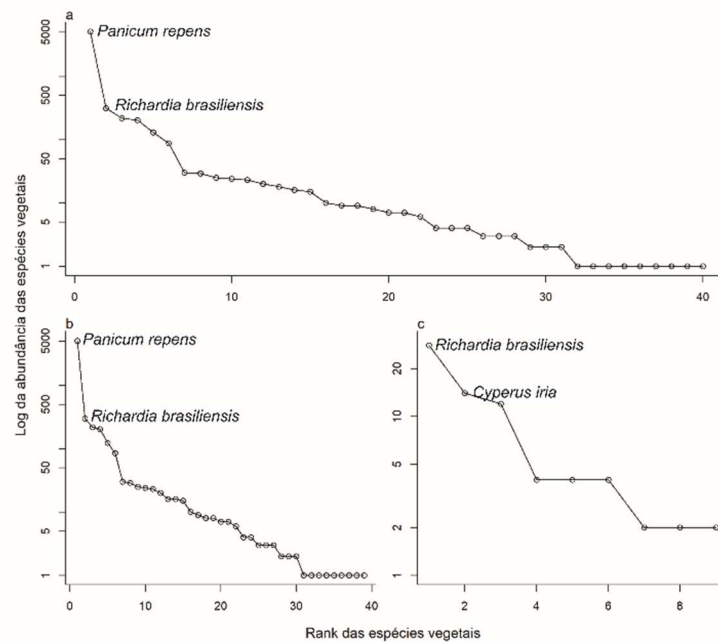


Figura 6. Distribuição da abundância em função das espécies vegetais amostradas. Abundância está em escala logarítmica para melhor visualizar o padrão da comunidade. As relações apresentadas são: comunidade total (a), áreas com queima (b), sem queima (c).

Cianciaruso et al. (2010), notaram que nas áreas com ausência de fogo, ocorreu uma redução na abundância de gramíneas, e indicaram que o sistema reprodutivo sexual de muitas plantas pode ser interrompido sob supressão de incêndio, e que também pode estar relacionado ao alto acúmulo de material combustível seco, no qual, segundo Hoffmann (1996), a serrapilheira tem um efeito negativo no estabelecimento de plantas.

Oliveras et al. (2013), em um estudo no bioma Cerrado, notaram que a abundância de gramíneas foi maior nas áreas com queima, visto que, por possuírem raízes finas e rasas, as gramíneas absorvem rapidamente os nutrientes contidos nas cinzas. Pivello et al. (2010), afirmam que o efeito da fertilidade das cinzas de material vegetal pode persistir por pelo menos 2 anos no solo.

As gramíneas são consideradas espécies invasoras, e atingem altas densidades e dominância na comunidade invadida (GORGONE-BARBOSA et al., 2016; VILÀ et al., 2011), e impedem do crescimento de outras espécies através do sombreamento e competição por nutrientes (CIANCIARUSO; SILVA e BATALHA, 2010).

Nas áreas onde foram implementadas as queimas prescritas, foram observadas maior diversidade de espécies. Hejda et al. (2017), indicaram que as plantas invasoras nem sempre reduzem a diversidade de espécies, mas, causam mudanças na composição das espécies dentro da comunidade, substituindo parte das espécies pré-invasão por espécies com características que permitam tolerância ao habitat invadido.

Considerando a diversidade de espécies para os diferentes tratamentos (Água (testemunha), Sem Queima (controle), e com aplicação de produtos retardantes de fogo (Polímero Hidroretentor, Hold Fire e Phos-chek) com diferentes concentrações e volumes de calda, constatamos, que houve similaridade entre eles, apresentando uma média de 7 espécies, onde, nas parcelas que foram aplicados apenas água, a diversidade de espécies foi similar as áreas sem queimas, com uma média de 6,6 espécies, sendo a *Panicum repens* a espécie mais abundante e importante (Tabela 6).

Tabela 6. Variáveis estatísticas da ocorrência de espécies em sub-bosque de um plantio de *E. urograndis* pós-queima prescrita com aplicação de água (testemunha) como retardante de fogo em Sorriso – MT, 2019.

| Tratamento |                            | ÁGUA   |                      |                |             |              |              |              |
|------------|----------------------------|--|----------------------|----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| conc. (%)  | calda (L m <sup>-2</sup> ) | Espécie                                      | Nome Popular         | Família        | Fr          | Dr           | Ar           | IVIr         |
| 0,50       |                            | <i>Alternanthera tenella</i> Colla           | Periquito            | Amaranthaceae  | 2,94        | 0,12         | 0,33         | 1,13         |
|            |                            | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                | Mentrasto            | Asteraceae     | 5,88        | 1,53         | 2,17         | 3,19         |
|            |                            | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>              | <b>Capim-torpedo</b> | <b>Poaceae</b> | <b>8,83</b> | <b>28,20</b> | <b>26,73</b> | <b>21,25</b> |
|            |                            | <i>Marsyianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze | Betônica-brava       | Lamiaceae      | 5,88        | 0,35         | 0,50         | 2,25         |
|            |                            | <i>Solanum paniculatum</i> L.                | Jurubeba             | Solanaceae     | 2,94        | 0,12         | 0,33         | 1,13         |
|            |                            | <i>Lantana canescens</i> Kunth               | Cambarazinho         | Verbenaceae    | 2,94        | 0,12         | 0,33         | 1,13         |
| 1,00       |                            | <i>Panicum maximum</i> Jacq.                 | Capim-colonião       | Poaceae        | 2,94        | 0,12         | 0,33         | 1,13         |
|            |                            | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>              | <b>Capim-torpedo</b> | <b>Poaceae</b> | <b>8,83</b> | <b>28,79</b> | <b>27,28</b> | <b>21,63</b> |
|            |                            | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes          | Poaia do campo       | Rubiaceae      | 8,83        | 0,35         | 0,33         | 3,17         |
|            |                            | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                | Mentrasto            | Asteraceae     | 5,88        | 0,24         | 0,33         | 2,15         |
|            |                            | <i>Marsyianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze | Betônica-brava       | Lamiaceae      | 5,88        | 0,24         | 0,33         | 2,15         |
|            |                            | <i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde        | Capim-amargoso       | Poaceae        | 2,94        | 0,71         | 2,00         | 1,88         |
| 2,00       |                            | <i>Solanum paniculatum</i> L.                | Jurubeba             | Solanaceae     | 2,94        | 0,12         | 0,33         | 1,13         |
|            |                            | <i>Cyperus iria</i> L.                       | Junquinho            | Cyperaceae     | 5,88        | 0,47         | 0,67         | 2,34         |
|            |                            | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>              | <b>Capim-torpedo</b> | <b>Poaceae</b> | <b>8,83</b> | <b>37,60</b> | <b>35,64</b> | <b>27,35</b> |
|            |                            | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes          | Poaia do campo       | Rubiaceae      | 2,94        | 0,24         | 0,67         | 1,28         |
|            |                            | <i>Panicum maximum</i> Jacq.                 | Capim-colonião       | Poaceae        | 2,94        | 0,24         | 0,67         | 1,28         |
|            |                            | <i>Marsyianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze | Betônica-brava       | Lamiaceae      | 2,94        | 0,12         | 0,33         | 1,13         |
| 2,00       |                            | <i>Lantana canescens</i> Kunth               | Cambarazinho         | Verbenaceae    | 2,94        | 0,12         | 0,33         | 1,13         |
|            |                            | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                | Mentrasto            | Asteraceae     | 5,88        | 0,24         | 0,33         | 2,15         |

\*Espécies que se mostraram mais abundantes na comunidade. Em que: Fr (Frequência Relativa); Dr (Densidade Relativa); Ar (Abundância Relativa); IVIr (Índice de Valor de Importância Relativo).

Nas parcelas onde foram aplicados o Polímero Hidroretentor, ocorreram uma média de 7 espécies/tratamento, se mostrando também parecido com as áreas controle e testemunha (Tabela 7). A espécie *Panicum repens* foi a mais abundante e importante. Observamos que na concentração 0,01 % com volume de calda de 1,0 L m<sup>-2</sup>, ocorreu uma maior diversidade de espécies, no total foram 20.

Lima (2018), constatou que a concentração 0,0060% (entre 0,005 e 0,0075%) com volume de calda de 2,0 L m<sup>-2</sup> foi mais eficiente no combate ao incêndio, no entanto, a concentração 0,0075% pode estimular a diversidade de espécies, uma vez que obteve 11

espécies diferentes, enquanto que para 0,005% a diversidade foi de apenas 7, sendo necessário testar com a concentração indicada pela autora.

Tabela 7. Variáveis estatísticas da ocorrência de espécies em sub-bosque de um plantio de *E. urograndis* pós-queima prescrita com aplicação do Polímero Hidroretentor como retardante de fogo em Sorriso – MT, 2019.

| Tratamento |                           | POLÍMERO HIDRORETENTOR                                     |                          |                   |             |              |              |             |
|------------|---------------------------|--|--------------------------|-------------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| conc. (%)  | calda (L/m <sup>2</sup> ) | Espécie  | Nome Popular             | Família           | Fr          | Dr           | Ar           | IVr         |
| 0,0010     | 0,50                      | <b><i>Richardia brasilienses</i> Gomes</b>                 | <b>Poaia do campo</b>    | <b>Rubiaceae</b>  | <b>1,06</b> | <b>0,43</b>  | <b>0,52</b>  | <b>0,67</b> |
|            |                           | NI (1)   | -                        | -                 | 0,53        | 0,11         | 0,26         | 0,30        |
|            |                           | <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.                           | Picão-branco             | Asteraceae        | 1,06        | 0,32         | 0,39         | 0,59        |
|            |                           | NI (2)   | -                        | -                 | 1,06        | 0,21         | 0,26         | 0,51        |
| 0,0010     | 1,00                      | <b><i>Galinsoga parviflora</i> Cav.</b>                    | <b>Picão-branco</b>      | <b>Asteraceae</b> | <b>1,06</b> | <b>0,43</b>  | <b>0,52</b>  | <b>0,67</b> |
|            |                           | <i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don                       | Serralhinha              | Asteraceae        | 0,53        | 0,11         | 0,26         | 0,30        |
|            |                           | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                        | Poaia do campo           | Rubiaceae         | 1,06        | 0,21         | 0,26         | 0,51        |
| 0,0010     | 2,00                      | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                              | Mentrasto                | Asteraceae        | 1,06        | 0,21         | 0,26         | 0,51        |
|            |                           | <i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf                   | Capim-angola             | Poaceae           | 1,06        | 0,75         | 0,91         | 0,91        |
|            |                           | <i>Cyperus iria</i> L.                                     | Junquinho                | Cyperaceae        | 1,60        | 0,43         | 0,35         | 0,79        |
|            |                           | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                            | <b>Capim-torpedo</b>     | <b>Poaceae</b>    | <b>1,60</b> | <b>11,22</b> | <b>9,09</b>  | <b>7,30</b> |
|            |                           | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                        | Poaia do campo           | Rubiaceae         | 1,06        | 0,43         | 0,52         | 0,67        |
| 0,0025     | 0,50                      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                        | Poaia do campo           | Rubiaceae         | 1,60        | 2,56         | 2,08         | 2,08        |
|            |                           | <i>Paspalum paniculatum</i> L.                             | Gramma-touceira          | Poaceae           | 0,53        | 0,11         | 0,26         | 0,30        |
|            |                           | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                            | <b>Capim-torpedo</b>     | <b>Poaceae</b>    | <b>1,06</b> | <b>1,82</b>  | <b>2,21</b>  | <b>1,70</b> |
|            |                           | <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.                           | Picão-branco             | Asteraceae        | 0,53        | 0,11         | 0,26         | 0,30        |
| 0,0025     | 1,00                      | <b><i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde</b>               | <b>Capim-amargoso</b>    | <b>Poaceae</b>    | <b>1,06</b> | <b>1,60</b>  | <b>1,95</b>  | <b>1,54</b> |
|            |                           | <i>Panicum repens</i> L.                                   | Capim-torpedo            | Poaceae           | 1,60        | 1,07         | 0,87         | 1,18        |
|            |                           | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                        | Poaia do campo           | Rubiaceae         | 1,60        | 0,96         | 0,78         | 1,11        |
|            |                           | <i>Cyperus iria</i> L.                                     | Junquinho                | Cyperaceae        | 1,60        | 0,64         | 0,52         | 0,92        |
|            |                           | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                              | Mentrasto                | Asteraceae        | 0,53        | 0,21         | 0,52         | 0,42        |
|            |                           | <i>Lantana canescens</i> Kunth                             | Cambarazinho             | Verbenaceae       | 0,53        | 0,21         | 0,52         | 0,42        |
| 0,0025     | 2,00                      | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                              | Mentrasto                | Asteraceae        | 1,06        | 0,21         | 0,26         | 0,51        |
|            |                           | <i>Brachiaria subquadripata</i> (Trin.) Hitchc.            | Tanner-grass             | Poaceae           | 0,53        | 0,11         | 0,26         | 0,30        |
|            |                           | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze                | Betônica-brava           | Lamiaceae         | 1,06        | 0,21         | 0,26         | 0,51        |
|            |                           | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                            | <b>Capim-torpedo</b>     | <b>Poaceae</b>    | <b>0,53</b> | <b>0,32</b>  | <b>0,78</b>  | <b>0,54</b> |
|            |                           | <i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius                    | Gramma-torquilha         | Poaceae           | 0,53        | 0,11         | 0,26         | 0,30        |
|            |                           | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                        | Poaia do campo           | Rubiaceae         | 1,60        | 0,32         | 0,26         | 0,73        |
|            |                           | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                              | Mentrasto                | Asteraceae        | 1,06        | 0,96         | 1,17         | 1,06        |
| 0,005      | 2,00                      | <i>Brachiaria ruziizensis</i> R. Germ. & Evrard            | Braquiária-peluda        | Poaceae           | 0,53        | 0,11         | 0,26         | 0,30        |
|            |                           | <i>Cyperus iria</i> L.                                     | Junquinho                | Cyperaceae        | 1,60        | 0,32         | 0,26         | 0,73        |
|            |                           | <i>Digitaria horizontalis</i> Willd.                       | Capim-colchão            | Poaceae           | 1,06        | 2,03         | 2,47         | 1,85        |
|            |                           | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze                | Betônica-brava           | Lamiaceae         | 1,06        | 1,07         | 1,30         | 1,14        |
|            |                           | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                            | <b>Capim-torpedo</b>     | <b>Poaceae</b>    | <b>1,60</b> | <b>14,64</b> | <b>11,86</b> | <b>9,36</b> |
|            |                           | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                        | Poaia do campo           | Rubiaceae         | 1,06        | 0,53         | 0,65         | 0,75        |
|            |                           | <i>Alternanthera tenella</i> Colla                         | Periquito                | Amaranthaceae     | 0,53        | 0,11         | 0,26         | 0,30        |
|            |                           | <b><i>Blainvillea rhomboidea</i> Cass.</b>                 | <b>Picão-grande</b>      | <b>Asteraceae</b> | <b>0,53</b> | <b>0,21</b>  | <b>0,52</b>  | <b>0,42</b> |
| 0,0075     | 0,50                      | <i>Brachiaria decumbens</i> Stapf                          | Braquiária               | Poaceae           | 0,53        | 0,21         | 0,52         | 0,42        |
|            |                           | <i>Brachiaria ruziizensis</i> R. Germ. & Evrard            | Braquiária-peluda        | Poaceae           | 1,06        | 0,32         | 0,39         | 0,59        |
|            |                           | NI (2)   | -                        | -                 | 1,06        | 0,21         | 0,26         | 0,51        |
|            |                           | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                        | Poaia do campo           | Rubiaceae         | 1,60        | 0,53         | 0,43         | 0,85        |
|            |                           | <i>Solanum paniculatum</i> L.                              | Jurubeba                 | Solanaceae        | 0,53        | 0,11         | 0,26         | 0,30        |
|            |                           | <i>Alternanthera tenella</i> Colla                         | Periquito                | Amaranthaceae     | 0,53        | 0,11         | 0,26         | 0,30        |
|            |                           | <b><i>Brachiaria ruziizensis</i> R. Germ. &amp; Evrard</b> | <b>Braquiária-peluda</b> | <b>Poaceae</b>    | <b>1,60</b> | <b>0,75</b>  | <b>0,61</b>  | <b>0,98</b> |
| 0,0075     | 1,00                      | <i>Machaerium</i> sp.                                      | Cipó                     | Fabaceae          | 0,53        | 0,11         | 0,26         | 0,30        |
|            |                           | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze                | Betônica-brava           | Lamiaceae         | 1,06        | 0,32         | 0,39         | 0,59        |
|            |                           | NI (1)   | -                        | -                 | 1,06        | 0,21         | 0,26         | 0,51        |
|            |                           | NI(2)  | -                        | -                 | 0,53        | 0,11         | 0,26         | 0,30        |
|            |                           | <b><i>Richardia brasilienses</i> Gomes</b>                 | <b>Poaia do campo</b>    | <b>Rubiaceae</b>  | <b>1,60</b> | <b>0,75</b>  | <b>0,61</b>  | <b>0,98</b> |
|            |                           | <i>Wahlenbergia linarioides</i> (Lam.) A. DC.              | Linheiro                 | Campanulaceae     | 0,53        | 0,11         | 0,26         | 0,30        |
|            |                           | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                              | Mentrasto                | Asteraceae        | 1,60        | 0,32         | 0,26         | 0,73        |

|       |      |  |                      |                   |             |             |             |             |
|-------|------|--|----------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|       |      | <i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth                        | Capim-membeca        | Poaceae           | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <i>Brachiaria decumbens</i> Stapf                            | Braquiária           | Poaceae           | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <i>Cyperus iria</i> L.                                       | Junquinho            | Cyperaceae        | 1,60        | 0,75        | 0,61        | 0,98        |
|       |      | <i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde                        | Capim-amargoso       | Poaceae           | 0,53        | 0,21        | 0,52        | 0,42        |
|       |      | <i>Lantana canescens</i> Kunth                               | Cambarazinho         | Verbenaceae       | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <i>Marsyianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze                 | Betônica-brava       | Lamiaceae         | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                              | <b>Capim-torpedo</b> | <b>Poaceae</b>    | <b>1,60</b> | <b>5,34</b> | <b>4,33</b> | <b>3,76</b> |
|       |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                          | Poaia do campo       | Rubiaceae         | 1,60        | 0,32        | 0,26        | 0,73        |
|       |      | <i>Sida rhombifolia</i> L.                                   | Vassourinha          | Malvaceae         | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil.                        | Fruto-de-lobo        | Solanaceae        | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
| 0,01  | 0,50 | <i>Marsyianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze                 | Betônica-brava       | Lamiaceae         | 1,60        | 0,43        | 0,35        | 0,79        |
|       |      | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                              | <b>Capim-torpedo</b> | <b>Poaceae</b>    | <b>1,60</b> | <b>5,88</b> | <b>4,76</b> | <b>4,08</b> |
|       |      | <i>Cyperus iria</i> L.                                       | Junquinho            | Cyperaceae        | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                          | Poaia do campo       | Rubiaceae         | 1,60        | 0,64        | 0,52        | 0,92        |
|       |      | <i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf                     | Capim-angola         | Poaceae           | 1,06        | 0,21        | 0,26        | 0,51        |
|       |      | <i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde                        | Capim-amargoso       | Poaceae           | 1,06        | 0,32        | 0,39        | 0,59        |
|       |      | <i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf                     | Capim-angola         | Poaceae           | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | NI(2)  | -                    | -                 | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
| 0,01  | 1,00 | <i>Cecropia pachystachya</i>                                 | Embaúba              | Cecropiaceae      | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <i>Chromolaena maximiliani</i> (Sherad.) R.M. King & H. Rob. | Mata-pasto           | Asteraceae        | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <i>Cyperus iria</i> L.                                       | Junquinho            | Cyperaceae        | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde                        | Capim-amargoso       | Poaceae           | 1,60        | 1,50        | 1,21        | 1,43        |
|       |      | <i>Marsyianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze                 | Betônica-brava       | Lamiaceae         | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | NI (1)   | -                    | -                 | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <i>Panicum maximum</i> Jacq.                                 | Capim-colonião       | Poaceae           | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                              | <b>Capim-torpedo</b> | <b>Poaceae</b>    | <b>1,06</b> | <b>4,27</b> | <b>5,19</b> | <b>3,51</b> |
|       |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                          | Poaia do campo       | Rubiaceae         | 1,60        | 0,75        | 0,61        | 0,98        |
|       |      | <i>Solanum paniculatum</i> L.                                | Jurubeba             | Solanaceae        | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <i>Vernonia chamaedrys</i> Less.                             | Vassoura-branca      | Asteraceae        | 1,60        | 0,64        | 0,52        | 0,92        |
|       |      | <i>Wahlenbergia linarioides</i> (Lam.) A. DC.                | Linhito              | Campanulaceae     | 1,06        | 0,21        | 0,26        | 0,51        |
|       |      | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                                | Mentraso             | Asteraceae        | 1,06        | 0,21        | 0,26        | 0,51        |
|       |      | <i>Alternanthera tenella</i> Colla                           | Periquito            | Amaranthaceae     | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf                     | Capim-angola         | Poaceae           | 0,53        | 0,32        | 0,78        | 0,54        |
|       |      | <i>Cecropia pachystachya</i>                                 | Embaúba              | Cecropiaceae      | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <i>Cyperus iria</i> L.                                       | Junquinho            | Cyperaceae        | 0,53        | 0,32        | 0,78        | 0,54        |
|       |      | <i>Malvastrum coramandelianum</i> (L.) Garcke                | Guanxuma             | Malvaceae         | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <i>Panicum repens</i> L.                                     | Capim-torpedo        | Poaceae           | 1,06        | 1,82        | 2,21        | 1,70        |
|       |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                          | Poaia do campo       | Rubiaceae         | 1,60        | 1,07        | 0,87        | 1,18        |
| 0,010 | 0,50 | <b><i>Ageratum conyzoides</i> L.</b>                         | <b>Mentraso</b>      | <b>Asteraceae</b> | <b>1,60</b> | <b>1,50</b> | <b>1,21</b> | <b>1,43</b> |
|       |      | <i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf                     | Capim-angola         | Poaceae           | 1,06        | 0,21        | 0,26        | 0,51        |
|       |      | <i>Cyperus iria</i> L.                                       | Junquinho            | Cyperaceae        | 1,06        | 0,53        | 0,65        | 0,75        |
|       |      | <i>Marsyianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze                 | Betônica-brava       | Lamiaceae         | 1,06        | 0,21        | 0,26        | 0,51        |
|       |      | <i>Panicum repens</i> L.                                     | Capim-torpedo        | Poaceae           | 1,60        | 16,56       | 13,42       | 10,53       |
|       |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                          | Poaia do campo       | Rubiaceae         | 1,06        | 0,32        | 0,39        | 0,59        |
| 0,010 | 2,00 | <b><i>Ageratum conyzoides</i> L.</b>                         | <b>Mentraso</b>      | <b>Asteraceae</b> | <b>0,53</b> | <b>0,21</b> | <b>0,52</b> | <b>0,42</b> |
|       |      | <i>Cyperus iria</i> L.                                       | Junquinho            | Cyperaceae        | 0,53        | 0,11        | 0,6         | 0,30        |
|       |      | <i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don                         | Serralhinha          | Asteraceae        | 0,53        | 0,11        | 0,6         | 0,30        |
|       |      | <i>Lantana canescens</i> Kunth                               | Cambarazinho         | Verbenaceae       | 0,53        | 0,11        | 0,6         | 0,30        |
|       |      | NI(1)  | -                    | -                 | 0,53        | 0,11        | 0,6         | 0,30        |
|       |      | NI(2)  | -                    | -                 | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <i>Panicum maximum</i> Jacq.                                 | Capim-colonião       | Poaceae           | 1,06        | 0,32        | 0,39        | 0,59        |
|       |      | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                              | <b>Capim-torpedo</b> | <b>Poaceae</b>    | <b>1,60</b> | <b>2,56</b> | <b>2,08</b> | <b>2,08</b> |
|       |      | <i>Solanum paniculatum</i> L.                                | Jurubeba             | Solanaceae        | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |
|       |      | <i>Vernonia glabrata</i> Less.                               | Assapeixe-roxo       | Asteraceae        | 0,53        | 0,11        | 0,26        | 0,30        |

\*Espécies que se mostraram mais abundantes na comunidade. Em que: Fr (Frequência Relativa); Dr (Densidade Relativa); Ar (Abundância Relativa); IVIr (Índice de Valor de Importância Relativo).

Em termos de abundância, o Hold Fire teve uma média de 7 espécies por tratamento (Tabela 8), ocorreu uma heterogeneidade na composição do povoamento, sendo as espécies

mais abundantes, *Panicum repens* (Poaceae), *Digitaria insularis* (Poaceae), *Ageratum conyzoides* (Asteraceae), *Brachiaria ruziziensis* (Poaceae), *Blainvillea rhomboidea* (Asteraceae), *Alternanthera tenella* (Amaranthaceae), *Richardia brasilienses* (Rubiaceae), *Marsyanthes chamaedrys* (Lamiaceae). A concentração 1,5% com volume de calda de 2,0 L m<sup>-2</sup> que Lima (2018) indicou como a mais eficiente no combate às chamas, obteve a diversidade de 7 espécies.

Tabela 8. Variáveis estatísticas da ocorrência de espécies em sub-bosque de um plantio de *E. urograndis* pós-queima prescrita com aplicação do Hold Fire como retardante de fogo em Sorriso – MT, 2019.

| Tratamento |                            | HOLD FIRE  |                          |                      |             |              |               |              |
|------------|----------------------------|--|--------------------------|----------------------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| Conc (%)   | Calda (L m <sup>-2</sup> ) | Espécie  | Nome Popular             | Família              | Fr          | Dr           | Ar            | IVIr         |
| 0,7        | 0,50                       | <i>Cyperus iria</i> L.                                     | Junquinho                | Cyperaceae           | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11         |
|            |                            | <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.                           | Picão-branco             | Asteraceae           | 0,59        | 0,07         | 5,94          | 0,21         |
|            |                            | <i>Lantana canescens</i> Kunth                             | Cambarazinho             | Verbenaceae          | 0,59        | 0,11         | 8,90          | 0,30         |
|            |                            | NI(1)  | -                        | -                    | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11         |
|            |                            | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                            | <b>Capim-torpedo</b>     | <b>Poaceae</b>       | <b>1,18</b> | <b>0,90</b>  | <b>35,62</b>  | <b>1,17</b>  |
|            |                            | <i>Paspalum paniculatum</i> L.                             | Gramma-touceira          | Poaceae              | 0,59        | 0,07         | 5,94          | 0,21         |
|            |                            | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                        | Poaia do campo           | Rubiaceae            | 1,76        | 0,30         | 7,92          | 0,31         |
| 0,7        | 1,0                        | <i>Cyperus iria</i> L.                                     | Junquinho                | Cyperaceae           | 1,18        | 0,34         | 13,36         | 0,46         |
|            |                            | <b><i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde</b>               | <b>Capim-amargoso</b>    | <b>Poaceae</b>       | <b>1,76</b> | <b>1,76</b>  | <b>46,50</b>  | <b>1,55</b>  |
|            |                            | <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.                           | Picão-branco             | Asteraceae           | 0,59        | 0,11         | 8,90          | 0,30         |
|            |                            | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                            | <b>Capim-torpedo</b>     | <b>Poaceae</b>       | <b>1,76</b> | <b>3,00</b>  | <b>79,15</b>  | <b>2,61</b>  |
|            |                            | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                        | Poaia do campo           | Rubiaceae            | 1,76        | 0,41         | 10,88         | 0,41         |
| 0,7        | 2,00                       | <i>Bromus catharticus</i> Vahl                             | Cevadilha                | Poaceae              | 0,59        | 0,07         | 5,94          | 0,21         |
|            |                            | <i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don                       | Serralhinha              | Asteraceae           | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11         |
|            |                            | NI(1)  | -                        | -                    | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11         |
|            |                            | <b><i>Richardia brasilienses</i> Gomes</b>                 | <b>Poaia do campo</b>    | <b>Rubiaceae</b>     | <b>1,76</b> | <b>0,60</b>  | <b>15,83</b>  | <b>0,57</b>  |
| 0,9        | 0,50                       | <b><i>Ageratum conyzoides</i> L.</b>                       | <b>Mentrasto</b>         | <b>Asteraceae</b>    | <b>0,59</b> | <b>0,56</b>  | <b>44,52</b>  | <b>1,42</b>  |
|            |                            | <i>Cyperus iria</i> L.                                     | Junquinho                | Cyperaceae           | 0,59        | 0,19         | 14,84         | 0,49         |
|            |                            | <i>Lantana canescens</i> Kunth                             | Cambarazinho             | Verbenaceae          | 0,59        | 0,11         | 8,90          | 0,30         |
|            |                            | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze                | Betônica-brava           | Lamiaceae            | 0,59        | 0,07         | 5,94          | 0,21         |
|            |                            | <i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.                         | Poaia-da-praia           | Rubiaceae            | 0,59        | 0,19         | 14,84         | 0,49         |
|            |                            | NI(1)  | -                        | -                    | 1,18        | 0,04         | 1,48          | 0,08         |
|            |                            | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                            | <b>Capim-torpedo</b>     | <b>Poaceae</b>       | <b>1,76</b> | <b>21,34</b> | <b>563,97</b> | <b>18,24</b> |
|            |                            | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                        | Poaia do campo           | Rubiaceae            | 1,18        | 0,15         | 5,94          | 0,23         |
| 0,9        | 1,00                       | <b><i>Ageratum conyzoides</i> L.</b>                       | <b>Mentrasto</b>         | <b>Asteraceae</b>    | <b>1,76</b> | <b>1,35</b>  | <b>35,62</b>  | <b>1,20</b>  |
|            |                            | <i>Cyperus iria</i> L.                                     | Junquinho                | Cyperaceae           | 1,18        | 0,26         | 10,39         | 0,37         |
|            |                            | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                            | <b>Capim-torpedo</b>     | <b>Poaceae</b>       | <b>1,76</b> | <b>10,67</b> | <b>281,98</b> | <b>9,15</b>  |
|            |                            | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                        | Poaia do campo           | Rubiaceae            | 1,76        | 0,30         | 7,92          | 0,31         |
|            |                            | <i>Sida rhombifolia</i> L.                                 | Vassourinha              | Malvaceae            | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11         |
|            |                            | NI(2)  | -                        | -                    | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11         |
| 0,9        | 2,00                       | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                              | Mentrasto                | Asteraceae           | 1,18        | 0,07         | 2,97          | 0,13         |
|            |                            | <b><i>Alternanthera tenella</i> Colla</b>                  | <b>Periquito</b>         | <b>Amaranthaceae</b> | <b>0,59</b> | <b>0,07</b>  | <b>5,94</b>   | <b>0,21</b>  |
|            |                            | <i>Cecropia pachystachya</i>                               | Embaúba                  | Cecropiaceae         | 1,76        | 0,11         | 2,97          | 0,15         |
|            |                            | <i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.                       | Erva-de-santa-luzia      | Euphorbiaceae        | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11         |
|            |                            | <i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don                       | Serralhinha              | Asteraceae           | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11         |
|            |                            | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze                | Betônica-brava           | Lamiaceae            | 1,18        | 0,07         | 2,97          | 0,13         |
|            |                            | NI(2)  | -                        | -                    | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11         |
|            |                            | <b><i>Richardia brasilienses</i> Gomes</b>                 | <b>Poaia do campo</b>    | <b>Rubiaceae</b>     | <b>1,76</b> | <b>0,30</b>  | <b>7,92</b>   | <b>0,31</b>  |
|            |                            | <i>Wahlenbergia linarioides</i> (Lam.) A. DC.              | Linhito                  | Campanulaceae        | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11         |
|            |                            | NI(2)  | -                        | -                    | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11         |
| 1,1        | 0,50                       | <i>Brachiaria ruziziensis</i> R. Germ. & Evrard            | Braquiária-peluda        | Poaceae              | 1,18        | 0,22         | 8,90          | 0,32         |
|            |                            | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                        | Poaia do campo           | Rubiaceae            | 1,76        | 0,30         | 7,92          | 0,31         |
|            |                            | <b><i>Blainvillea rhomboidea</i> Cass.</b>                 | <b>Picão-grande</b>      | <b>Asteraceae</b>    | <b>0,59</b> | <b>0,22</b>  | <b>17,81</b>  | <b>0,58</b>  |
| 1,1        | 1,00                       | <b><i>Brachiaria ruziziensis</i> R. Germ. &amp; Evrard</b> | <b>Braquiária-peluda</b> | <b>Poaceae</b>       | <b>1,76</b> | <b>0,45</b>  | <b>11,87</b>  | <b>0,44</b>  |
|            |                            | <i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.                         | Poaia-da-praia           | Rubiaceae            | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11         |

|     |      |  |                       |                   |             |              |               |             |
|-----|------|--|-----------------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|-------------|
|     |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                | Poaia do campo        | Rubiaceae         | 1,76        | 0,19         | 4,95          | 0,21        |
| 1,1 | 2,00 | <b><i>Ageratum conyzoides</i> L.</b>               | <b>Mentrasito</b>     | <b>Asteraceae</b> | <b>1,18</b> | <b>0,22</b>  | <b>8,90</b>   | <b>0,32</b> |
|     |      | <i>Alternanthera tenella</i> Colla                 | Periquito             | Amaranthaceae     | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <i>Cyperus iria</i> L.                             | Junquinho             | Cyperaceae        | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <b><i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze</b> | <b>Betônica-brava</b> | <b>Lamiaceae</b>  | <b>0,59</b> | <b>0,11</b>  | <b>8,90</b>   | <b>0,30</b> |
|     |      | NI(1)  | -                     | -                 | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <i>Panicum maximum</i> Jacq.                       | Capim-colonião        | Poaceae           | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                    | <b>Capim-torpedo</b>  | <b>Poaceae</b>    | <b>1,76</b> | <b>8,80</b>  | <b>232,51</b> | <b>7,55</b> |
|     |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                | Poaia do campo        | Rubiaceae         | 1,76        | 0,19         | 4,95          | 0,21        |
|     |      | <i>Solanum paniculatum</i> L.                      | Jurubeba              | Solanaceae        | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
| 1,3 | 0,50 | <i>Cecropia pachystachya</i>                       | Embaúba               | Cecropiaceae      | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <i>Cyperus iria</i> L.                             | Junquinho             | Cyperaceae        | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <b><i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde</b>       | <b>Capim-amargoso</b> | <b>Poaceae</b>    | <b>1,18</b> | <b>0,49</b>  | <b>19,29</b>  | <b>0,65</b> |
|     |      | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                    | <b>Capim-torpedo</b>  | <b>Poaceae</b>    | <b>1,76</b> | <b>2,62</b>  | <b>69,26</b>  | <b>2,29</b> |
|     |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                | Poaia do campo        | Rubiaceae         | 1,76        | 0,60         | 15,83         | 0,57        |
| 1,3 | 1,00 | <i>Alternanthera tenella</i> Colla                 | Periquito             | Amaranthaceae     | 1,76        | 0,11         | 2,97          | 0,15        |
|     |      | <i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf           | Capim-angola          | Poaceae           | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <i>Cyperus iria</i> L.                             | Junquinho             | Cyperaceae        | 1,76        | 0,19         | 4,95          | 0,21        |
|     |      | <i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don               | Serralhinha           | Asteraceae        | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze        | Betônica-brava        | Lamiaceae         | 1,18        | 0,11         | 4,45          | 0,18        |
|     |      | NI(2)  | -                     | -                 | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                    | <b>Capim-torpedo</b>  | <b>Poaceae</b>    | <b>1,18</b> | <b>2,25</b>  | <b>89,05</b>  | <b>2,87</b> |
|     |      | <i>Pennisetum clandestinum</i> Hoschst. Ex Chiov.  | Capim-quicúio         | Poaceae           | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                | Poaia do campo        | Rubiaceae         | 1,18        | 0,26         | 10,39         | 0,37        |
| 1,3 | 2,00 | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                      | Mentrasito            | Asteraceae        | 1,18        | 0,07         | 2,97          | 0,13        |
|     |      | <i>Alternanthera tenella</i> Colla                 | Periquito             | Amaranthaceae     | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <i>Cecropia pachystachya</i>                       | Embaúba               | Cecropiaceae      | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <i>Cyperus iria</i> L.                             | Junquinho             | Cyperaceae        | 1,76        | 0,64         | 16,82         | 0,60        |
|     |      | <b><i>Digitaria horizontalis</i> Willd.</b>        | <b>Capim-colchão</b>  | <b>Poaceae</b>    | <b>1,76</b> | <b>2,32</b>  | <b>61,34</b>  | <b>2,03</b> |
|     |      | <i>Lantana canescens</i> Kunth                     | Cambarazinho          | Verbenaceae       | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                    | <b>Capim-torpedo</b>  | <b>Poaceae</b>    | <b>1,76</b> | <b>10,86</b> | <b>286,93</b> | <b>9,31</b> |
|     |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                | Poaia do campo        | Rubiaceae         | 0,59        | 0,07         | 5,94          | 0,21        |
|     |      | <i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen        | capim-rabo-de-raposa  | Poaceae           | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
| 1,5 | 0,5  | <b><i>Ageratum conyzoides</i> L.</b>               | <b>Mentrasito</b>     | <b>Asteraceae</b> | <b>0,59</b> | <b>0,19</b>  | <b>14,84</b>  | <b>0,49</b> |
|     |      | <i>Cyperus iria</i> L.                             | Junquinho             | Cyperaceae        | 1,18        | 0,07         | 2,97          | 0,13        |
|     |      | <b><i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde</b>       | <b>Capim-amargoso</b> | <b>Poaceae</b>    | <b>0,59</b> | <b>0,19</b>  | <b>14,84</b>  | <b>0,49</b> |
|     |      | <i>Panicum maximum</i> Jacq.                       | Capim-colonião        | Poaceae           | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                    | <b>Capim-torpedo</b>  | <b>Poaceae</b>    | <b>1,18</b> | <b>7,11</b>  | <b>281,98</b> | <b>9,02</b> |
|     |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes                | Poaia do campo        | Rubiaceae         | 1,76        | 0,15         | 3,96          | 0,18        |
| 1,5 | 1,00 | <i>Alternanthera tenella</i> Colla                 | Periquito             | Amaranthaceae     | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <i>Cecropia pachystachya</i>                       | Embaúba               | Cecropiaceae      | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <i>Cyperus iria</i> L.                             | Junquinho             | Cyperaceae        | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze        | Betônica-brava        | Lamiaceae         | 1,18        | 0,15         | 5,94          | 0,23        |
|     |      | NI(1)  | -                     | -                 | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                    | <b>Capim-torpedo</b>  | <b>Poaceae</b>    | <b>1,76</b> | <b>7,00</b>  | <b>185,02</b> | <b>6,02</b> |
|     |      | <b><i>Richardia brasilienses</i> Gomes</b>         | <b>Poaia do campo</b> | <b>Rubiaceae</b>  | <b>1,18</b> | <b>0,37</b>  | <b>14,84</b>  | <b>0,51</b> |
| 1,5 | 2,00 | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                      | Mentrasito            | Asteraceae        | 1,76        | 0,19         | 4,95          | 0,21        |
|     |      | <i>Alternanthera tenella</i> Colla                 | Periquito             | Amaranthaceae     | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <i>Cyperus iria</i> L.                             | Junquinho             | Cyperaceae        | 1,18        | 0,22         | 8,90          | 0,32        |
|     |      | <b><i>Digitaria horizontalis</i> Willd.</b>        | <b>Capim-colchão</b>  | <b>Poaceae</b>    | <b>1,18</b> | <b>0,34</b>  | <b>13,36</b>  | <b>0,46</b> |
|     |      | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze        | Betônica-brava        | Lamiaceae         | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <i>Panicum maximum</i> Jacq.                       | Capim-colonião        | Poaceae           | 0,59        | 0,04         | 2,97          | 0,11        |
|     |      | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                    | <b>Capim-torpedo</b>  | <b>Poaceae</b>    | <b>1,76</b> | <b>7,86</b>  | <b>207,78</b> | <b>6,76</b> |

\*Espécies que se mostraram mais abundantes na comunidade. Em que: Fr (Frequência Relativa); Dr (Densidade Relativa); Ar (Abundância Relativa); IVIr (Índice de Valor de Importância Relativo).

Com uma média geral de 7 espécies por tratamento, os resultados para o Phos-chek (Tabela 9) se assimilaram aos resultados para as áreas controle, testemunha, Polímero Hidroretentor e Hold Fire. A espécie *Panicum repens* foi a espécie mais abundante, exceto para

os tratamentos com conc. 0,6%, volume de calda 1,0 L m<sup>-2</sup> e 0,5 L m<sup>-2</sup>, sendo as mais abundantes a *Richardia brasilienses* e *Galinsoga parviflora*, respectivamente. A concentração 0,1 % com volume de calda de 2,0 L m<sup>-2</sup>, descrita por Lima (2018) como a que teve melhor eficiência no combate ao incêndio, não sofreu interferência do retardante quanto a abundância, a diversidade de espécie foi de 6.

Tabela 9. Variáveis estatísticas da ocorrência de espécies em sub-bosque de um plantio de *E. urograndis* pós-queima prescrita com aplicação do Phos-chek como retardante de fogo em Sorriso – MT, 2019.

| Tratamento                                  |                            | PHOS-CHEK                                   |                       |                   |             |              |              |             |
|---|----------------------------|---|-----------------------|-------------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| Conc (%)                                    | Calda (L m <sup>-2</sup> ) | Espécie                                     | Nome Popular          | Família           | Fr          | Dr           | Ar           | IVlr        |
| 0,1   | 0,50                       | <i>Cyperus iria</i> L.                      | Junquinho             | Cyperaceae        | 1,22        | 0,31         | 0,33         | 0,62        |
|   |                            | <i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde       | Capim-amargoso        | Poaceae           | 0,61        | 0,63         | 1,33         | 0,86        |
|   |                            | <i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don        | Serralhinha           | Asteraceae        | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27        |
|   |                            | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze | Betônica-brava        | Lamiaceae         | 0,61        | 0,13         | 0,27         | 0,33        |
|   |                            | NI (2)                                      | -                     | -                 | 1,22        | 0,06         | 0,07         | 0,45        |
|   |                            | <i>Panicum maximum</i> Jacq.                | Capim-colonião        | Poaceae           | 0,61        | 0,13         | 0,27         | 0,33        |
|   |                            | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>             | <b>Capim-torpedo</b>  | <b>Poaceae</b>    | <b>1,83</b> | <b>3,15</b>  | <b>2,21</b>  | <b>2,40</b> |
|   |                            | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes         | Poaia do campo        | Rubiaceae         | 1,83        | 0,44         | 0,31         | 0,86        |
|   |                            | <i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen | capim-rabo-de-raposa  | Poaceae           | 0,61        | 0,38         | 0,80         | 0,59        |
| 0,1   | 1,00                       | <i>Ageratum conyzoides</i> L.               | Mentrado              | Asteraceae        | 1,83        | 1,45         | 1,02         | 1,43        |
|   |                            | <i>Cyperus iria</i> L.                      | Junquinho             | Cyperaceae        | 1,22        | 0,38         | 0,40         | 0,67        |
|   |                            | <i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde       | Capim-amargoso        | Poaceae           | 0,61        | 0,63         | 1,33         | 0,86        |
|   |                            | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>             | <b>Capim-torpedo</b>  | <b>Poaceae</b>    | <b>1,83</b> | <b>12,59</b> | <b>8,86</b>  | <b>7,76</b> |
|   |                            | <i>Phenax sonneratii</i> (Poir.) Wedd.      | Erva-de-sant'ana      | Urticaceae        | 1,22        | 0,19         | 0,20         | 0,54        |
|   |                            | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes         | Poaia do campo        | Rubiaceae         | 1,83        | 1,26         | 0,89         | 1,32        |
|   |                            | <i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen | capim-rabo-de-raposa  | Poaceae           | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27        |
| 0,1   | 2,00                       | <i>Ageratum conyzoides</i> L.               | Mentrado              | Asteraceae        | 1,83        | 0,82         | 0,58         | 1,07        |
|   |                            | <i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf    | Capim-angola          | Poaceae           | 1,22        | 0,19         | 0,20         | 0,54        |
|   |                            | <i>Cyperus iria</i> L.                      | Junquinho             | Cyperaceae        | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27        |
|   |                            | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze | Betônica-brava        | Lamiaceae         | 0,61        | 0,31         | 0,66         | 0,53        |
|   |                            | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>             | <b>Capim-torpedo</b>  | <b>Poaceae</b>    | <b>0,61</b> | <b>6,29</b>  | <b>13,29</b> | <b>6,73</b> |
| <i>Richardia brasilienses</i> Gomes         | Poaia do campo             | Rubiaceae                                   | 0,61                  | 0,31              | 0,66        | 0,53         |              |             |
| 0,3   | 0,50                       | <i>Alternanthera tenella</i> Colla          | Periquito             | Amaranthaceae     | 1,22        | 0,13         | 0,13         | 0,49        |
|   |                            | <i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf    | Capim-angola          | Poaceae           | 1,22        | 0,38         | 0,40         | 0,67        |
|   |                            | <i>Cyperus iria</i> L.                      | Junquinho             | Cyperaceae        | 1,22        | 0,19         | 0,20         | 0,54        |
|   |                            | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze | Betônica-brava        | Lamiaceae         | 1,83        | 0,31         | 0,22         | 0,79        |
|   |                            | <i>Panicum maximum</i> Jacq.                | Capim-colonião        | Poaceae           | 0,61        | 0,19         | 0,40         | 0,40        |
|   |                            | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>             | <b>Capim-torpedo</b>  | <b>Poaceae</b>    | <b>1,83</b> | <b>2,71</b>  | <b>1,90</b>  | <b>2,15</b> |
|   |                            | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes         | Poaia do campo        | Rubiaceae         | 1,83        | 0,19         | 0,13         | 0,72        |
| 0,3   | 1,00                       | <i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf    | Capim-angola          | Poaceae           | 0,61        | 0,13         | 0,27         | 0,33        |
|   |                            | <i>Cyperus iria</i> L.                      | Junquinho             | Cyperaceae        | 1,22        | 0,19         | 0,20         | 0,54        |
|   |                            | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze | Betônica-brava        | Lamiaceae         | 1,83        | 0,57         | 0,40         | 0,93        |
|   |                            | <i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.          | Poaia-da-praia        | Rubiaceae         | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27        |
|   |                            | NI (2)                                      | -                     | -                 | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27        |
|   |                            | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>             | <b>Capim-torpedo</b>  | <b>Poaceae</b>    | <b>1,83</b> | <b>3,46</b>  | <b>2,44</b>  | <b>2,58</b> |
|   |                            | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes         | Poaia do campo        | Rubiaceae         | 1,22        | 0,13         | 0,13         | 0,49        |
| <i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen | capim-rabo-de-raposa       | Poaceae                                     | 0,61                  | 0,06              | 0,13        | 0,27         |              |             |
| 0,6   | 0,50                       | <b><i>Galinsoga parviflora</i> Cav.</b>     | <b>Picão-branco</b>   | <b>Asteraceae</b> | <b>1,22</b> | <b>0,57</b>  | <b>0,60</b>  | <b>0,79</b> |
|   |                            | <i>Machaerium</i> sp.                       | Cipó                  | Fabaceae          | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27        |
|   |                            | NI(1)                                       | -                     | -                 | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27        |
|   |                            | NI(2)                                       | -                     | -                 | 1,22        | 0,06         | 0,07         | 0,45        |
|   |                            | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes         | Poaia do campo        | Rubiaceae         | 1,83        | 0,38         | 0,27         | 0,82        |
| 0,6   | 1,00                       | <b><i>Richardia brasilienses</i> Gomes</b>  | <b>Poaia do campo</b> | <b>Rubiaceae</b>  | <b>1,22</b> | <b>0,19</b>  | <b>0,20</b>  | <b>0,54</b> |
|   |                            | NI(1)                                       | -                     | -                 | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27        |
| 0,6   | 2,00                       | <i>Ageratum conyzoides</i> L.               | Mentrado              | Asteraceae        | 1,22        | 0,50         | 0,53         | 0,75        |
|   |                            | <i>Alternanthera tenella</i> Colla          | Periquito             | Amaranthaceae     | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27        |

|     |      |  |                      |                |             |              |              |              |
|-----|------|--|----------------------|----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
|     |      | <i>Lantana canescens</i> Kunth                 | Cambarazinho         | Verbenaceae    | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | <i>Panicum maximum</i> Jacq.                   | Capim-colonião       | Poaceae        | 1,83        | 0,25         | 0,18         | 0,75         |
|     |      | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                | <b>Capim-torpedo</b> | <b>Poaceae</b> | <b>1,22</b> | <b>10,70</b> | <b>11,30</b> | <b>7,74</b>  |
|     |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes            | Poaia do campo       | Rubiaceae      | 1,22        | 0,44         | 0,47         | 0,71         |
| 0,8 | 0,50 | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                  | Mentraso             | Asteraceae     | 0,61        | 0,19         | 0,40         | 0,40         |
|     |      | <i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf       | Capim-angola         | Poaceae        | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | <i>Cecropia pachystachya</i>                   | Embaúba              | Cecropiaceae   | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | <i>Cyperus iria</i> L.                         | Junquinho            | Cyperaceae     | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | <i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde          | Capim-amargoso       | Poaceae        | 0,61        | 0,19         | 0,40         | 0,40         |
|     |      | <i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don           | Serralhinha          | Asteraceae     | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze    | Betônica-brava       | Lamiaceae      | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | <i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.             | Poaia-da-praia       | Rubiaceae      | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | <i>Panicum maximum</i> Jacq.                   | Capim-colonião       | Poaceae        | 0,61        | 0,19         | 0,40         | 0,40         |
|     |      | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                | <b>Capim-torpedo</b> | <b>Poaceae</b> | <b>1,22</b> | <b>4,41</b>  | <b>4,65</b>  | <b>3,43</b>  |
|     |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes            | Poaia do campo       | Rubiaceae      | 1,83        | 0,69         | 0,49         | 1,00         |
|     |      | <i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl | Gervão-azul          | Verbenaceae    | 1,22        | 0,13         | 0,13         | 0,49         |
| 0,8 | 1,00 | <i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf       | Capim-angola         | Poaceae        | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | <i>Cyperus iria</i> L.                         | Junquinho            | Cyperaceae     | 1,22        | 0,13         | 0,13         | 0,49         |
|     |      | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze    | Betônica-brava       | Lamiaceae      | 1,22        | 0,38         | 0,40         | 0,67         |
|     |      | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                | <b>Capim-torpedo</b> | <b>Poaceae</b> | <b>1,22</b> | <b>4,41</b>  | <b>4,65</b>  | <b>3,43</b>  |
|     |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes            | Poaia do campo       | Rubiaceae      | 1,22        | 0,19         | 0,20         | 0,54         |
| 0,8 | 2,00 | <i>Alternanthera tenella</i> Colla             | Periquito            | Amaranthaceae  | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | <i>Cyperus iria</i> L.                         | Junquinho            | Cyperaceae     | 0,61        | 0,13         | 0,27         | 0,33         |
|     |      | <i>Digitaria horizontalis</i> Willd.           | Capim-colchão        | Poaceae        | 1,22        | 0,69         | 0,73         | 0,88         |
|     |      | <i>Lantana canescens</i> Kunth                 | Cambarazinho         | Verbenaceae    | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze    | Betônica-brava       | Lamiaceae      | 1,22        | 0,19         | 0,20         | 0,54         |
|     |      | NI(1)  | -                    | -              | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | <i>Panicum repens</i> L.                       | Capim-torpedo        | Poaceae        | 1,83        | 4,28         | 3,01         | 3,04         |
|     |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes            | Poaia do campo       | Rubiaceae      | 1,22        | 0,19         | 0,20         | 0,54         |
|     |      | <i>Sida rhombifolia</i> L.                     | Vassourinha          | Malvaceae      | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
| 1   | 0,50 | <i>Alternanthera tenella</i> Colla             | Periquito            | Amaranthaceae  | 1,22        | 0,13         | 0,13         | 0,49         |
|     |      | <i>Cecropia pachystachya</i>                   | Embaúba              | Cecropiaceae   | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze    | Betônica-brava       | Lamiaceae      | 0,61        | 0,19         | 0,40         | 0,40         |
|     |      | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                | <b>Capim-torpedo</b> | <b>Poaceae</b> | <b>1,22</b> | <b>2,83</b>  | <b>2,99</b>  | <b>2,35</b>  |
|     |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes            | Poaia do campo       | Rubiaceae      | 1,22        | 0,50         | 0,53         | 0,75         |
|     |      | <i>Solanum paniculatum</i> L.                  | Jurubeba             | Solanaceae     | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
| 1   | 1,00 | <i>Cyperus iria</i> L.                         | Junquinho            | Cyperaceae     | 0,61        | 0,13         | 0,27         | 0,33         |
|     |      | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze    | Betônica-brava       | Lamiaceae      | 1,22        | 0,31         | 0,33         | 0,62         |
|     |      | NI (1)   | -                    | -              | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | NI (2)   | -                    | -              | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | <i>Panicum repens</i> L.                       | Capim-torpedo        | Poaceae        | 1,22        | 0,25         | 0,27         | 0,58         |
|     |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes            | Poaia do campo       | Rubiaceae      | 1,83        | 0,38         | 0,27         | 0,82         |
| 1   | 2,00 | <i>Ageratum conyzoides</i> L.                  | Mentraso             | Asteraceae     | 0,61        | 1,26         | 2,66         | 1,51         |
|     |      | <i>Brachiaria decumbens</i> Stapf              | Braquiária           | Poaceae        | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | <i>Cecropia pachystachya</i>                   | Embaúba              | Cecropiaceae   | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | <i>Cyperus iria</i> L.                         | Junquinho            | Cyperaceae     | 1,22        | 0,44         | 0,47         | 0,71         |
|     |      | <i>Digitaria horizontalis</i> Willd.           | Capim-colchão        | Poaceae        | 1,83        | 1,45         | 1,02         | 1,43         |
|     |      | <i>Marsyanthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze    | Betônica-brava       | Lamiaceae      | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |
|     |      | <b><i>Panicum repens</i> L.</b>                | <b>Capim-torpedo</b> | <b>Poaceae</b> | <b>1,83</b> | <b>22,28</b> | <b>15,68</b> | <b>13,26</b> |
|     |      | <i>Richardia brasilienses</i> Gomes            | Poaia do campo       | Rubiaceae      | 0,61        | 0,31         | 0,66         | 0,53         |
|     |      | <i>Sida rhombifolia</i> L.                     | Vassourinha          | Malvaceae      | 0,61        | 0,06         | 0,13         | 0,27         |

\*Espécies que se mostraram mais abundantes na comunidade. Em que: Fr (Frequência Relativa); Dr (Densidade Relativa); Ar (Abundância Relativa); IVIr (Índice de Valor de Importância Relativo).

Verificamos, através do teste de germinação quais espécies continuam no banco de sementes. O banco de sementes pode ser caracterizado como uma reserva de sementes viáveis no solo presente na superfície ou em profundidade, que funciona como um mecanismo de



regeneração e garantia de perpetuação das espécies (LARCEDA; FILHO; MENDONÇA, 2005).

Identificamos 11 espécies, representadas por 6 famílias, destas, três espécies pertenciam a família das Poaceae (gramíneas). As espécies que germinaram foram praticamente as mesmas encontradas em campo, exceto a *Mezilaurus itauba* que é uma espécie arbórea nativa da região. As espécies mais abundantes e com maior IVIr foram a *Panicum repens* e a *Richardia brasilienses* (Tabela 10). A massa seca total de plantas germinadas foi de 0,11 Mg ha<sup>-1</sup>.

Tabela 10. Variáveis estatísticas do teste de germinação em sub-bosque de um plantio de *E. urograndis* pós-queima prescrita com uso de retardantes de fogo em Sorriso – MT, 2019.

| Espécie   | Família    | Nome Popular      | Fr           | Dr           | Ar           | IVIr         |
|---|------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>Ageratum conyzoides</i> L.                   | Asteraceae | Mentrasto         | 13,95        | 12,25        | 12,25        | 12,82        |
| <i>Blainvillea biaristata</i> DC.               | Asteraceae | Picão-grande      | 6,98         | 6,05         | 6,05         | 6,36         |
| <i>Brachiaria ruziziensis</i> R. Germ. & Evrard | Poaceae    | Braquiária-peluda | 4,65         | 0,45         | 0,45         | 1,85         |
| <i>Cyperus iria</i> L.                          | Cyperaceae | Junquinho         | 20,93        | 21,63        | 21,63        | 21,40        |
| <i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don            | Asteraceae | Serralhinha       | 4,65         | 0,30         | 0,30         | 1,75         |
| <i>Eucalyptus urograndis</i>                    | Myrtaceae  | Eucalipto         | 2,33         | 0,76         | 0,76         | 1,28         |
| <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.                | Asteraceae | Picão-branco      | 6,98         | 0,76         | 0,76         | 2,83         |
| <i>Mezilaurus itauba</i>                        | Lauraceae  | Itaúba            | 2,33         | 0,15         | 0,15         | 0,88         |
| * <i>Panicum repens</i> L.                      | Poaceae    | Capim-torpedo     | <b>13,95</b> | <b>29,65</b> | <b>29,65</b> | <b>24,42</b> |
| <i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius         | Poaceae    | Grama-torquilha   | 2,33         | 0,30         | 0,30         | 0,98         |
| * <i>Richardia brasilienses</i> Gomes           | Rubiaceae  | Poaia do campo    | <b>20,93</b> | <b>27,69</b> | <b>27,69</b> | <b>25,43</b> |

\*Espécies que se mostraram mais abundantes no teste de germinação. Em que: Fr (Frequência Relativa); Dr (Densidade Relativa); Ar (Abundância Relativa); IVIr (Índice de Valor de Importância Relativo).

O número de espécies encontradas no banco de sementes, revelam que a diversidade de espécies contidas no sub-bosque do plantio de *E. urograndis* não sofreu interferência dos retardantes de fogo. Porém, houve variação entre as áreas com ausência e presença de fogo, onde a queima-prescrita provocou alteração na abundância, massa de material herbáceo, e diversidade de espécies, uma vez que, na exclusão de fogo, o número de espécies foi de aproximadamente 5 vezes menor do que nas áreas com queima.

#### 4. CONCLUSÃO

1. O aporte de material combustível no sub-bosque de *E. urograndis* (com 7,5 anos de idade) foi de 22,21 e 13,30 Mg ha<sup>-1</sup> para áreas sem queima e com queima, respectivamente.
2. As folhas e cascas apresentaram maior participação em peso e em percentuais na composição do material combustível de *E. urograndis*.
3. A utilização do fogo propicia maiores massas de material herbáceo regenerado em áreas de *E. urograndis*.
4. A aplicação dos retardantes não interfere na riqueza de espécies quando comparada com as áreas queimadas que receberam apenas água como retardante de fogo. No

entanto, as áreas com queima apresentaram maior riqueza, sendo o fogo o principal responsável por essa diferença.

5. Ocorreu maior diversidade de espécies nas áreas com queima, sobressaindo-se as espécies da família Poaceae (grupo de gramíneas).

6. Não houve interferência dos retardantes de fogo nas suas diferentes concentrações e volumes de calda quanto a riqueza e abundância de espécies de vegetação herbácea regenerada.

7. Através das análises do banco de sementes, têm-se que o fogo provocou alterações na estrutura vegetal do sub-bosque do plantio de *E. urograndis*, aumentando a diversidade de espécies, abundância e massa de material herbáceo.

## REFERÊNCIAS

ALVES, L. J. S.; SOUZA, A. P.; STANGERLIN, M. D.; CASAVECCHIA, B. H.; CARMO, F. H. J.; BOUVIÉ, L.; BORELLA, D. R.; DIAS, T. K. R.; SILVA, C. C.; MARTIM, C. C.; FERNEDA, B. G. Fire Behavior in *Eucalyptus urograndis* (Clone H13) Forest in Cerrado Amazon Transition, Brazil. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v.11, n. 4, p. 60-71, 2017.

BARBOSA, V.; BARRETO-GARCIA, P.; GAMA-RODRIGUES, E.; PAULA, A. Biomassa, carbono e nitrogênio na serrapilheira acumulada de florestas plantadas e nativa. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

BATISTA, A. C. O uso de retardantes no combate à incêndios florestais. **Revista FLAMMAE**, v. 4, p. 59-75, 2019.

BEUTLING, A. Modelagem do comportamento do fogo com base em experimentos laboratoriais e de campo. **Tese Doutorado em Ciências Florestais** - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitossociologia**: Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid: H. Blume, p. 820, 1979.

CANZIAN, W. P.; FIEDLER, N. C.; BRINATE, I. B.; JUVANHOL, R. S.; BIGHI, K. N. Diferentes concentrações de retardante de fogo em plantios de eucalipto. **Nativa**, v. 4, n. 4, p. 195-198, Sinop, 2016.

CARMO, F. H. D. J.; DE SOUZA, A. P., CASAVECCHIA, B. H.; VOLPATO, M., BOUVIÉ, L.; SILVA, C. C. Litter balance in areas of *Eucalyptus urograndis* (Clone H13) in a Cerrado–Amazon transition of Mato Grosso state, Brazil. **Ciência e Natura**, v. 40, p. 39, Santa Maria, 2018.

CIANCIARUSO, M. V.; SILVA, I. A.; BATALHA, M. A. Aboveground biomass of functional groups in the ground layer of savannas under different fire frequencies. **Australian Journal of Botany**, v. 58, n.3, p. 169-174, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Cie. e Agrot.* 35(6): 1039-1042, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001> > Acesso em 02 nov. 2019.

FIEDLER, N. C.; CANZIAN, W. P.; MAFIA, R. G.; RIBEIRO, G. A.; KRAUSE JUNIOR, J. Intensidade de queima de diferentes retardantes de fogo. **Revista Árvore**, v. 39, n. 4, p. 691-696, 2015.

GARCIA-MARCO, S., & GONZALEZ-PRIETO, S. Short- and medium-term effects of fire and fire-fighting chemicals on soil micronutrient availability. **Science of The Total Environment**, v. 407, n. 1, p. 297–303, 2008.

HEJDA, M.; HANZELKA, J.; KADLEC, T.; ŠTROBL, M.; PYŠEK, P.; REIF, J. Impacts of an invasive tree across trophic levels: species richness, community composition and resident species' traits. **Diversity and Distributions**, v. 23, n. 9, p. 997-1007, 2017.

HERINGER, I.; JACQUES, A. V. Á. Adaptação das plantas ao fogo: enfoque na transição floresta-campo. *Ciência Rural*, v. 31, n. 6, p. 1085-1090, 2001.

HOFFMANN, W. A. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. **Journal of ecology**, v. 84, n. 3, p. 383-393, 1996.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. RELATÓRIO 2017. p. 1-80, 2017.

LACERDA, A. L. S.; VICTORIA FILHO, R.; MENDONÇA, C. G. Levantamento do banco de sementes em dois sistemas de manejo de solo irrigados por pivô central. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 1-7, 2005.

LIMA, D.C. Queimas controladas em resíduos vegetais de eucalipto: comportamento do fogo e uso de retardantes. **Dissertação** apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, 2018.

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 3.ed., p.608, 2000.

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 4 ed., p.640, 2008.

MACHADO FILHO, C.; MARTINS, M. C.; RIBEIRO, G. A.; LIMA, G. S.; CARDOSO, M. T.; TORRES, C. M. M. E.; PINTO, F. B. Eficiência de um retardante de fogo de longa duração utilizado em incêndios florestais. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p. 365-371, 2012.

MELOS, A. R., SATO, A. M.; NETTO, A. L. C. Produção, estoque e retenção hídrica da serrapilheira em encosta sob plantio de híbridos de *Eucalyptus Urophylla* e *Eucalyptus Grandis*: médio vale do Rio Paraíba do Sul. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 33, n. 2, p. 66-73, 2010.

MUELLER-DOMBOIS, D; ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. **John Wiley & Sons**, 1974.

OKSANEN J.; GUILLAUME BLANCHET, F.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P.R.; O'HARA, R.B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.;

STEVENS, M. H. H.; SZOECES, E.; WAGNER, H. vegan: Community ecology package. R package version 2.5-6, 2019. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

OLIVERAS, I.; MEIRELLES, S. T.; HIRAKURI, V. L.; FREITAS, C. R.; MIRANDA, H. S.; PIVELLO, V. R. Effects of fire regimes on herbaceous biomass and nutrient dynamics in the Brazilian savanna. **International Journal of Wildland Fire**, v. 22, n. 3, p. 368, 2013.

PEREIRA, C. A.; FIEDLER, N. C., & DE MEDEIROS, M. B. Análise de ações de prevenção e combate aos incêndios florestais em unidades de conservação do cerrado. **Floresta**, v. 34, n. 2, 2004.

PIVELLO, V. R.; OLIVERAS, I.; MIRANDA, H. S.; HARIDASAN, M.; SATO, M. N.; MEIRELLES, S. T. Effect of fires on soil nutrient availability in an open savanna in Central Brazil. **Plant and Soil**, v. 337, n. 1-2, p. 111-123, 2010.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2019. URL <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 10 out. 2019.

REIS, B. P.; ZATELLI, K. S.; TORRES, F. T. P.; MARTINS, S. V. Influence of Fire on the Natural Regeneration of a Semideciduous Seasonal Rainforest Fragment. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 4, 2018.

RIBEIRO, G. A.; LIMA, G. S.; OLIVEIRA, A. L. S. D.; CAMARGOS, V. L. D., & MAGALHÃES, M. U. Eficiência de um retardante de longa duração na redução da propagação do fogo. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p.1025-1031, 2006.

SANTOS, A. F. A.; CARNEIRO, A. C. P.; MARTINEZ, D. T.; CALDEIRA, S. F. Eucalyptus litter capacity of stock and water retention. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

SANTOS, J. F. C.; GLERIANI, J. M.; VELLOSO, S. G. S.; DE SOUZA, G. S. A.; AMARAL, C. H.; TORRES, F. T. P.; REIS, M. Wildfires as a major challenge for natural regeneration in Atlantic Forest. **Science of The Total Environment**, v. 650, p. 809-821, 2019.

SCHUMACHER, M. V.; CORRÊA, R. S.; VIERA, M.; ARAÚJO, E. F. D. Produção e decomposição de serapilheira em um povoamento de Eucalyptus urophylla x Eucalyptus globulus maidenii. **Cerne**, v. 19, n. 3, p. 501-508, 2013.

SEGER, C. D.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F.; ALVES, M. V. G.; SOARES, R. V.; BIONDI, D. Incremento da biomassa aérea da vegetação dos Campos Naturais do Paraná em período pós-queima. **Floresta**, v. 46, n. 1, p. 93-101, 2016.

SENA, F. H. S.; ASPIAZÚ, I.; SILVA, N. P.; OLIVEIRA, R. M.; SILVA, K. M. J. MATRANGOLO, C. A. R.; BRITO, C. F. B. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em pomares de mangueira no semiárido mineiro. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 5, p. 500-505, 2019.

SOUZA, H. N. D.; ARAÚJO, T. G. D.; RIBEIRO, G. A. Avaliação da eficiência de um gel hidrotentor como retardante de fogo. **Revista Árvore**, v. 36, n. 3, p. 471-477, 2012.

UNEM – UNIÃO NACIONAL DO ETANOL DE MILHO. Mercado fica mais estável com etanol de milho. Cuiabá, 2020. Disponível em: <http://etanoldemilho.com.br/> Acesso em: 29 jan 2020.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V.; ARAÚJO, E. F.; CORRÊA, R. S.; CALDEIRA, M. V. W. Deposição de serapilheira e nutrientes em plantio de *Eucalyptus urophylla* × *E. globulus*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 3, p. 327-338, 2014.

VILÀ, M.; ESPINAR, J. L.; HEJDA, M.; HULME, P. E.; JAROŠÍK, V., MARON, J. L.; PYŠEK, P. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. **Ecology letters**, v. 14, n. 7, p. 702-708, 2011.

WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, G. T.; SOUZA, R. M. Caracterização do material combustível e simulação do comportamento do fogo em eucaliptais no litoral norte da Bahia, Brasil. **Revista Floresta**, v. 44, n. 1, p. 33-42, 2014.

## CONCLUSÃO GERAL

As áreas submetidas a queimas prescritas no sub-bosque de um plantio de *E. urograndis*, apresentaram aos 36 meses pós-queima, quantidade e composição de serrapilheira semelhante a áreas sem queima (6,5 anos). O aporte de material combustível aos 7,5 anos de idade, foi de 22,21 Mg ha<sup>-1</sup> nas áreas sem queimas e 13,30 Mg ha<sup>-1</sup> com 20 meses pós-queima, sendo considerados uma carga elevada e com perigo de incêndio “Muito Alto” para as áreas com queima, e risco “Extremo” para as áreas sem queima.

As folhas representaram a maior fração do material combustível. Para reduzir a disponibilidade de material combustível, recomenda-se uma única queima controlada aos 4 anos de idade, tendo em vista que o ciclo de corte das árvores é entre 7 e 7,6 anos. Quanto a regeneração de material herbáceo, a utilização do fogo propicia maiores massas. Com o aumento do período pós-queima, ocorreu a inserção de novas espécies vegetais no sub-bosque, sendo que as da família Poaceae (gramíneas) representaram maior abundância.

Quando avaliamos as áreas onde foram aplicados retardantes de fogo, concluímos que não houve efeito dos retardantes nas suas diferentes concentrações e volumes de calda quanto a riqueza e abundância de espécies de vegetação herbácea regenerada, no entanto, as áreas com queima apresentaram maior riqueza, sendo o fogo o principal responsável por essa diferença.