

**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto
Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade- PIBIC/ICMBio**



Relatório final
(Ciclo 2021-2022)

**IMPACTO DO FOGO EM ÁREA FLORESTAL POLIESPECÍFICA NO SÍTIO
RAMSAR ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE TAIAMÃ.**

Nome da estudante de IC: Andressa Ketllen dos Santos Souza

Orientador(a): Daniel Luis Zanella Kantek

Coorientador(a): Nilo Leal Sander

Instituição do coorientador: UNEMAT

**Cáceres
Agosto/2022**

Resumo: Os incêndios são fatores importantes de perturbação aos ecossistemas florestais, com forte impacto sobre as condições bióticas e abióticas do ambiente. Como elemento de perturbação natural, é um componente essencial para o funcionamento de muitos ecossistemas. Desta maneira, o presente trabalho teve como objetivo avaliar áreas monitoradas em 2019/2020, de forma a estimar os impactos causados pelo incêndio florestal de 2020 em floresta poliespecífica no Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, unidade de conservação localizada no norte do bioma Pantanal. Para tal foram feitas medições de circunferência a altura do peito (CAP), maior do que dez centímetros, e altura total superior a três metros de cada indivíduo, em parcelas permanentes no estrato florestal poliespecífico de 1 hectare cada, nos anos de 2019 (com identificação de todos os indivíduos arbóreos) e 2021 (conferência e contabilização de mortalidade). Para entender as mudanças na composição entre os pontos amostrais e explorar características intragradientes e entre-gradientes, foi utilizada a análise de agrupamento (Cluster). Para comparar a similaridade de espécies entre as comunidades, realizou-se análises de similaridade (ANOSIM), além de índice de produção de biomassa e teor de carbono. Para o ponto um foram registrados 192 indivíduos apenas, distribuídos em 19 espécies e 13 famílias com perda de mais de 80% da caracterização de cobertura arbórea local se comparado ao inventário de espécies obtido em 2019, enquanto para o ponto dois foram contabilizados 170 indivíduos, albergando 15 espécies, distribuídas em 13 famílias, com 74% de perda da vegetação arbórea em relação a 2019. Foi possível observar pela perda de diversidade e abundância de espécies dispostas em ambos os gradientes, durante os diferentes anos analisados, alta descaracterização estrutural da comunidade. De modo geral em termos estruturais da comunidade não houve similaridade significativa, os agrupamentos obtidos em análise de Cluster revelam a diferenciação na composição dentre comunidades, com formação de grupos dispersos e esparsos, resultados que podem refletir nos efeitos de borda do fragmento florestal, e manutenção de suas características internas. As estimativas de biomassa e estoque de carbono obtidas apontam valores relativamente baixos em relação ao inventário realizado durante o ano de 2019, que podem estar relacionadas ao desenvolvimento da floresta secundária em relação ao impacto florestal e filtro ambiental disposto no ecossistema. Impactos de incêndio afetam diretamente a riqueza, abundância e diversidade, podendo influenciar na regeneração sazonal, estrutura da comunidade vegetal, faixa de proteção de curso de água e habitat de vários componentes da fauna silvestre. Surge então a importância da

especialização de profissionais em manejo integrado do fogo e constante manutenção da brigada de combate e prevenção de incêndios florestais das UC. Além disso, os resultados obtidos podem vir a servir como subsídio para a gestão de políticas públicas.

Palavras-chave: *Florística, fogo, regeneração vegetativa*

Abstract: Fires are important factors of disturbance to forest ecosystems, with a strong impact on the biotic and abiotic conditions of the environment. As an element of natural disturbance, it is an essential component for the functioning of many ecosystems. In this way, the present work aimed to evaluate areas monitored in 2019/2020, in order to estimate the impacts caused by the 2020 forest fire in polyspecific forest at the Ramsar Ecological Station of Taiamã Site, a conservation unit located in the north of the Pantanal biome. Measurements were made of circumference at breast height (CBH), greater than ten centimeters, and total height of more than three meters of each individual, in permanent plots in the polyspecific forest stratum of 1 hectare each, in the years 2019 and 2020, in addition to of mortality measurement. To understand changes in composition between sample points and explore intragradient and inter-gradient characteristics, cluster analysis was used. To compare species similarity between communities, similarity analyzes (ANOSIM) were performed, in addition to biomass production index and carbon content. For point one, only 192 individuals were recorded, distributed in 19 species and 13 families with a loss of more than 80% of the characterization of local tree cover compared to the species inventory obtained in 2019, while for point two, 170 individuals were counted. , housing 15 species, distributed in 13 families, with 74% loss of tree vegetation compared to 2019. It was possible to observe, through the loss of diversity and abundance of species arranged in both gradients, during the different years analyzed, a high structural mischaracterization of the community. In general, in terms of community structure, there was no significant similarity, the groupings obtained in Cluster analysis reveal the differentiation in the composition between communities, with the formation of dispersed and sparse groups, results that may reflect on the effects of the edge of the forest fragment, and maintenance of its internal characteristics. The biomass and carbon stock estimates obtained point to relatively low values in relation to the inventory carried out during 2019, which may be related to the development of secondary forest in relation to the

forest impact and environmental filter disposed in the ecosystem. Fire impacts directly affect richness, abundance and diversity, and may influence seasonal regeneration, plant community structure, watercourse protection range and habitat of various components of wild fauna. Then comes the importance of the specialization of professionals in integrated fire management and constant maintenance of the brigade to fight and prevent forest fires of the UCs. In addition, the results obtained may serve as a subsidy for the management of public policies.

Keywords: *Floristic, fire, vegetative regeneration*

3. Lista de Figuras, Quadros, Tabelas, Abreviaturas e Siglas, Símbolos.

- Figura 1.** Estação Ecológica de Taiamã, representada em uma ilha fluvial, entre os rios Paraguai e Bracinho, Pantanal mato-grossense, Brasil..... 3.
- Figura 2.** Mapa da Estação Ecológica de Taiamã. O local de amostragem P1 queimou em 2020 e P2 queimou em 2011 e 2020.....4.
- Figura 3.** Famílias botânicas, soma total mais representativas entre os pontos 1 e 2. Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal- MT, pós incêndio de 2011..... 6.
- Figura 4.** Famílias mais representativas Ponto 1 (a) e Ponto 2 (b). Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal- MT, pós incêndio de 2011..... 7.
- Figura 5.** Número de indivíduos das principais espécies amostradas no Macro-habitat de floresta Poliespecífica que não sofreu impacto do fogo (a) e área queimada (b), no Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, ano 2019.....7.
- Figura 6.** Valores de importância ecológica (VI) para as espécies encontradas nos gradientes de floresta poliespecífica queimadas (Burned) e não queimadas (Non burned) no Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, ano 2019.....8.
- Figura 7.** Curva de riqueza e rarefação de espécies entre os pontos amostrais 1 (Non.burned) e ponto 2 (Burned). No Sítio Ramsar unidade de conservação Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, ano 2019.....9.
- Figura 8.** Distribuição das parcelas estudadas em análise de NMDS (Nonmetric Multidimensional Scaling). Sítio Ramsar Estação Ecológica De Taiamã, Pantanal, Cáceres- MT, ano 2019.....9.
- Figura 9.** Famílias botânicas, soma total mais representativas entre os pontos 1 e 2. Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal- MT, ano 2020.....10.
- Figura 10.** Famílias mais representativas Burned 1 (a) e Burned 2 (b). Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal- MT, ano 2020.....11.
- Figura 11.** Número de indivíduos das principais espécies amostradas no Macro-habitat de floresta Poliespecífica que sofreu impacto do fogo pela 1ª vez- Burned 1 (a) e área

queimada que sofreu impacto do fogo pela 2ª vez- Burned 2 (b), no Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, ano 2020.....12.

Figura 12. Valores de importância ecológica (VI) para as espécies encontradas nos gradientes de floresta poliespecífica queimadas (Burned 1 e 2) no Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, ano 2020.....12.

Figura 13. Curva de riqueza e rarefação de espécies entre os pontos amostrais 1 (Non.burned) e ponto 2 (Burned). No Sítio Ramsar unidade de conservação Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, ano 2020.....13.

Figura 14. Análise de agrupamentos de Cluster entre os pontos amostrais 1 (ANQ- .Burned 1) e ponto 2 (AQ- Burned 2). No Sítio Ramsar unidade de conservação Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, ano 2020.....13.

Figura 15. Análise do índice de teor de biomassa (t), das espécies mais representativas entre os pontos amostrais correlacionados aos impactos do fogo durante estudo dos anos 2019 e 2021, no Sítio Ramsar unidade de conservação Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, análises realizadas durante o ano de 2019 e 2021.....13.

Quadro 1. Análise do índice de teor de biomassa entre os pontos amostrais correlacionados aos impactos do fogo após 2011 e 2020. No Sítio Ramsar unidade de conservação Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, pós incêndios ocorridos no ano de 2011 e 2020.....14.

4. Sumário

5. Introdução	1.
6. Objetivos	2.
6.1. Gerais	2.
6.2. Específicos	2.
7. Materiais e Métodos	2.
7.1. Área amostral.....	2.
7.2. Metodologia	5.
7.3. Análise de dados	5.
8. Resultados	5.
8.1. Levantamento da composição florística e fitossociologia pós incêndio de 2011.....	6.
8.2. Similaridade da composição florística pós incêndio de 2011.....	9.
8.3. Levantamento da composição florística e fitossociologia pós incêndio de 2020....	10.
8.4. Similaridade da composição florística pós incêndio de 2020.....	13.
8.5. Índice de biomassa e teor de carbono.....	14.
9. Discussão e conclusões	15.
10. Recomendações para o manejo	17.
11. Agradecimentos	17.

5. Introdução

Os incêndios são um importante fator de perturbação aos ecossistemas florestais e de forte impacto sobre as condições bióticas e abióticas. Como um elemento de perturbação natural, é um componente essencial para o funcionamento de muitos ecossistemas. Entretanto, nas últimas décadas ocorreu um aumento significativo nas ocorrências no mundo todo, de forma a criar um desequilíbrio entre os episódios de fogo e a recuperação do ecossistema, o que leva a fragmentação da paisagem e sua degradação (ADÁMEK *et al.*, 2015). Ainda sobre os impactos, a ocorrência de incêndios é uma das ameaças contínuas aos objetivos das Unidades de Conservação (UCs) (KOPROSKI *et al.*, 2011), áreas especialmente protegidas destinadas principalmente à manutenção da biodiversidade em áreas naturais remanescentes (MARCUIZZO *et al.*, 2015).

Os impactos ambientais resultantes de incêndios florestais nas áreas de conservação têm sua magnitude variada de acordo com as condições ambientais e climáticas presentes no ecossistema, sendo que estas condições determinam as proporções das perdas significativas da biodiversidade e qualidade de recursos naturais, descaracterização da paisagem, emissão de CO₂, interrupção de processos biológicos entre outros efeitos (COCHRANE, 2000; KOPROSKI, 2009). Diante da importância das unidades de conservação na proteção, conservação e preservação de ecossistemas e sua biodiversidade, é importante que se identifiquem os impactos ambientais causados pelo fogo nos diferentes meios, de forma sistêmica e holística (CAMARGOS, 2010). Assim sendo, é fundamental que as pesquisas tenham prosseguimento para auxiliar na criação de políticas públicas regionais.

A Estação Ecológica de Taiamã (EET), unidade de conservação localizada no bioma Pantanal, contrata anualmente, no segundo semestre (período seco), uma brigada de prevenção e combate a incêndios florestais, visto que a principal ameaça à cobertura vegetal arbórea da UC é o fogo. Quando ocorrem incêndios florestais, muitas árvores queimam e morrem na EET, sendo que a reposição destas é lenta devido ao *stress* hídrico característica da região da UC. O citado *stress* age de tal forma na Estação que somente as regiões com dados altimétricos mais elevados possuem vegetação, porém mesmo estas regiões ficam alagadas durante o auge da cheia do rio Paraguai (BRASIL, 2017). As queimadas no bioma Pantanal ocorrem preferencialmente no período seco, uma vez que no período chuvoso grande parte d

com Miranda e Sato (2005), as queimadas durante a época seca resultam em mudanças bem mais significativas na estrutura e composição florística da vegetação do que as queimadas ocorridas na época chuvosa.

Em uma análise realizada através do programa de bolsas de iniciação científica PIBIC/ICMBio 2019/2020, o qual comparou áreas queimadas e não queimadas por um incêndio em 2011 na EET, foi identificado que houve perda significativa de diversidade e alteração na composição de espécies na área queimada, indicando claramente que o fogo afeta profundamente a comunidade florestal da região, e que mesmo após 8 anos da passagem do incêndio o impacto ainda é perceptível.

No segundo semestre do ano de 2020 a área queimada por incêndios no Pantanal foi muito maior que em anos anteriores, sendo que a porção mato grossense do bioma teve 42% de sua área queimada (LIBONATI et al., 2021), e 34% da EET foi afetada diretamente pelo fogo (Figura 2). Os locais amostrados no estudo PIBIC/ICMBio citado também queimaram.

6. Objetivos

GERAL

- Avaliar áreas monitoradas em 2019/2020, de forma a estimar os impactos causados pelo incêndio florestal em floresta poliespecífica no Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã.

ESPECÍFICO

- Comparar os efeitos do fogo entre os diferentes cenários de monitoramento, avaliando os impactos do fogo a longo e curto intervalo de ocorrência.
- Mensurar parâmetros de composição, abundância e diversidade de espécies e o grau de tolerância ao fogo.
- Analisar a produção de biomassa e teor de carbono produzido após ocorrência de incêndio.

7. Material e Métodos

7.1. ÁREA AMOSTRAL

O Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã (EET), localizado no município de Cáceres-MT, entre os meridianos W 57° 24' e W 45° 40' e paralelos S 16° 48' e S 16°

58', é uma Unidade de Conservação (UC) de proteção integral. Estabelecida na bacia do alto rio Paraguai, abrange uma área de 11.555 ha do Pantanal mato-grossense posicionada entre os rios Paraguai e Bracinho (Brasil, 2000) (figura 1). Classifica-se como Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, situada na depressão pantaneira com macrohabitats constituídos por: campo de batume que ocupa 48% da ilha, campos inundados com 24%, floresta monoespecífica com 16%, florestas poliespecíficas com 8% da área e os lagos com uma ocupação de 4% (FROTA et al, 2017).

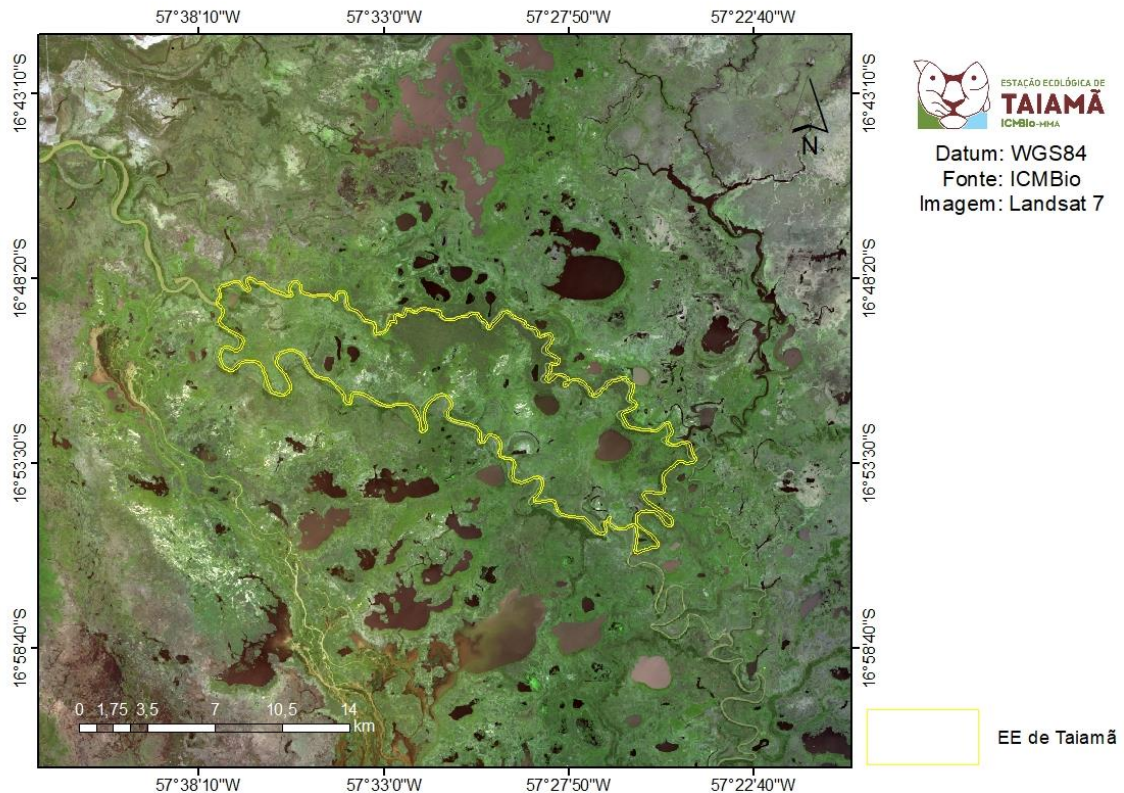


Figura 1. Estação Ecológica de Taiamã, representada em uma ilha fluvial, entre os rios Paraguai e Bracinho, Pantanal mato-grossense, Brasil.

7.2. METODOLOGIA

Durante levantamento realizado no ano de 2019, em comprometimento ao edital PIBIC/ICMBio ciclo 2019/2020 realizado na Estação Ecológica de Taiamã em parceria com o projeto PELD Dinâmicas Ecológicas na Planície de Inundação do Alto Paraguai, foram definidas 2 parcelas permanentes de 1 hectare cada, sendo que uma destas queimada durante o ano de 2011 e outra não queimada (figura 2). Em cada parcela numeramos, georreferenciamos, identificamos preliminarmente e medimos a altura e circunferência (CAP) de todos os indivíduos.

No ano de 2021 foram realizadas incursões de campo, nas quais foram realizados novos levantamentos, cujas medidas de circunferência, altura e número de mortalidade dentre os indivíduos de ambos os gradientes foram aferidos e contabilizados, com o intuito de fazer o inventário das parcelas permanentes novamente, identificando o efeito direto dos incêndios (2011 e 2020) na estrutura e composição da comunidade arbórea. Foram feitas comparações em diferentes cenários, em local queimado em dois momentos (2011 e 2020), apenas um momento (2011 ou 2020), observando a regeneração distintas, entre intervalos de 8 anos e 1 ano, pelos diferentes períodos de amostragens.

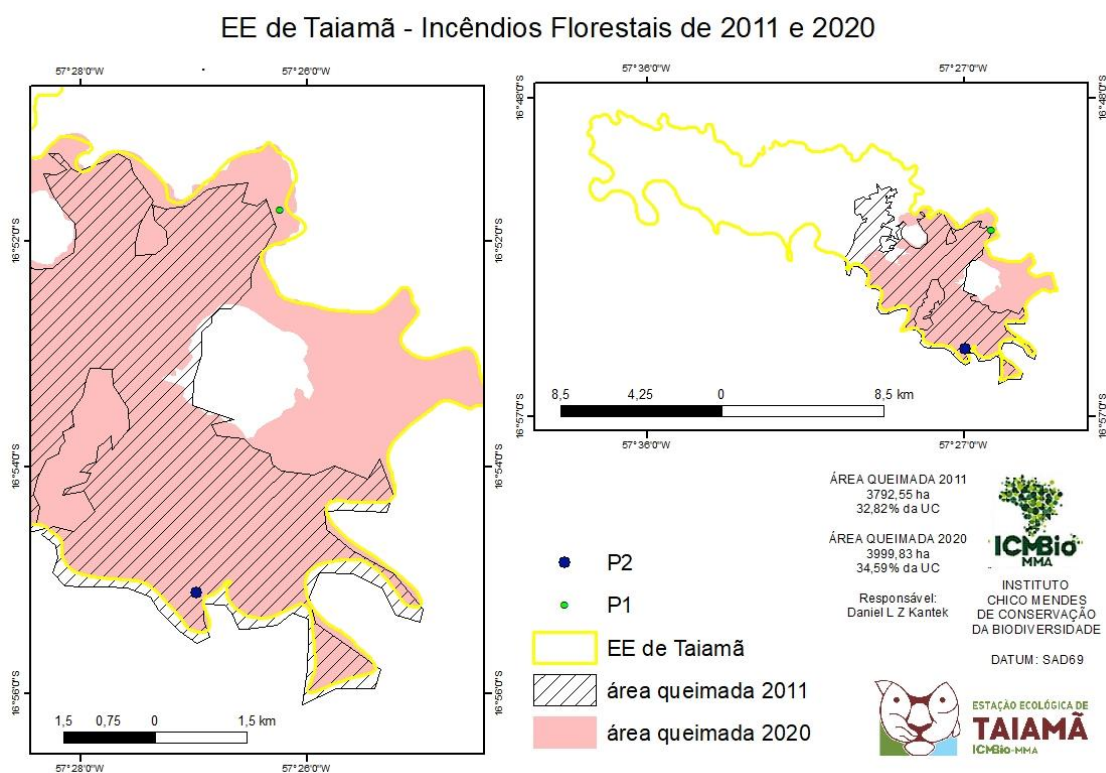


Figura 2 – Mapa da Estação Ecológica de Taiamã. O local de amostragem P1 queimou em 2020 e P2 queimou em 2011 e 2020.

Os módulos instalados seguiram a metodologia utilizada pelo projeto DARP-Pantanal, que é adaptada ao PPBio (Programa de Pesquisa em Biodiversidade) estilo RAPELD (Avaliações Rápidas e Pesquisas de Longa Duração) (MAGNUSSON et al., 2005), contendo parcela de 250x40m, subdivididos em 5 parcelas de 50x40, instalados perpendicularmente ao longo do rio, com aferição de circunferência (CAP) maior do que dez centímetros e altura total (superior ou igual a três metros). A medição do (CAP) é feita com utilização de fita métrica e a altura estimada visualmente.

Além disso foi realizada uma avaliação referente a estimativa de biomassa e teor de carbono, tendo em vista que o presente estudo foi realizado em uma área de preservação integral, onde não foi possível o abate dos indivíduos arbóreos para determinação da biomassa. Assim sendo, foi utilizado o método indireto para avaliação da biomassa e teor de carbono, por meio da equação alométrica (SANQUETTA et al., 2018).

7.3. ANÁLISE DE DADOS

Os estudos relacionados a fitossociologia foram avaliados com base nos seguintes parâmetros: densidade absoluta (DA); densidade relativa (DR); frequência absoluta (FA); frequência relativa (FR); dominância absoluta (DoA); dominância relativa (DoR); índice de valor de importância (VI). A estimativa de importância ecológica entre as famílias e espécies do ecossistema em questão foi realizada a partir do índice de valor de importância.

A análise de diversidade florística foi avaliada do montante entre riqueza de espécies (adquirida por meio da razão entre as variáveis de espécies em decorrência do tamanho da parcela amostral) e diversidade de Shannon, interpretada a medida em que as probabilidades de pertencimento de determinada espécie correlacione-se ao índice total de indivíduos/por área (MAGURRAN, 1988).

Para entender e avaliar as mudanças na composição provocadas pelas queimadas, realizaremos uma análise de escalonamento multidimensional não-métrica (NMDS) com base na medida de Bray-Curtis "ajustada a zero" (CLARKE et al., 2005). Para comparar a similaridade de espécies entre as comunidades, realizaremos análises de similaridade (ANOSIM) entre tipos de fogo (CLARKE, 1993). Todas as análises serão realizadas em interface R, usando os pacotes Vegan e ggplot2.

Para avaliação estimativa de biomassa e teor de carbono foi utilizada uma fórmula alométrica ($\log Biomassa\ Total\ Seca = -0,717903255 + 0,940214879 * \log DAP + 1,345432588 * \log HT * 1,109844005$). A partir desta fórmula é possível obter o valor em kg de biomassa acima do solo nos estandes (queimado e não queimado) e nos diferentes anos de avaliação. Esses valores serão interpretados e os resultados expressos para área total amostrada, por espécies e por família botânica para cada ano de estudo, assim como o incremento de carbono do período de avaliação.

Para conversão dos valores de biomassa (ton) em carbono (ton) foi utilizado o fator 41,2%, encontrado por Vieira *et al.* (2009), através de determinação direta pelo método de combustão. Logo, pela multiplicação do valor da biomassa estimado de cada

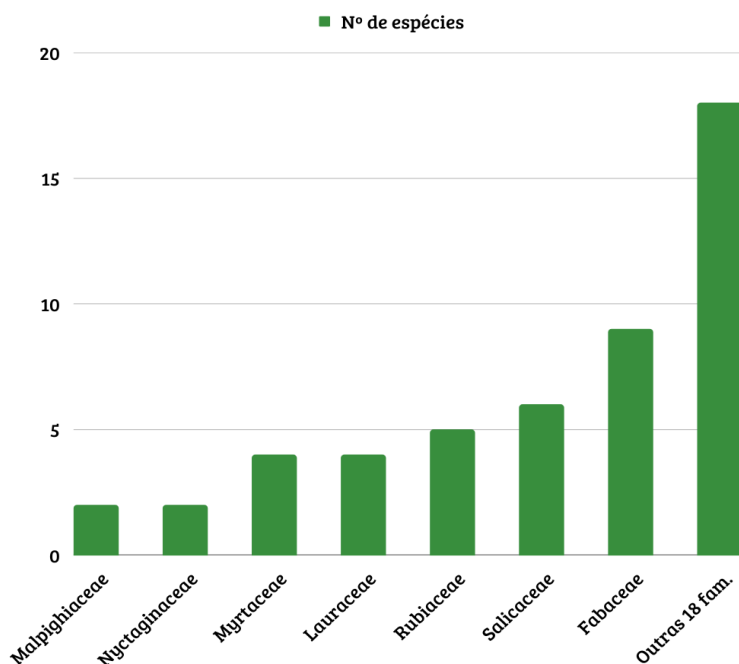
indivíduo pelo fator, pode-se estimar o estoque de carbono por espécie e para a área total. Com estes valores de carbono por espécie e área, foi possível efetuar a estimativa econômica do estoque de carbono, avaliando assim o impacto direto dos incêndios.

8. Resultados

8.1. LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA ANO DE 2019.

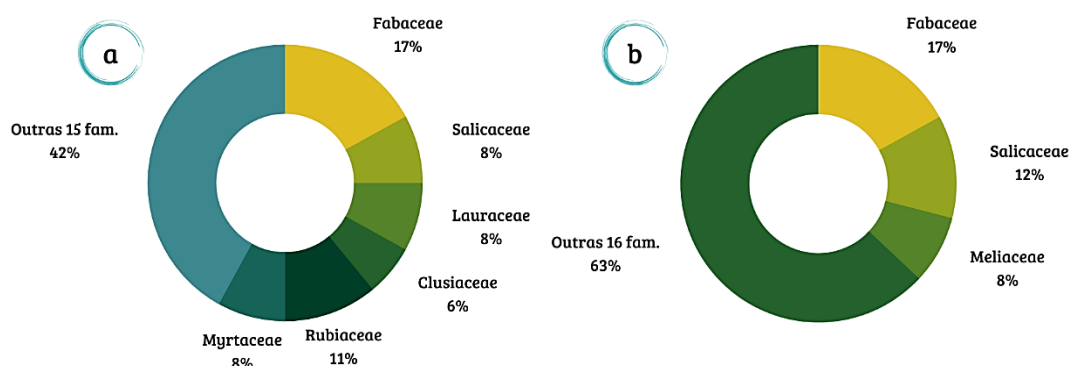
No total, a análise efetuada durante o ano de 2019 referentes aos impactos do fogo ocorrido em 2011 na UC apresentou cerca de 57 espécies de plantas arbóreas, distribuídas em 48 gêneros e 25 famílias botânicas, com destaque para as famílias Fabaceae, Salicaceae, Rubiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Nyctaginaceae e Malpighiaceae, devido ao número expressivo de espécies (Figura 3).

Figura 3- Famílias botânicas, soma total mais representativas entre os pontos 1 e 2. Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal- MT, ano de 2019.



As famílias mais representativas em 2019 para o ponto (*Non burned*), área não impactada pelo fogo foram: Fabaceae, Salicaceae e Meliaceae. Para o ponto dois (*Burned*), área com incidência de incêndio, obteve-se destaque para as famílias Fabaceae, seguida de Rubiaceae, Salicaceae, Lauraceae, Myrtaceae e Clusiaceae (Figura 4).

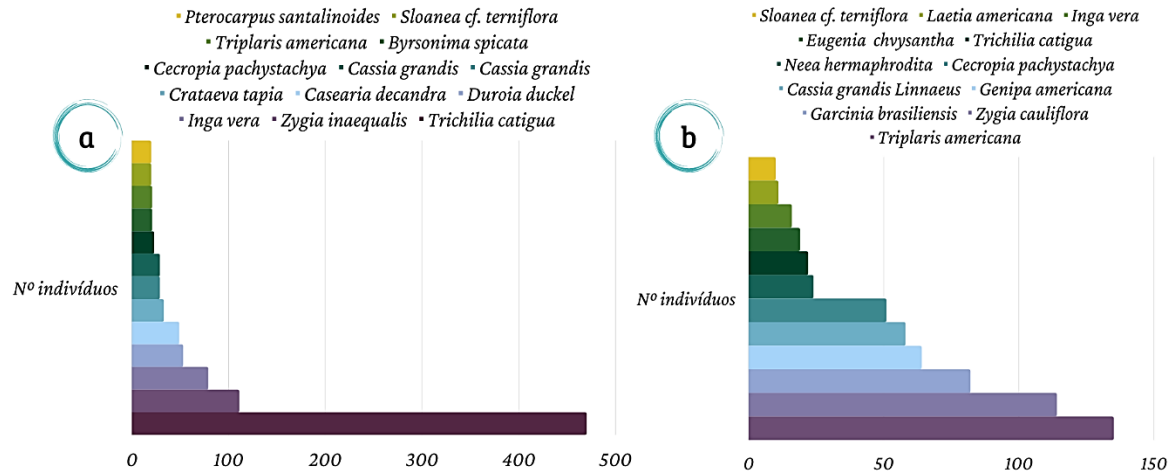
Figura 4- Famílias mais representativas Ponto 1 (a) e Ponto 2 (b). Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal- MT, ano de 2019.



Algumas espécies se destacaram dentre as áreas pelo expressivo número de indivíduos. As espécies mais abundantes para o ponto um (*Non Burned*) foram: *Trichilia catigua* A.Juss, *Zygia inaequalis* (Willd.) Pittier, *Inga vera* Willd, *Duroia duckel* Huber, *Casearia decandra* Jacq, *Crataeva tapia* L, *Cassia grandis* L.f, *Cecropia pachystachya* Trécul, *Byrsonima spicata* (Cav.) DC, *Triplaris americana* L, *Sloanea cf. terniflora* (DC.) Standl, *Pterocarpus santalinoides* L'Hér. ex DC, representando 87% da riqueza de espécies presente na parcela.

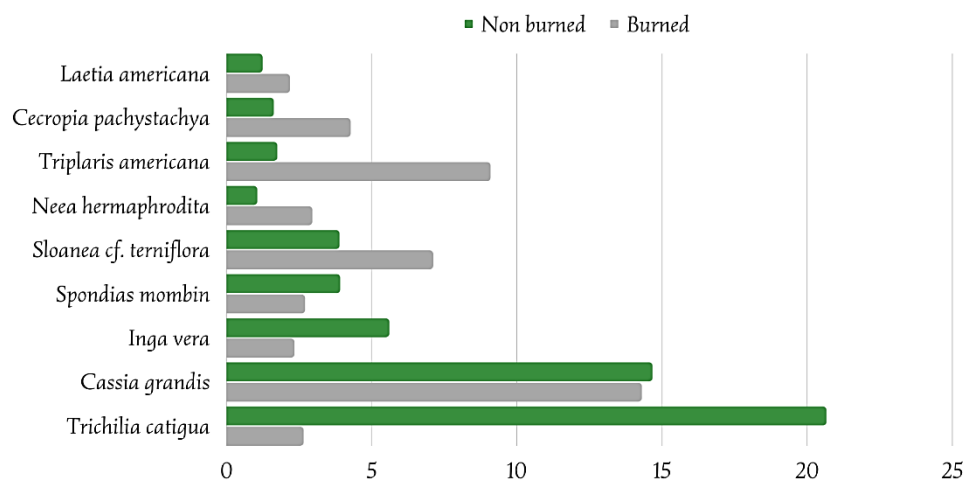
Para o ponto dois (*Burned*) foram respectivamente as espécies: *T. americana*, *Zygia cauliflora* (Willd.) Killip., *Garcinia brasiliensis* Mart., *Genipa americana* L., *C. grandis*, representando 91% da riqueza total de espécies presentes na parcela. Algumas espécies presentes na composição foram encontradas em ambas as áreas (Figura 5). O total de indivíduos amostrados no ponto um e dois foram 1068 e 671, respectivamente.

Figura 5- Número de indivíduos das principais espécies amostradas no Macro-habitat de floresta Poliespecífica que não sofreu impacto do fogo (a) e área queimada (b), no Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, ano de 2019.



As espécies com maior índice de valor de importância para o ponto um (*Non Burned*) foram: *T. catigua*, *C. grandis*, *Z. inaequalis*, *I. vera*, *Spondias mombin* L., *S. terniflora* (DC.) Standl, *D. duckel*, *C. decandra*, *Albizia polycephala* (Benth.) Killip ex Record, *Crataeva tapia*, *P. santalinoide*, *Ficus cf. trigona*, *T. catigua*, representando 71% do valor total (VI) dentre as espécies presentes na parcela. Para o ponto dois foram respectivamente: *C. grandis*, *Z. cauliflora*, *G. americana*, *T. Americana.*, *S. cf. terniflora*, *G. brasiliensis*, *C. pachystachya*, *C. E. chrysantha*, *Neea hermafrodita*, *S. mombin*, *T. catigua*, representando 76% do valor total (VI) dentre as espécies presentes na parcela (Figura 6).

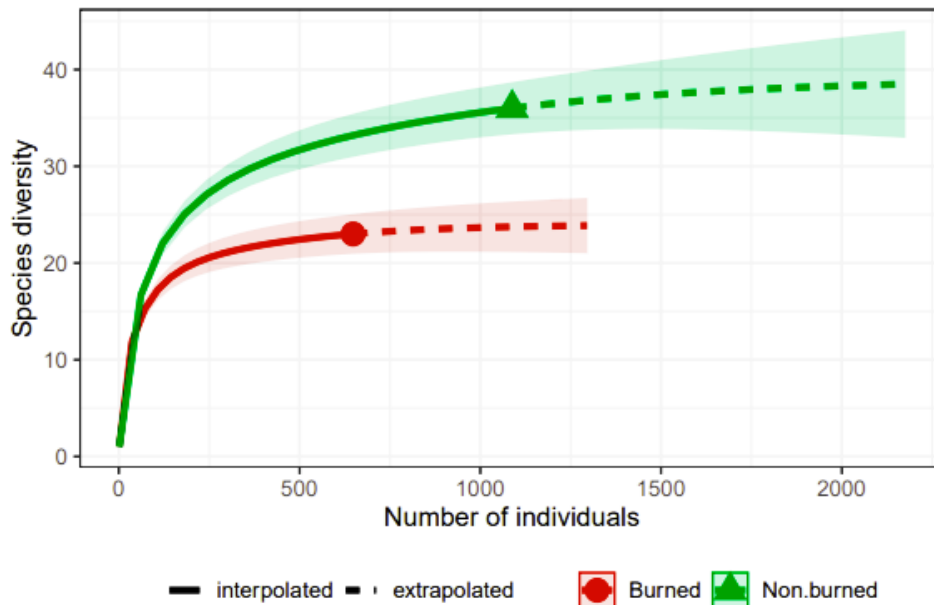
Figura 6- Valores de importância ecológica (VI) para as espécies encontradas nos gradientes de floresta poliespecífica queimadas (*Burned*) e não queimadas (*Non burned*) no Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, ano de 2019.



8.2. SIMILARIDADE DA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA ANO DE 2019.

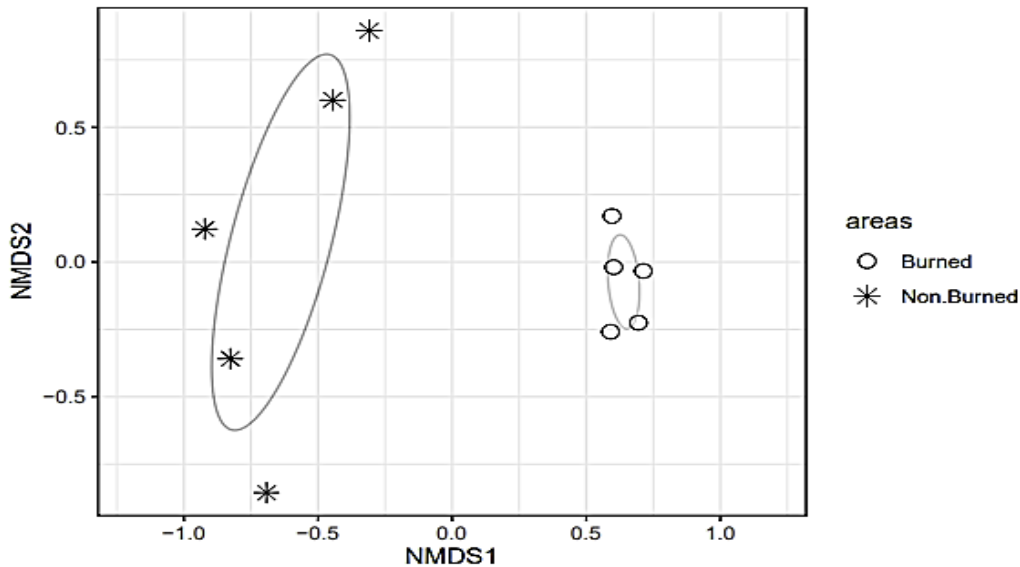
A partir do método estimador não métrico Chao 1, a diversidade da comunidade arbórea do ponto um (*Non burned*) observada foi de 35 espécies, com um total de 1068 indivíduos, para o ponto dois (*Burned*) foi de 22 sp. identificadas e 671 indivíduos arbóreos, análise incorporada dentro da faixa aceitável de representatividade para os ambientes (Figura 7).

Figura 7- Curva de riqueza e rarefação de espécies entre os pontos amostrais 1 (Non.burned) e ponto 2 (Burned). No Sítio Ramsar unidade de conservação Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, ano de 2019.



Em comparação direta (entre sites) durante análise de escala multidimensional não métrica, houve a formação de dois agrupamentos representando o ponto um (*Non burned*) e ponto dois (*Burned*). Não houve aspectos significativos de semelhança entre gradientes, sendo que as similaridades residem em aspectos estruturais das comunidades entre subparcelas de cada área analisada (Figura 8).

Figura- 8. Distribuição das parcelas estudadas em análise de NMDS (Nonmetric Multidimensional Scaling). Sítio Ramsar Estação Ecológica De Taiamã, Pantanal, Cáceres- MT, ano de 2019.

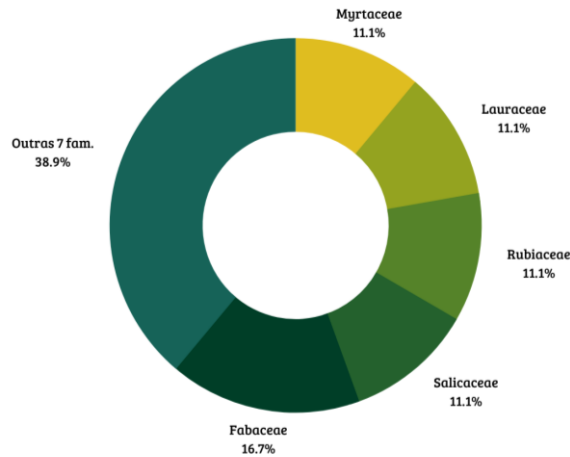


Em comparação a valores estruturais de abundância, densidade relativa, dominância relativa e índice de valor de importância, e com base nos valores fitossociológicos das comunidades, espécies como *Duroia duckel* Huber e *Casearia decandra* Jacq, apresentaram similaridade para o ponto um (*Non burned*), enquanto para o ponto dois (*Burned*) as espécies mais semelhantes entre si foram respectivamente, *Triplaris americana* L, *Garcinia brasiliensis* Mart e *Zygia cauliflora* (Willd.) Killip e *Genipa americana* L.

8.3. LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA ANO DE 2021.

No total, a análise efetuada durante o retorno e acompanhamento das parcelas e indivíduos pós-fogo, atividade desenvolvida no ciclo 2021/2022 na UC, foram registradas 25 espécies, distribuídas 24 em gêneros e 12 famílias botânicas, com destaque para as famílias Fabaceae, Salicaceae, Rubiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, devido ao número de espécies representativas (Figura 9).

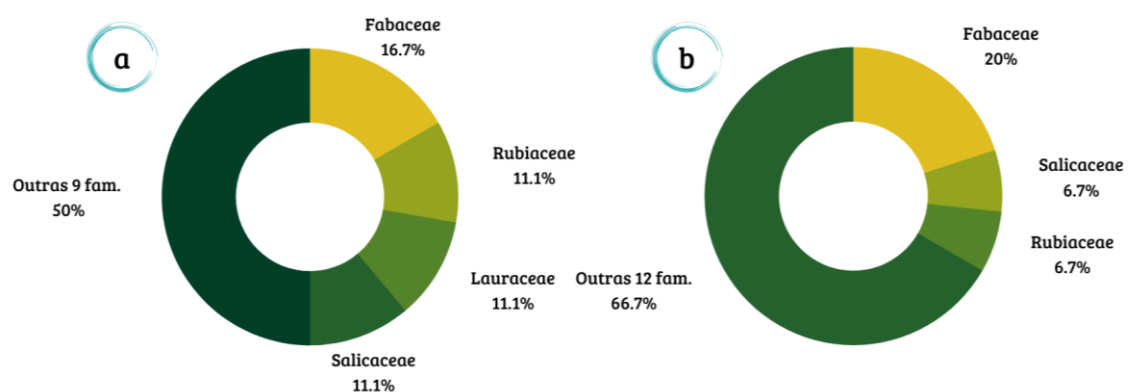
Figura 9- Famílias botânicas, soma total mais representativas entre os pontos 1 e 2. Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal- MT, pós incêndio de 2020.



Para o ponto um, área com o primeiro histórico de impacto com fogo, ocorrido em 2020, foram registrados 192 indivíduos apenas, distribuídos em 19 espécies e 13 famílias, com destaque para as famílias Fabaceae, Meliaceae, Elaeocarpaceae, Capparaceae, Sapotaceae, Polygonaceae, com perda de mais de 80% da caracterização de cobertura arbórea local em relação a riqueza e diversidade de espécies presenciado no ano de 2019.

Para o ponto dois foram contabilizados 170 indivíduos, albergado 15 espécies, distribuídas em 13 famílias, em destaque a família Fabaceae (Figura 10), no ambiente ocorreu cerca de 74% de perda da vegetação arbórea em relação ao ano de 2019.

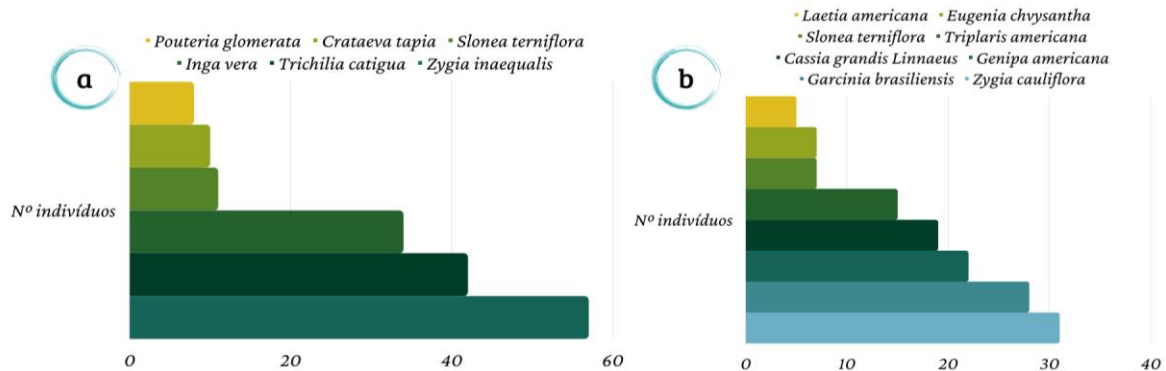
Figura 10- Famílias mais representativas Burned 1 (a) e Burned 2 (b). Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal- MT pós incêndio de 2020.



As espécies mais abundantes para o ponto um (*Burned 1*) foram: *Trichilia catigua* A.Juss, *Zygia inaequalis* (Willd.) Pittier, *Inga vera* Willd, *Crataeva tapia* L e *Sloanea cf. terniflora* (DC.), representando 77% da riqueza de espécies presente na parcela. Para o ponto dois (*Burned 2*) foram respectivamente as espécies: *Zygia*

cauliflora (Willd.) Killip., *Garcinia brasiliensis* Mart., *Genipa americana* L., *C. grandis* e *T. americana*, representando 70% da riqueza total de espécies presentes na parcela (Figura 11). O total de indivíduos amostrados no ponto um e dois foram 192 e 170, respectivamente.

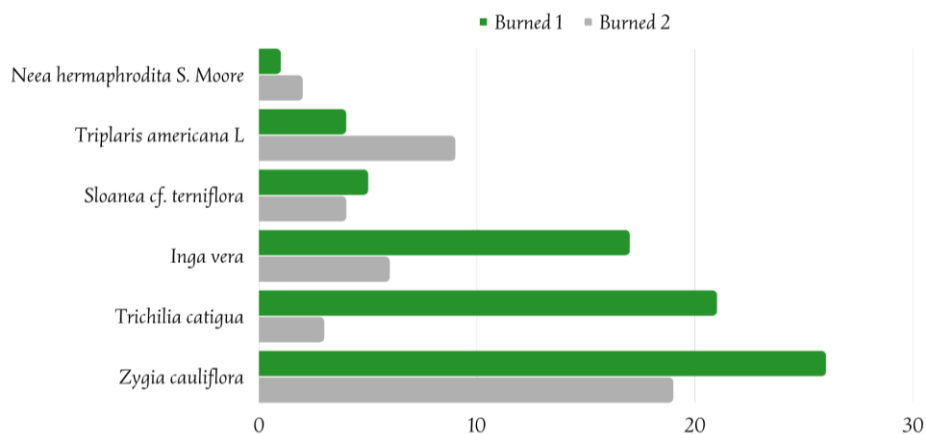
Figura 11- Número de indivíduos das principais espécies amostradas no Macro-habitat de floresta Poliespecífica que sofreu impacto do fogo pela 1ª vez- Burned 1 (a) e área queimada que sofreu impacto do fogo pela 2ª vez- Burned 2 (b), no Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, pós incêndio de 2020.



As espécies com maior índice de valor de importância para o ponto um (*Burned 1*) foram: *Z. inaequalis*, *T. catigua*, *I. vera*, *S. terniflora* (DC.) Standl e *Crataeva tapia*, representando 77% do valor total (VI) dentre as espécies presentes na parcela.

Para o ponto dois foram respectivamente: *Z. cauliflora*, *G. brasiliensis*, *G. americana*, *C. grandis*, *T. americana*., representando 71% do valor total (VI) dentre as espécies presentes na parcela (Figura 12).

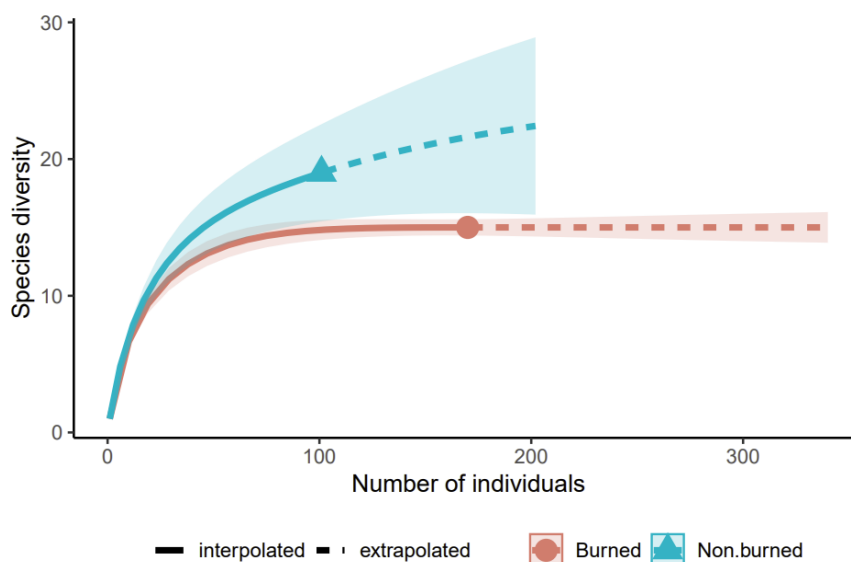
Figura 12- Valores de importância ecológica (VI) para as espécies encontradas nos gradientes de floresta poliespecífica queimadas (Burned 1 e 2) no Sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, pós incêndio de 2020.



8.4. SIMILARIDADE DA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA ANO DE 2021.

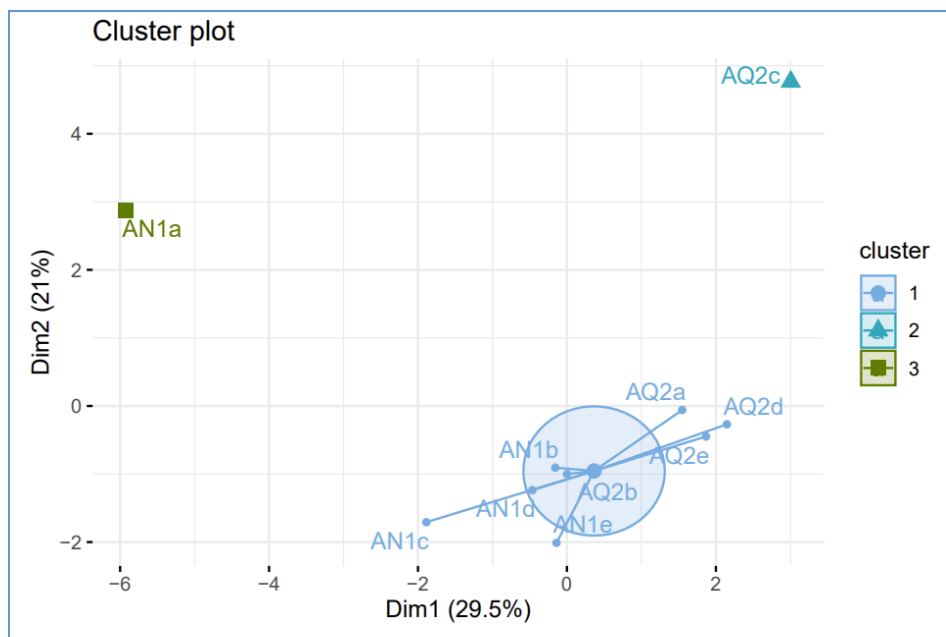
A partir do método estimador não métrico Chao 1, a diversidade da comunidade arbórea do ponto um que não obteve impacto do fogo pela segunda vez (*Non burned*) observada foi de 19 espécies, com um total de 192 indivíduos. Para o ponto que sofreu impacto pela segunda vez consecutiva (*Burned*) a diversidade foi de 15 sp. identificadas e 170 indivíduos arbóreos, análise incorporada com baixa representatividade para o ambiente 1, em relação a (Figura 13).

Figura 13- Curva de riqueza e rarefação de espécies entre os pontos amostrais 1 (Non.burned) e ponto 2 (Burned). No Sítio Ramsar unidade de conservação Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, pós incêndio de 2020.



Em comparação direta (entre sites) durante análise de Cluster, Não houve aspectos significativos de semelhança entre gradientes, sendo que as similaridades residem em aspectos estruturais das comunidades entre subparcelas de cada área analisada (Figura 14).

Figura 14- Análise de agrupamentos de Cluster entre os pontos amostrais 1 (ANQ- .Burned 1) e ponto 2 (AQ- Burned 2). No Sítio Ramsar unidade de conservação Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, pós incêndio de 2020.



Com base na composição das comunidades, algumas subparcelas apresentaram parâmetros comparativos mais divergentes como é o exemplo da AN1a e AQ2c respectivamente.

8.5. ÍNDICE DE BIOMASSA E TEOR DE CARBONO

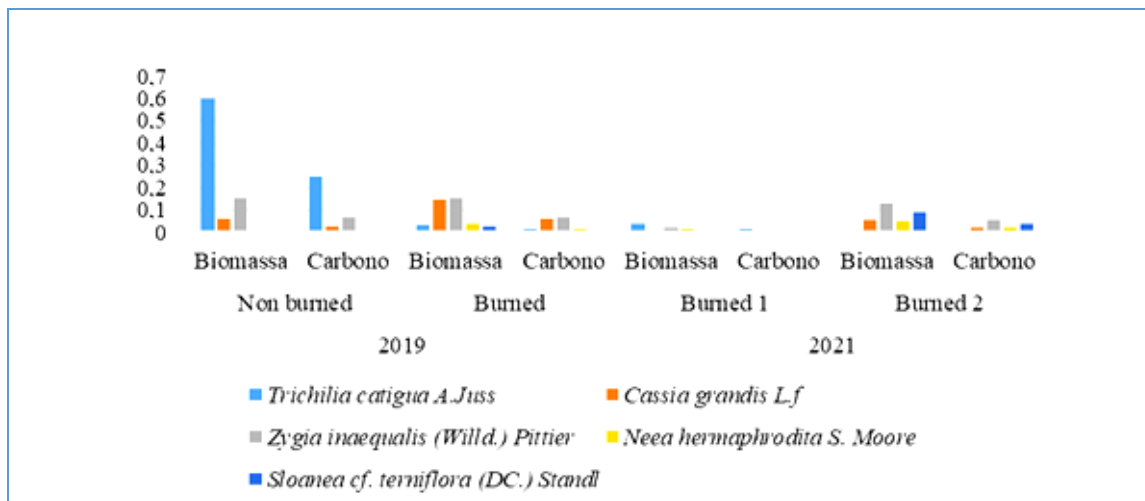
Em vista de se tratar de uma formação florestal poliespecífica heterogênea, o índice de teor de biomassa apresentou variação de um gradiente para outro, fator resultante da composição das comunidades arbóreas e área atingida pelo fogo (Quadro 1).

Quadro1. Análise do índice de teor de biomassa entre os pontos amostrais correlacionados aos impactos do fogo nos estudos realizados em 2019 e 2021, no Sítio Ramsar unidade de conservação Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT.

Índices		Non burned	Burned	Burned 1	Burned 2
		2019	2019	2021	2021
Biomassa	Total	1,43	1,28	0,159	0,270
	(ton/ha)				
Carbono total	(ton/ha)	0,620	0,432	0,067	0,113

Algumas famílias apresentaram maiores contribuições no índice de biomassa e teor de carbono, a exemplo delas, Meliaceae, Fabaceae, Nyctaginaceae, e Elaeocarpaceae, dentre as espécies se destacam *T. Catigua*, *Z. inaequalis*, *S. terniflora*, *C. grandis*, *N. hermafrodita* (Figura 15).

Figura 15- Análise do índice de teor de biomassa (t), das espécies mais representativas entre os pontos amostrais correlacionados aos impactos do fogo durante estudo dos anos 2019 e 2021, no Sítio Ramsar unidade de conservação Estação Ecológica de Taiamã, Pantanal-MT, análises realizadas durante o ano de 2019 e 2021.



9. Discussão e Conclusões

A perda da cobertura vegetal arbórea por incêndios florestais classifica-se como uma das principais ameaças a conservação enfrentada pela EET. A queima e consequente redução da diversidade florestal se faz presente nas regiões mais altas, dificultando o processo de germinação de novas plântulas. Quando associado ao estresse hídrico que ocorre anualmente na unidade, a dificuldade de reflorestamento se torna ainda maior (BRASIL, 2017).

O total de 35 espécies para as comunidades arbóreas da área Non burned, em termos de representatividade e riqueza de espécies obtidos pós incêndio de 2011 se assemelha ao estudo de Martins (2020), no qual avalia o efeito da inundação em floresta poliespecífica desenvolvido na mesma UC, registrando 34 espécies em uma área de 1,6 ha. Em relação ao esforço amostral necessário para representatividade dos ambientes, foi observada a estabilização nas curvas de rarefação, sugerindo que a área abrangida em um hectare por gradiente de estudo foi suficiente para retratar a riqueza e diversidade dentre as comunidades estudadas.

As diferenças na abundância das comunidades arbóreas e na composição de espécies, entre os locais de amostragem, em seguimentos impactados durante os anos de 2011 e 2020 pela queimada, devem-se, provavelmente, ao efeito do fogo, e o seu número de ocorrências, em um curto espaço de tempo. A dissimilaridade na

composição, de 2019, e posterior 2020 entre os gradientes estudados, demonstra ritmo consideravelmente lento no processo sucessional e pouca resiliência da floresta quanto ao estresse ambiental sofrido.

Em estudo realizado por Arruda et al. (2016), as variações na estrutura de comunidade de extratos de matas ciliares e alagáveis de modo geral devem-se não somente levar em consideração o impacto do incêndio, mas também as variáveis relacionadas a inundação, atuando juntas na regeneração.

O levantamento de dados realizados após incêndio de 2011 e consecutivamente 2020 apresentou índices negativos até o presente momento, com alta perda de diversidade em ambos os gradientes. Isso revela que os impactos do fogo em áreas úmidas são devastadores na alteração da paisagem.

Uma vasta diferença pode ser notada nos gradientes, quanto ao intervalo de tempo entre ocorrências em termos de riqueza e abundância de espécies. Indivíduos como *T. americana* Weed., *Z. cauliflora* (Willd.) Killip., *G. brasiliensis* Mart., *G. americana* L., *C. grandis* mantiveram-se presentes em ambas as áreas. Estas são aquelas que, possivelmente, foram as menos afetadas negativamente pelo filtro ambiental, entre inundação e incêndio, em comparação com as demais espécies presentes neste estudo.

Para a área atingida pela segunda vez ao longo de 10 anos (ponto 2) pode-se constatar que durante o ano de 2019 antes do segundo contato com o impacto do fogo apresentou alta fração em teor de biomassa em comparação ao segundo impacto consecutivo, o que evidencia que a composição em minoria pode ser resiliente, todavia sua permanência no ambiente associa-se também ao número de ocorrências e seus intervalos de tempo. A contribuição efetiva das espécies *T. catigua* A.Juss, *Z. inaequalis* (Willd.) Pittier, *C. tapia* L e *S. terniflora* (DC.) em relação às demais é devido às mesmas possuírem os maiores IVI (Índice de Valor de Importância).

Trabalhando com espécies arbóreas da Floresta Atlântica, Shimamoto (2012), apresenta a diferença entre grupos ecológicos em relação ao crescimento em circunferência e ao acúmulo de biomassa, na qual em espécies não pioneiras apresentam quase o dobro da biomassa média encontrada nas espécies pioneiras.

O estágio clímax de sucessão ecológica, onde há predomínio de espécies arbóreas pertencentes aos grupos ecológicos secundárias e climáticas, apresentou-se significativamente reduzida. Após a avaliação do impacto do fogo em 2020, espécies a exemplo da *C. pachystachya* Trécul e *Triplaris americana* L, apresentaram-se com

baixa abundância, e consecutivamente pouca contribuição quanto ao índice de valor de importância, sugerindo que a resistência e resiliência dessas espécies pioneiras sejam reduzidas.

Durante as avaliações de dissimilaridade e similaridade com base nas análises NMDS e agrupamentos de Cluster entre áreas e entre espécies, para os estudos desenvolvidos durante os anos de 2019 e 2021, se mostraram bem distintos em sua composição, distribuição e densidade por indivíduos entre sites (parcelas), algumas semelhanças coexistem ao analisar a distribuição espacial das subparcelas existentes nos gradientes, em relação aos anos abordados, a semelhança reside na composição de espécies. Essas espécies se assemelham em números de indivíduos, densidade relativa, dominância relativa e conseqüentemente no índice de valor de importância.

Em sistemas florestais, a quantidade de carbono estocada na biomassa acima do solo, são variáveis que se correlacionam com a composição de espécies, sua abundância, condições edafoclimáticas, região fitoecológica e ao estágio sucessional em que o estrato florestal se situa. Os resultados evidenciam dadas as proporções do impacto do fogo para a área estudada, que as formações naturais em termos de biodiversidade foram as mais impactadas pelos incêndios florestais. A quantidade de produção estimada correlaciona-se aos fatores de condições ambientais em função da queima, e as espécies nos gradientes que obtiveram maiores índices de biomassa podem ter tido um papel crucial na intensidade dos impactos, visto a queda acentuada dos índices pós fogo na UC.

Os dados de ocorrência de incêndios florestais, no município de Poconé e proximidades a UC no ano de 2020, apresenta a magnitude espacial de cerca de 22% da área total atingida pelo fogo no Estado de Mato Grosso, que além da descaracterização de macrohabitats, também resultou na mortalidade da fauna, devida as condições ambientais e impossibilidade de evasão de animais nos locais atingidos. Associado as comunidades de vertebrados, o impacto resultou em cerca de 1.710 indivíduos afetados por km² (pelo menos 65 milhões de vertebrados nativos) e mais de 4 bilhões de invertebrados a cada 38.000 km² (TOMAS *et al.*, 2020; TOMAS *et al.*, 2021).

Estudos como este podem fornecer suporte para programas de conservação de florestas naturais e de restauração de áreas degradadas que visem promover um aumento

do estoque de carbono no local e a comercialização de créditos de carbono florestal pela redução de emissões por desmatamento e degradação das florestas naturais.

9. Recomendações para o manejo

Os dados e informações levantados nesta pesquisa são essenciais para que possamos compreender o potencial dos impactos ecológicos de incêndios florestais na Estação Ecológica de Taiamã, e por consequência, e regiões do bioma Pantanal com similaridades ambientais. Além disso, estudos desta origem auxiliam na gestão de políticas públicas para a preservação de áreas com histórico de incêndios, e sua importância na recuperação da biodiversidade local.

9. Agradecimentos

Com imensa satisfação agradeço a Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), ao Centro de Integração Empresa Escola (CIEE) e aos respectivos Drs. Daniel Luis Zanella Kantek pela orientação em toda as etapas de produção e realização do projeto e Nilo Leal Sander pelo apoio a pesquisa juntamente do projeto DARP-Pantanal.

10. Citações e referências bibliográficas

Adámek M, et al. Forest fires within a temperate landscape: a decadal and millennial perspective from a sandstone region in Central Europe. *Forest Ecology and Management*, v. 336, n. 2015, p. 81-90, 2015.

Brasil, 2017. Plano de Manejo da Estação Ecológica de Taiamã: 1-174. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio/MMA), Brasil.

Camargos VL, et al. Avaliação do impacto do fogo no estrato de regeneração em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 1055-1063. 2010.

Clarke KR, Somerfield PJ, Gee-Chapman M. On resemblance measures for ecological studies, including taxonomic dissimilarities and a zero-adjusted Bray–Curtis coefficient for denuded assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, n. 330, p. 55–80, 2005.

Clarke KR. Non-parametric multivariate analyses of change in community structure. *Australian journal of ecology*, v.18, p.117-143, 1993.

Cochrane MA. O grande incêndio de Roraima. *Ciência Hoje*, São Paulo, SP, v. 27, n. 157, p. 26-43. 2000.

Frota AVB. Macrohabitats da Estação Ecológica de Taiamã, no contexto da Área Úmida Pantanal Mato-grossense, Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais. v. 12, n. 2, p. 263-280. 2017.

Koprosk L. Efeitos do fogo sobre répteis e mamíferos. In: SOARES, R.V.; NUNES, J.R.S.; BATISTA, A.C. (ed). Incêndios florestais no Brasil – o estado da arte. Curitiba: UFPR, cap. 6, p. 133-156, 2009.

Koproski L, Ferreira MP, Goldammer JG, Batista AC. Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: o caso do Parque Estadual do Cerrado (PR). **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 551-562, 2011.

Martins BAA, et al. Efeito da inundação sobre comunidades arbóreas em floresta poliespecífica na Estação Ecológica de Taiamã (Sítio Ramsar), Pantanal Matogrossense. *Research Society and Development*, v. 9, n. 8, 2020.

Magnusson W, et al. RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. *Biota Neotrop*, Campinas, v. 5, n. 2, p. 19-24, 2005.

Magurran AE. *Ecological Diversity and its measurement*. Princeton, New Jersey, 1988.

Miranda HS, Sato MN. Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado. In: Scariot A, Sousa-Silva JC, Felfili JM. (org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 439, 2005.

Sanquetta CR, et al. Estoque de carbono e remoção de em povoamentos jovens de restauração florestal em Rondônia. *Nativa* (no prelo), 2018.

Shimamoto CV. Estimativa do crescimento e acúmulo de biomassa em espécies arbóreas, como subsídio a projetos de restauração da Mata Atlântica. 2012. 52p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.2012.

TOMAS WM, et al. Distance sampling surveys reveal 17 million vertebrates directly killed by the 2020's wildfires in the Pantanal, Brazil. *Scientific reports*, 2021.

Vieira G, Sanquetta CR, Klüppel MLW, Barbeiro LSS. Teores de carbono em espécies vegetais da Caatinga e do Cerrado. *Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambiental*, v.7, n.2, p.145.