

Avaliação de técnicas de semeadura direta e da transposição de serapilheira para a emergência e estabelecimento da Manduvi (*Sterculia apetala* (jacq). Karts.) em trabalho de restauração ecológica numa área de nascentes degradadas no Pantanal Mato-grossense

Evaluation of direct sowing techniques and litter transposition for the emergence and establishment of Manduvi (*Sterculia apetala* (jacq). Karts.) In ecological restoration work in an area of degraded springs in the Pantanal Mato-grossense

Evaluación de técnicas de siembra directa y transposición de hojarasca para la emergencia y establecimiento de Manduvi (*Sterculia apetala* (jacq). Karts.) En trabajos de restauración ecológica en una zona de manantiales degradados en el Pantanal Mato-grossense

Recebido: 20/01/2021 | Revisado: 23/01/2021 | Aceito: 26/01/2021 | Publicado: 03/02/2021

Alexandre Forgiarini Bastos Aniceto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1669-5674>

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

E-mail: aleforgiarinibio@gmail.com

Solange Kimie Ikeda-Castrillon

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1862-4615>

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

E-mail: ikedac@gmail.com

José Ricardo Castrillon Fernandez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3011-1997>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil

E-mail: jrcastrillon@gmail.com

Bernardina Aparecida Almeida Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8234-1666>

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

E-mail: be.biologia90@gmail.com

Ítalo Silva Duarte

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5174-1202>

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

E-mail: biologoitalo.duarte@gmail.com

Fernando Ferreira de Moraes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7111-2833>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: fernandobotanica@gmail.com

Resumo

A técnica de recomposição florestal a partir da semeadura direta de espécies nativas, tem se mostrado promissora quando comparado com a técnica mais utilizada atualmente que é o plantio de mudas, principalmente, por diminuir os gastos e a mão-de-obra. O objetivo desse estudo foi avaliar qual técnica de semeadura direta (em covas ou a lança) é mais promissora, e qual a influência da transposição de serapilheira após a semeadura, para emergência e estabelecimento inicial da espécie nativa *Sterculia apetala* (Jacq.) H. Karst. na restauração ecológica em uma área de nascentes degradadas no município de Cáceres-MT, Pantanal Mato-Grossense. Foram analisadas nesse experimento, duas técnicas de semeadura direta (em covas e a lança), em dois ambientes distintos (com e sem a transposição de serapilheira), utilizando a planta nativa *S. apetala*. Todas as técnicas de semeaduras analisadas mostraram-se eficiente obtendo boas porcentagens de emergência e estabelecimento, no entanto, a semeadura direta em covas com transposição de serapilheira (T2), mostrou ser a técnica mais eficiente em todos os parâmetros avaliados para a *S. apetala* nesse experimento. A transposição de serapilheira após a semeadura direta (T2 e T4), exibiu influência positiva no estabelecimento das plântulas para todos os parâmetros analisados, ocasionando plantas mais vigorosas ao final do experimento.

Palavras-chave: Ecologia da restauração; Sementes grandes; Restauração de nascentes.

Abstract

The technique of forest restoration based on the direct sowing of native species, has shown to be promising when compared with the most used technique today, which is the planting of seedlings, mainly because it reduces expenses and labor. The objective of this study was to evaluate which direct sowing technique (in pits or haul) is more promising, and what is the influence of litter transposition after sowing, for emergence and initial establishment of the native species *Sterculia apetala* (Jacq.) H. Karst. in ecological restoration in an area of degraded springs in the municipality of Cáceres-MT, Pantanal Mato-Grossense. In this experiment, two direct sowing techniques (in pits and haul) were analyzed in two different environments (with and without litter transposition), using the native plant *S. apetala*. All the sowing techniques analyzed were efficient, obtaining good percentages of emergence and establishment, however, direct sowing in pits with litter transposition (T2), proved to be the most efficient technique in all parameters evaluated for *S. apetala* in this experiment. The litter transposition after direct sowing (T2 and T4), showed a positive influence on the establishment of seedlings for all the parameters analyzed, causing more vigorous plants at the end of the experiment.

Keywords: Ecology of restoration; Large seeds; Restoration of springs.

Resumen

La técnica de restauración forestal basada en la siembra directa de especies nativas, ha demostrado ser promisoriosa si se la compara con la técnica más utilizada en la actualidad, que es la siembra de plántulas, principalmente porque reduce gastos y mano de obra. El objetivo de este estudio fue evaluar qué técnica de siembra directa (en pozos o lance) es más prometedora, y cuál es la influencia de la transposición de la hojarasca después de la siembra, para la emergencia y establecimiento inicial de la especie nativa *Sterculia apetala* (Jacq.) H. Karst. en restauración ecológica en una zona de manantiales degradados en el municipio de Cáceres-MT, Pantanal Mato-Grossense. En este experimento se analizaron dos técnicas de siembra directa (en pozos y lance) en dos ambientes diferentes (con y sin transposición de hojarasca), utilizando la planta nativa *S. apetala*. Todas las técnicas de siembra analizadas demostraron ser eficientes, obteniendo buenos porcentajes de emergencia y establecimiento, sin embargo, la siembra directa en fosas con transposición de hojarasca (T2), resultó ser la técnica más eficiente en todos los parámetros evaluados para *S. apetala* en este experimento. La transposición de hojarasca después de la siembra directa (T2 y T4), mostró una influencia positiva en el establecimiento de plántulas para todos los parámetros analizados, provocando plantas más vigorosas al final del experimento.

Palabras clave: Ecología de la restauración; Semillas grandes; Restauración de manantiales.

1. Introdução

Com o avanço da tecnologia e o aumento do uso de imagens de satélites para monitorar o desmatamento no Brasil, ficou evidente que a perda de floresta anual no país pode até variar de um ano para outro, porém, nunca cessa (Miranda et al., 2018; Aragão et al., 2020).

O bioma Pantanal, maior planície inundável do planeta, além do desmatamento causado principalmente pelo aumento da produção pecuária (Harris et al., 2006; Silva et al., 2015), vem sofrendo ano após ano com as queimadas (Ferreira et al., 2019), que no ano de 2020 devastou cerca de 30% do bioma, atingindo inclusive 90% da RPPN Arara Azul localizada no município de Corumbá-MS, que abriga o maior dormitório dessa ave (*Anodorhynchus hyacinthinus*) no mundo (Libonati et al., 2020).

Diante da necessidade crescente de restauração de áreas degradadas, nota-se urgência nos resultados de estudos com técnicas de reflorestamento eficazes, que sejam rápidas, gerem baixos custos e pouca mão-de-obra, principalmente, com espécies arbóreas nativas como a *Sterculia apetala* (Jacq.) Karts, que além de servir como sítios reprodutivos para, cerca de 27 espécies de aves no Pantanal (Santos Junior, 2010), é considerada como espécie-chave para conservação da *Anodorhynchus hyacinthinus* (Arara-Azul), listada como ameaçada de extinção, pois mais de 90% dos ninhos desta ave estão localizados nos troncos da espécie *S. apetala* (Guedes, 2004; Santos Junior et al., 2006).

Entre as técnicas de recuperação florestal, a mais usada no Brasil é o plantio de mudas, no entanto, a técnica de semeadura direta, que consiste na introdução direta de sementes de espécies florestais no solo do local a ser reflorestado, tem se mostrado eficaz, principalmente, por cortar os gastos com a produção em viveiros (Cava et al., 2016; Raupp, et al., 2020; Rodrigues et al., 2020), além disso, o uso da semeadura direta se mostra promissora na recuperação de mata ciliar (Santos Junior et al., 2004), podendo também, ser realizada na maioria das condições de sítios e, especialmente, em áreas onde a

regeneração natural e o plantio de mudas não podem ser executados devido as características do local ou pela dificuldade de acesso ao mesmo (Barnett & Baker, 1991; Mattei, 1995).

Desta maneira as chances de sucesso das técnicas na recuperação florestal podem ser alavancadas através de métodos auxiliares chamados de nucleação (Reis et al., 2014), que consiste em produzir pequenos habitats que auxiliem o aumento das interações interespecíficas, abrangendo relações entre todos os organismos presentes, busca copiar a natureza e proporcionar condições para que, após uma intervenção em um local degradado, o processo de nucleação aconteça e progrida até um estado florestal. Os principais métodos de nucleação utilizados são: transposição do solo, serapilheira, galharias e chuva de sementes, plantio de mudas em núcleos e poleiros artificiais (Yarranton & Morrison, 1974; Martins, 2015).

A serapilheira é constituída por toda e qualquer tipo de matéria orgânica presente no piso florestal (Martins, 2014), contém grande quantidade de sementes de espécies florestais de estágios sucessionais variados (Soares & Laurito, 2017), e sua deposição devolve ao solo nutrientes importantes que, em muitos ambientes florestais, apresenta-se como principal depósito do mesmo (Schumacher et al., 2003; Gomes et al., 2010; Villa et al., 2016). Sendo assim, a transposição de serapilheira após a semeadura direta apresenta-se como técnica de nucleação promissora, proporcionando maior porcentagem de plântulas emergidas e estabelecidas após a realização da semeadura (Silva et al., 2015).

Entre os ambientes mais sensíveis a degradação ambiental estão as áreas de vegetação que ocorrem próximas aos cursos d'água e ao redor de lagos e nascentes são denominadas de mata ciliares, galeria, ripária ou ribeirinha (Botelho & David, 2002; Kobiyama, 2003; Anschau et al., 2017). Assim, a recuperação/preservação dos ecossistemas próximos aos cursos d'água é fundamental para manutenção de todos os serviços ambientais gerados por uma bacia hidrográfica para população sob influência da mesma, especialmente quando se trata da qualidade e quantidade da produção de água e à conservação da biodiversidade (Balbinot et al., 2008; Attanasio et al., 2012), sendo as áreas de nascentes pontos cruciais para se recuperar/preservar, justamente pelo fato de serem locais onde a água subterrânea aflora naturalmente dando início aos córregos formadores da bacia hidrográfica (Valente and Gomes, 2011).

Com base no que foi apresentado acima, este estudo teve por objetivo 1) avaliar qual técnica de semeadura direta (em covas ou a lanço) e 2) influência da transposição de serapilheira após a semeadura, para emergência e estabelecimento inicial da espécie arbórea *S. apetala* na recuperação/restauração em uma área de nascentes degradadas.

2. Metodologia

A pesquisa realizada baseou-se em métodos quantitativos para a produção do experimento, com delineamento inteiramente casualizado, tendo as parcelas sorteadas manualmente através de urna. O conjunto de dados gerados a partir destes métodos possibilita o uso de análises estatísticas propostas por Ferreira e Borghetti (2004), e Pereira et al. (2018).

2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado em uma das nascentes da micro bacia hidrográfica do córrego Sangradouro (16°6'25,358" S, 57°37'24,278" W, altitude 168m), área do bioma Pantanal, localizada no município de Cáceres – Sudoeste do Estado de Mato Grosso. A área de estudo apresenta um conjunto de nascentes difusas inseridas entre a Serra do Lobo e a Serra do Bom Jardim dando origem ao córrego Sangradouro. Os canais se convergem num percurso de 11,75 km até desembocar na Baía do Malheiros no Rio Paraguai, caracterizando-se como parte das cabeceiras do Pantanal (Santana et al., 2017).

O solo predominante na microbacia é o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Santana et al., 2017). A cidade de Cáceres-MT possui precipitação pluviométrica média anual de 1.335mm, temperatura média anual de 26,4, evapotranspiração potencial média de 1650,55 e a umidade relativa do ar é de 78.5% (Neves et al., 2011). Ao considerar as características

climáticas, tipo de vegetação regional e adequando a classificação climática de Köppen, o município de Cáceres-MT apresenta o tipo climático: tropical de savana (Aw) (Peel et al., 2007).

A área onde realizou-se o experimento foi usado por mais de trinta anos para a atividade pecuária e posteriormente abandonada. No ano de 1996 essas terras foram desapropriadas e entregues pelo INCRA para assentados. Em 2017 o assentado, dono da área onde se encontra a nascente destinada ao estudo, cedeu parte de sua terra (14.289 m²), que se encontra em torno da nascente, para ser cercada e realizada a recuperação/restauração florestal do local. A antiga área de pastagem, é dominada por *Brachiara sp.*, que dificulta o recrutamento e desenvolvimento de espécies arbustivas-arbóreas no local. Esta gramínea foi retirada de toda área experimental com o auxílio de roçadeiras e enxadas para que não interferisse no sucesso de germinação das sementes semeadas no experimento.

2.2 Coleta de sementes e serapilheira

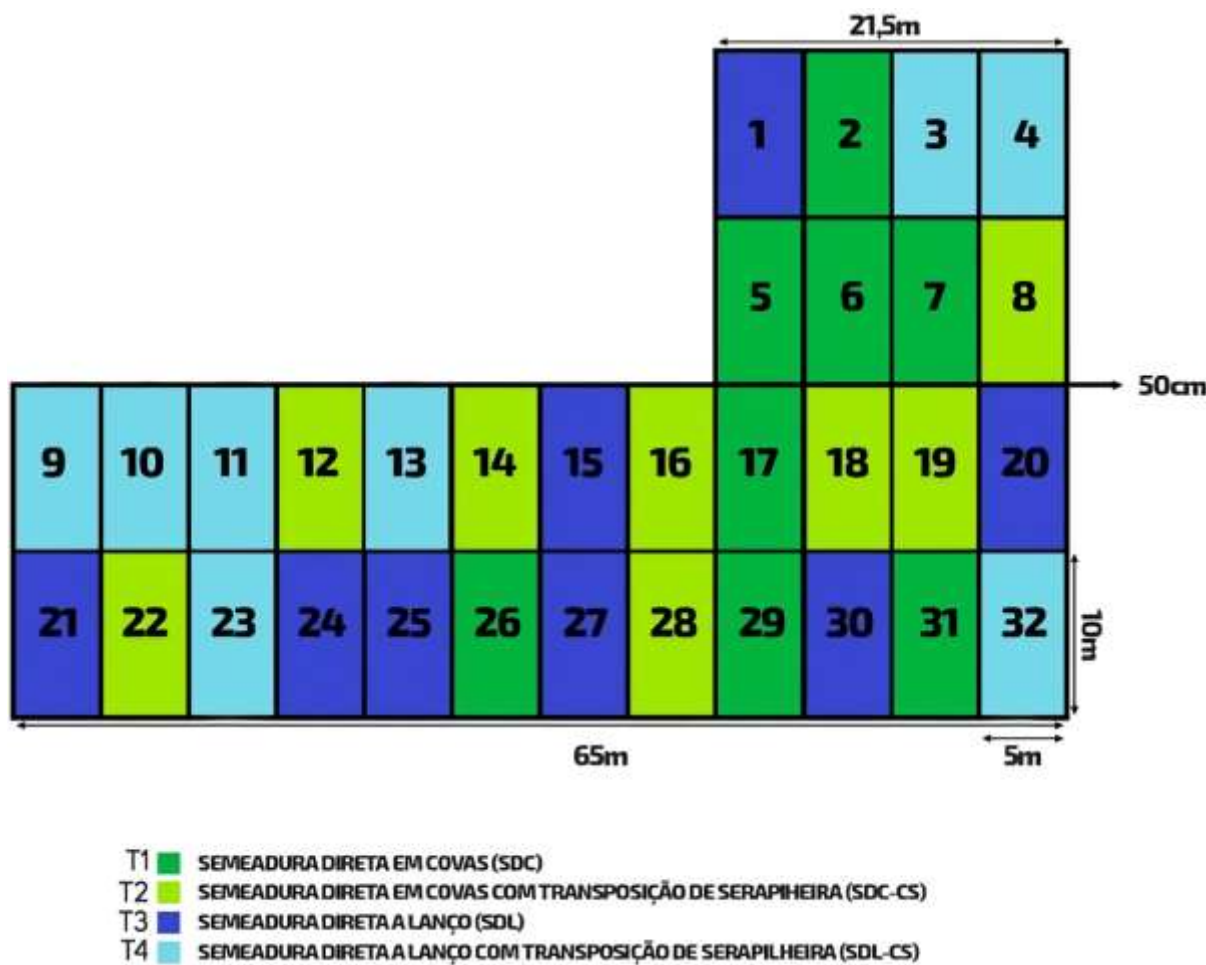
Foram selecionadas dez árvores da espécie *S. apetala* localizadas na zona rural do município de Cáceres-MT, para a realização da coleta de sementes. A coleta de sementes foi realizada entre os meses de junho a agosto de 2019, com auxílio de telas de sombrite instaladas embaixo das árvores com aproximadamente um metro do chão para evitar a perda de sementes para roedores e outros animais. Com esse sistema, foram coletadas 100 sementes de cada árvore da espécie citada, totalizando 1000 sementes. As sementes foram homogeneizadas e armazenadas em sacos plásticos em geladeira com temperatura de aproximadamente 8°C.

A serapilheira foi coletada no mês de outubro de 2019 e ambientes florestais preservados próximo (500m) à nascente destinada ao estudo, em diversos pontos coletou-se aleatoriamente camadas com cerca de 5 cm de espessura com auxílio de um gabarito de madeira de 1 m² e uma pá quadrada n° 3, a mesma foi acondicionada em sacos plásticos de 60 litros e armazenada em local fechado. Camadas superficiais do solo e serapilheira (5 cm de profundidade) tem sido normalmente utilizadas em trabalhos desta natureza por apresentar de forma efetiva a densidade de matéria orgânica e riqueza de sementes úteis no banco de sementes (Braga et al., 2008; Martins et al., 2008; Rodrigues et al., 2010; Silva et al., 2015; Kunz & Martins, 2016; Martins et al., 2017; Soares & Laurito, 2017).

2.3 Delineamento e modelo experimental

Foram analisadas nesses experimentos duas técnicas de semeadura direta (em cova e a lança) em dois ambientes distintos (com e sem a transposição de serapilheira), utilizando sementes da espécie arbórea *S. apetala*, em esquema fatorial (2x2). As semeaduras foram instaladas em 32 parcelas com tamanho de 10x5 m (50 m²) em delineamento inteiramente casualizado com espaçamento de 50 cm entre as parcelas, sendo quatro tratamentos com oito repetições cada (Figura 1). O primeiro tratamento (T1) semeadura direta em covas (SDC), o segundo tratamento (T2) semeadura direta em covas com a transposição de serapilheira (SDC-CS), o terceiro tratamento (T3) semeadura direta a lança (SDL), o quarto tratamento (T4) semeadura direta a lança com a transposição de serapilheira (SDL-CS). O experimento cobriu uma área total de 1600 m².

Figura 1. Modelo experimental utilizado para implantação do experimento na área da nascente destinada ao estudo.



Fonte: Vinicius Biscaro Assunção (2019).

As sementes foram colocadas em linhas e em pontos determinados para facilitar a identificação das plântulas quando emergidas. As covas foram feitas a uma profundidade que cobriu apenas o tamanho da semente (aproximadamente 2cm) e as sementes foram posicionadas com o hilo voltado para o lado. Em cada parcela semeou-se vinte sementes de *S. apetala* (uma semente por cova ou ponto de lanço) com espaçamento de 50 cm entre elas, totalizando 640 sementes semeadas, sendo 160 sementes para cada tratamento. Em média utilizou-se 55,56 quilos (12 sacos plásticos de 60 litros) de serapilheira seca por parcela transposta.

A semeadura ocorreu no mês de novembro (08/11/2019) (Figura 2) quando se inicia o período de chuva na região, e o desenvolvimento das plantas no experimento foi monitorada durante um ano. A emergência das plântulas foi analisada a cada três dias durante 60 dias, as plântulas emergidas foram marcadas e monitorou-se seu estabelecimento durante 30 dias após o monitoramento da emergência. Após a contagem de estabelecimento das plântulas, foram selecionadas 25% ou o total de plantas estabelecidas em cada tratamento e tiveram medidos, com uso de paquímetro digital e régua, altura, diâmetro do colo e número de folhas, uma vez por mês, até o final do experimento (08/11/2020).

Figura 2. Foto registrada após a implantação do experimento na área da nascente.



Fonte: Carlos Timóteo (2019).

A precipitação pluvial (PP) na área experimental foi acompanhada através de um pluviômetro, confeccionado com garrafa pet, instalado na parte central do experimento. O volume de água da chuva coletado foi mensurado após cada precipitação com auxílio de uma proveta.

Para fins de comparação, realizou-se um teste de germinação com sementes de *S. apetala* em ambiente controlado no viveiro da cidade universitária da Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus Jane Vanini* de Cáceres-MT. Foram semeadas quatro linhas com 25 sementes em canteiros com areia e regados duas vezes ao dia. A emergência das plântulas foi avaliada a cada dois dias durante o período de 60 dias.

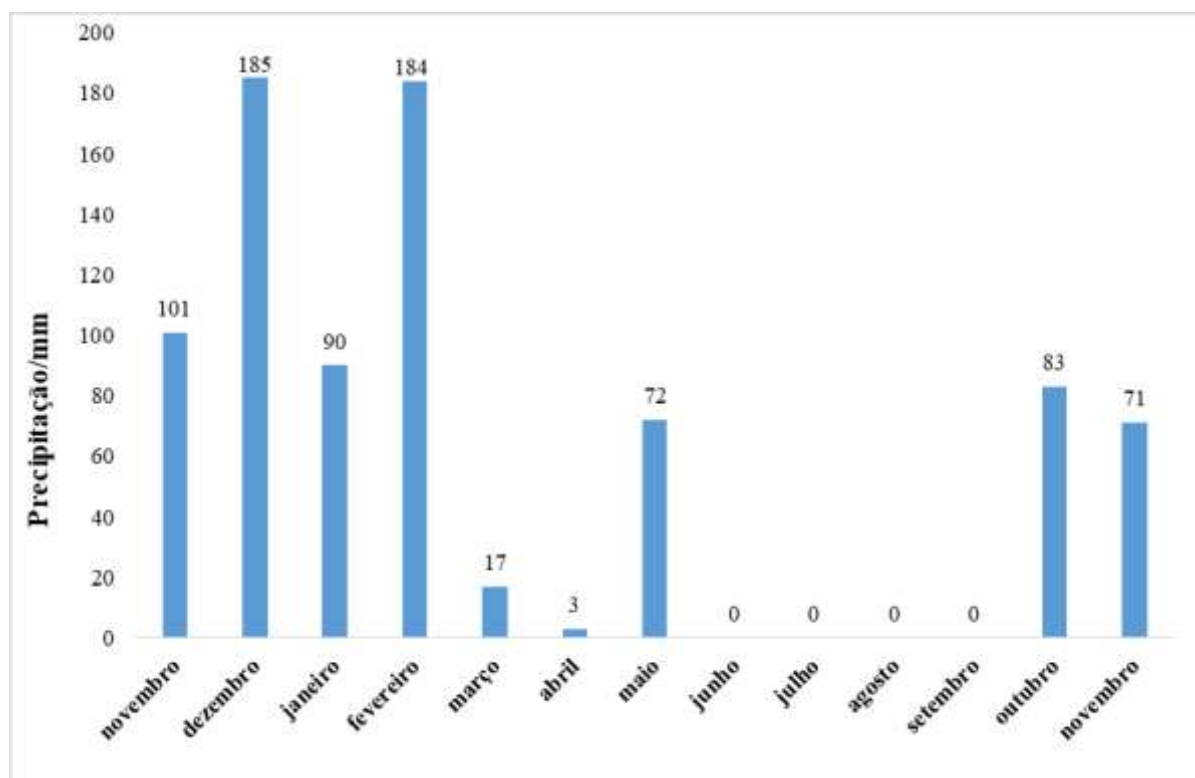
Os dados coletados nesse experimento foram submetidos aos seguintes cálculos proposto por Ferreira e Borghetti (2004), porcentagem de emergência ($E = S \text{ nix } 100/N$), índice de velocidade de emergência ($IVE = E1/N1 + E /N2+ \dots Gn/Nn$) e tempo médio de emergência ($\bar{t} = \sum ni.ti / \sum ni$).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa ASSISTAT 7.7 (Silva & Azevedo, 2016), com as médias dos tratamentos comparadas pelo do teste de Tukey a 5% de significância. Para a realização do teste de Tukey, os valores de germinação e emergência foram transformados através da raiz quadrada (\sqrt{x}) para atenderem o pressuposto de normalidade.

3. Resultados e Discussão

O comportamento da precipitação pluvial (PP) anual analisada no local do experimento entre novembro de 2019 à novembro de 2020 (Figura 3), foi de 806 mm. O mês com maior PP foi dezembro (185 mm), representando 22,95% da PP total ocorrida durante o experimento. No entanto, o mês com menor PP foi abril, com 3 mm, correspondendo a 0,37% da PP total analisada durante esse estudo. Ocorreu quatro meses de estiagem, que foi do mês de junho até o mês de setembro.

Figura 3. Precipitação pluvial total no local do experimento, no período de novembro de 2019 a novembro de 2020.



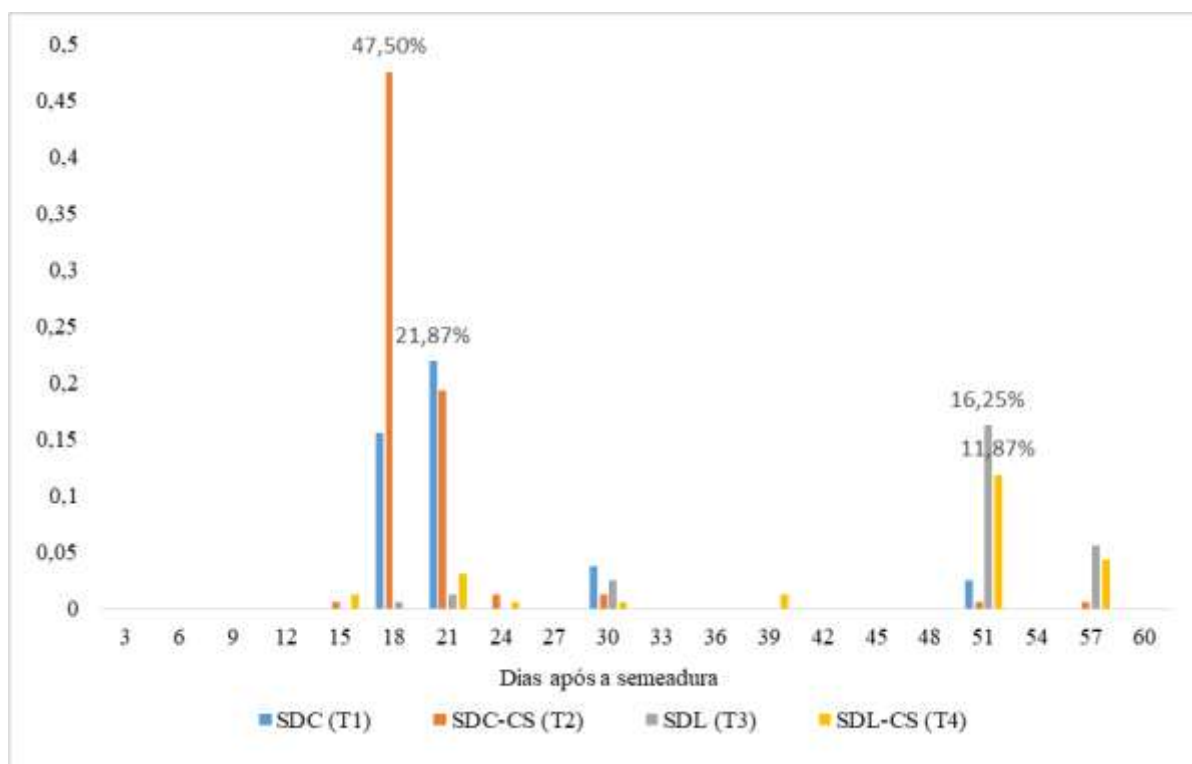
Fonte: Autores (2020).

Os resultados da PP analisando no local do experimento (806 mm), corroboram com os dados obtidos pelas estações meteorológicas das cidades de Cáceres-MT (830,6 mm) e Cuiabá-MT (861,7 mm), que registraram para o ano de 2020 a pior seca desde os últimos 50 anos na região do bioma Pantanal (INMET, 2020). A mínima de PP anual registrada anteriormente para o município de Cáceres-MT foi de 972,9 mm em 1985, no entanto, o ano de 2020 apresentou PP anual de 830,6 mm, muito inferior à média dos últimos 50 anos que varia entre 1292,9 a 1338,7 mm (Dallacort et al., 2014; Nunes et al., 2016; INMET, 2020).

A diminuição ou falta de regularidade na precipitação pluvial, não só na região do bioma Pantanal, mas em todo Brasil, é causada principalmente pelo desmatamento ocorrido na Amazônia, floresta essa que ao ser destruída, perde sua função de formar nuvens de chuva através da evapotranspiração, esse vapor de água produzido pela floresta amazônica é conhecido como “rios voadores” e são eles os principais responsáveis pela produção de chuva que precipita em praticamente todas as regiões do país (Moss; Moss, 2015). As águas em estado de vapor não apresentam valor econômico por não serem tão perceptíveis aos olhos quanto as águas superficiais, devido a isso, não são reconhecidas como bem jurídico suscetível de proteção, evidenciando a necessidade de se estabelecer um novo modelo de governança hídrica para a Amazônia (Nascimento; Quadros, 2018).

O mês que ocorreu maior porcentagem de plantas emergidas para o T1 e T2 foi novembro, o T1 com 37,49% e o T2 68,74% do total de plantas emergidas no experimento. Para o T3 e T4 o mês com maior porcentagem de emergência foi dezembro, tanto T3 com 18,75% e o T4 13,74% do total de plantas emergidas durante o experimento. A evolução da emergência em dias após a semeadura (DAS), para a emergência da espécie *S. apetala*, está apresentada na Figura 4. Tendo o T1 com maior porcentagem de plantas emergidas 21 DAS (21,87%), o T2 18 DAS (47,5%), o T3 51 DAS (16,25%) e o T4 51 DAS (11,87%).

Figura 4. Evolução da emergência em dias após a semeadura (DAS) para a espécie *S.apetala*.



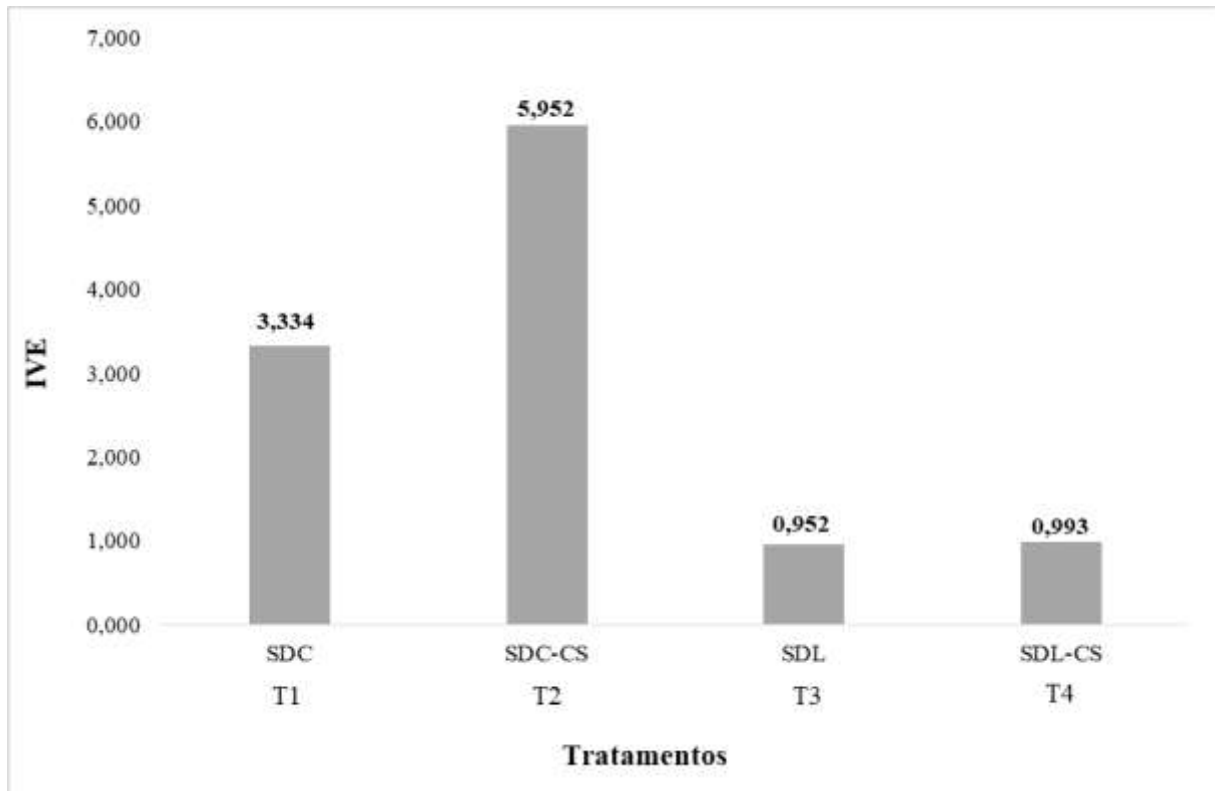
Fonte: Autores (2020).

As sementes que foram semeadas em covas (T1 e T2) apresentaram maior velocidade de emergência quando comparado às semeadas a lanço (T3 e T4). A transposição de serapilheira influenciou na velocidade de emergência apenas para as sementes semeadas em covas (T2), como as sementes da *S. apetala* não possuem dormência, possivelmente essa influência positiva na emergência do T2 foi devido ao fato de a serapilheira aumentar a disponibilidade de umidade infiltrada no solo e não na superfície dele (Rodrigues et al., 2010).

Geralmente, sementes posicionadas na superfície do solo (semeadura direta a lanço) exibem menor velocidade de emergência quando comparada com as semeadas em pequenas profundidades (semeadura direta em covas) (Canossa et al., 2007). A velocidade de germinação diminui gradativamente à medida que a quantidade de umidade do solo decresce, quanto maior disponibilidade de água presente no solo, mais veloz será a embebição da semente, e quanto maior área de contato entre o tegumento da semente e o solo, mais veloz será a embebição de água (Ferreira & Borghetti, 2004).

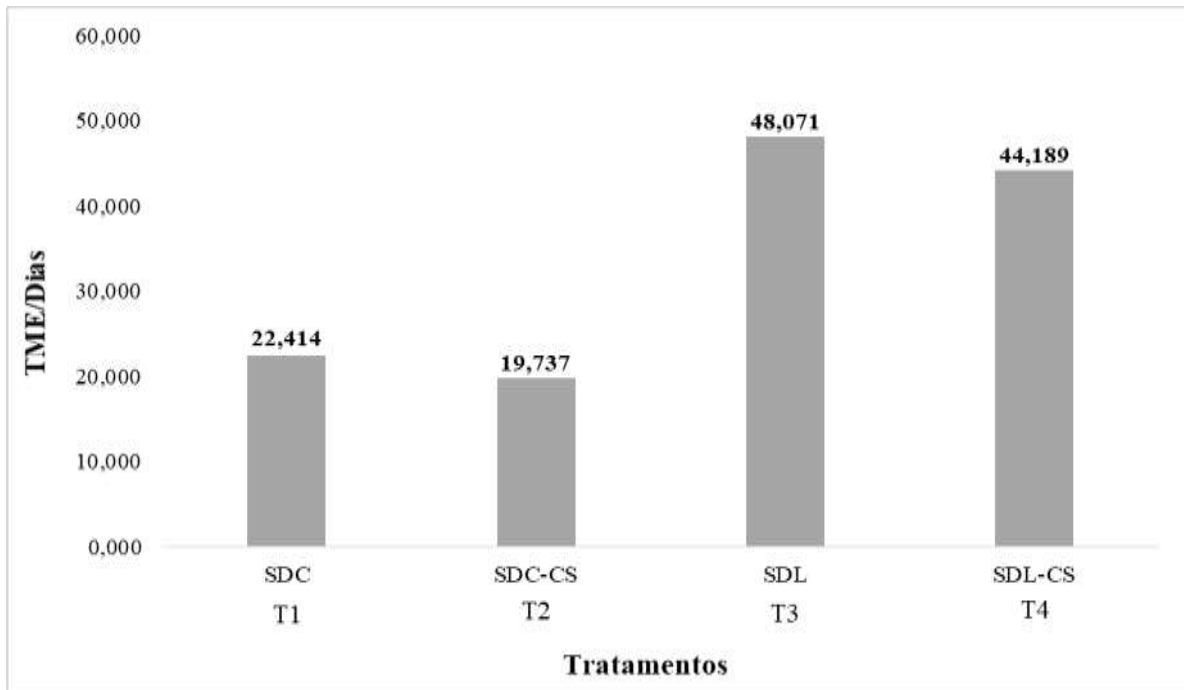
O T2 apresentou maiores valores de IVE (Figura 5), menor tempo médio de emergência (Figura 6), maior porcentagem de emergência e maior porcentagem de estabelecimento 60 DAS (Figura 7) quando comparado com os outros tratamentos, porém, quando comparada às médias dos tratamentos estatisticamente, a emergência do T2 difere apenas do T3 e T4 e o estabelecimento não apresenta diferença estatística entre as médias dos tratamentos.

Figura 5. Índice de velocidade de emergência para os tratamentos da espécie *S. apetala*.



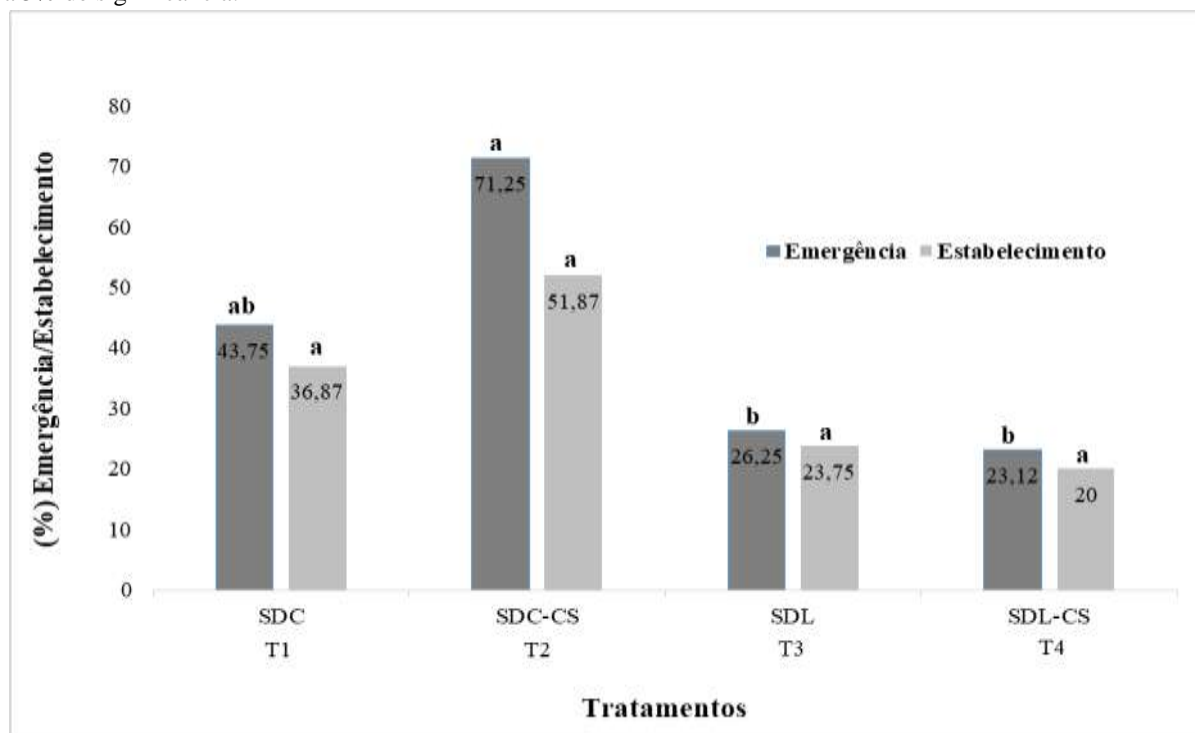
Fonte: Autores (2020).

Figura 6. Tempo médio de emergência para os tratamentos da espécie *S. apetala*.



Fonte: Autores (2020).

Figura 7. Porcentagem de emergência e estabelecimento dos tratamentos da espécie *S. apetala* comparadas através do teste de Tukey a 5% de significância.



Fonte: Autores (2020).

Todos os tratamentos apresentaram-se promissores para a emergência e estabelecimento inicial da espécie *S. apetala*, atingindo porcentagens superiores a 20%.

O sucesso na porcentagem de emergência e estabelecimento da espécie *S. apetala*, para todos tratamentos analisado nesse experimento, está diretamente relacionado com o tamanho e a quantidade de reserva de nutriente presente na semente dessa espécie. De acordo com Uhl et al. (1991), o êxito da emergência de plântulas, na semeadura direta, está intimamente ligado ao tamanho das sementes, e sementes que apresentem peso inferior a 0,5 g, sofrem mais predação. Comportamento semelhante foi observado por Santos et al. (2012), que ao estudar a influência do protetor físico para estabelecimento e desenvolvimento inicial de mudas, evidenciaram que o tamanho e massa específica das sementes das espécies pesquisadas influíram na emergência das plântulas e no estabelecimento inicial das mudas no campo.

Camargo et al. (1998), ao estudarem a utilização da semeadura direta de espécies nativas para recuperação de áreas degradadas na Amazônia Central, concluíram que as espécies que possuíam sementes maiores demonstraram boa emergência e crescimento das plântulas, enquanto àquelas com sementes menores, que apresentam poucas reservas de nutriente, exibiram baixa porcentagem de emergência de plântulas e não tiveram sucesso no estabelecimento em campo. Resultados parecidos foram notado por Ferreira et al. (2009), que em trabalho de recuperação com semeadura direta em área de mata ciliar no Baixo São Francisco sergipano, observaram que a porcentagem de sobrevivência das espécies *Cassia grandis*, *Hymenaea courbrail* e *Enterolobium contortisiliquum* foi maior, por causa do tamanho da semente.

Outros autores que evidenciaram uma relação íntima entre o tamanho e a massa específica da semente com maiores porcentagens de emergência e de estabelecimento das plântulas foram Silva et al. (2017), Souza et al. (2017) e Bittencourt (2019).

A influência positiva da transposição de serapilheira pode ser observada no T2, a maior porcentagem de plantas emergidas e estabelecidas para esse tratamento foi devido ao microambiente favorável gerado pela serapilheira transposta,

aumento da infiltração de água no solo e mantendo-o úmido por mais tempo. Esses resultados corroboram com os obtidos por Silva et al. (2015), que evidenciaram que a transposição de serapilheira proporcionou maior porcentagem de plantas emergidas e estabelecidas após a realização da semeadura.

Quando comparado os resultados dos dados obtidos em campo com os do viveiro, observa-se que o T2, mesmo que não significativo, apresentou maiores valores de porcentagem de emergência e menor TME/Dias, quando comparado com os resultados dos dados obtidos a partir do teste de emergência realizado no viveiro (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da porcentagem de emergência e tempo médio de emergência dos tratamentos comparado com os resultados obtidos no viveiro para espécie *S. apetala*.

<i>S. apetala</i>	SDC (T1)	SDC-CS (T2)	SDL (T3)	SDL-CS (T4)	Viveiro
% Emergência	43,75%	71,25%	26,25%	23,12%	68%
TME/dias	22,41	19,73	48,07	44,18	26,17

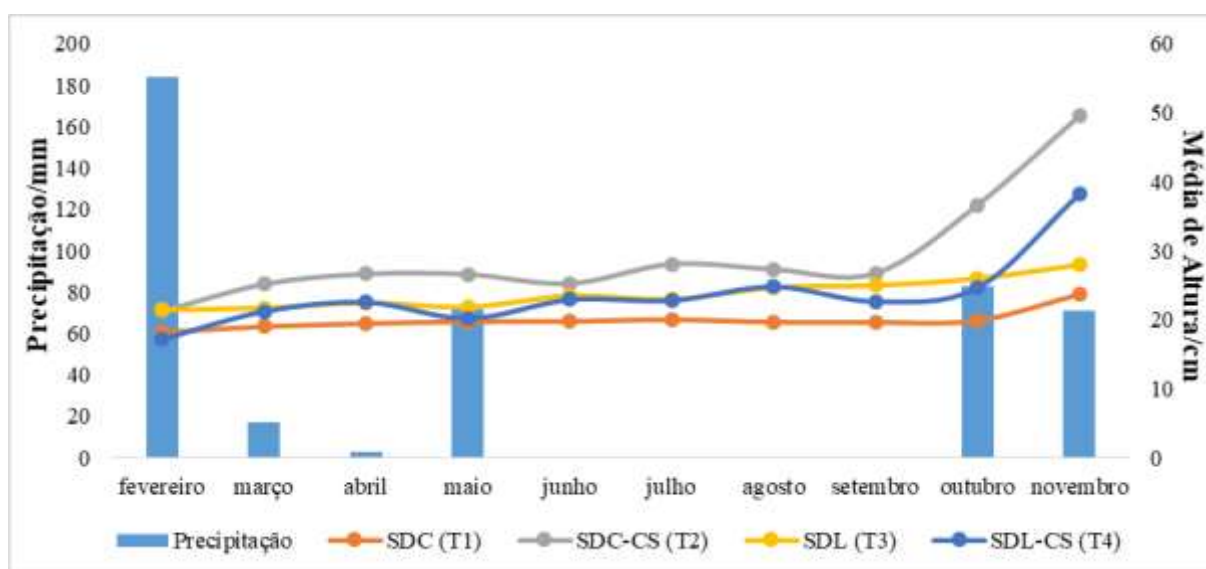
Fonte: Autores (2020).

Através da comparação dos resultados dos tratamentos realizados em campo com os do viveiro, evidencia-se que a semeadura direta para a espécie *S. apetala*, principalmente a semeadura direta em covas (T1 e T2), apresenta-se como técnica de reflorestamento promissora, proporcionando grandes porcentagens de plântulas emergidas.

As medidas de altura, diâmetro do colo e contagem de número de folhas das plantas começaram a ser realizadas 90 DAS (fevereiro), os resultados das medições foram relacionados com os resultados da precipitação pluvial e serão apresentados a seguir.

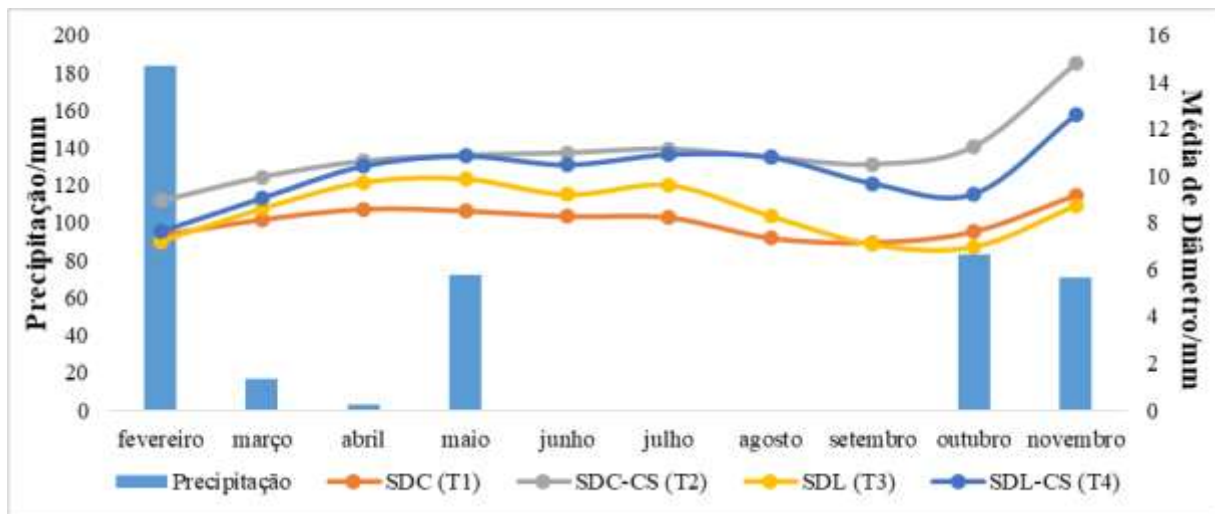
O tratamento que apresentou melhores valores para médias de altura (Figura 8), diâmetro do colo (Figura 9) e número de folhas (Figura 10) foi o T2 seguido do T4. O T1 e T3 apresentaram valores semelhantes entre si para média de altura e diâmetro do colo, sendo o T1 superior ao T3 apenas na média de número de folhas.

Figura 8. Média de altura/cm das plantas relacionada com a precipitação pluvial.



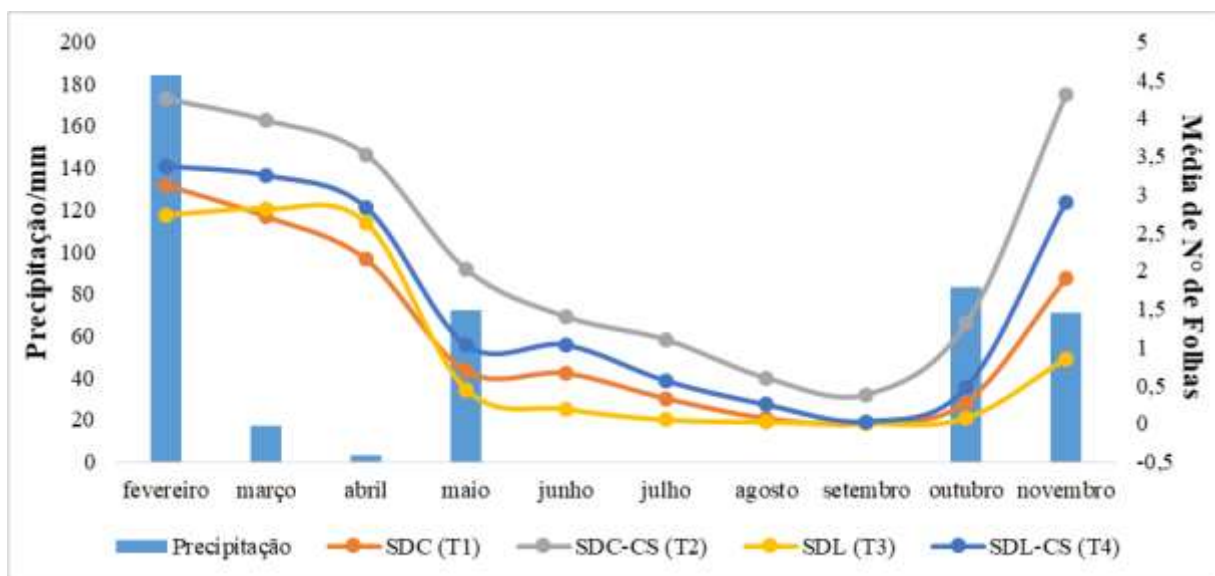
Fonte: Autores (2020).

Figura 9. Média de diâmetro do colo das plantas relacionado com a precipitação pluvial.



Fonte: Autores (2020).

Figura 10. Média de número de folhas das plantas relacionada com a precipitação pluvial.



Fonte: Autores (2020).

Através do acompanhamento mensal das medidas de altura, diâmetro do colo e número de folhas, foi possível observar a influência positiva da transposição da serapilheira (T2 e T4) no estabelecimento das plântulas para todos os parâmetros analisados, ocasionando plantas mais vigorosas ao final do experimento. A serapilheira não apresentou influência na emergência das plântulas semeadas a lanço (T4), no entanto, demonstrou influência positiva no estabelecimento das plantas, proporcionando plantas com maior vigor quando comparado com os tratamentos sem a transposição de serapilheira (T1 e T3).

O tratamento que obteve maior porcentagem de plantas estabelecidas ao final do experimento foi o T2 com 55%, seguido do T4 com 34,3%, T1 22,5% e T3 10,52% do total das plantas selecionadas para realização das medições. Demonstrando mais uma vez a influência positiva da transposição de serapilheira no T2 e T4 com maiores porcentagens de estabelecimento ao final do experimento.

Com a intenção de se criar técnicas de reflorestamento que sejam cada vez mais semelhantes com os processos naturais de sucessão ecológica que ocorrem nas florestas preservadas, a técnica de nucleação a partir da transposição de serapilheira tem se mostrado promissora em vários aspectos. Proporciona microambiente favorável ao estabelecimento das plântulas, possui ainda banco de sementes de espécies com todas as categorias sussecionais (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax) e provê nutrientes fornecendo matéria orgânica e microrganismos fundamentais para o retorno ou aumento da fertilidade e atividade biológica do solo (Rodrigues et al., 2010; Silva et al., 2015). A serapilheira, funciona ainda, como protetora do solo contra a luz solar, retendo a umidade e potencializando a infiltração de água no solo, impedindo o escoamento superficial (Rodrigues et al., 2010). Esse microambiente gerado pela transposição da serapilheira facilita o recrutamento de novas espécies no local a ser recuperado, demonstrando ser uma técnica viável para o reflorestamento de áreas degradadas (Rodrigues et al., 2010; Martins et al., 2017).

Foi observado durante o experimento que as parcelas transpostas com serapilheira apresentaram menos emergência da planta exótica *Brachiara sp.* Resultados semelhantes foram apresentados por Silva et al. (2015), relatando que a transposição de serapilheira inibiu a emergência e desenvolvimento de espécies gramíneas invasoras, juntamente, com a competição destas por nutriente.

As plântulas de todos os tratamentos foram afetadas com estiagem que ocorreu do mês de junho a setembro, exibindo baixa atividade fisiológica causando pausa no crescimento, perda de folhas e leve diminuição no diâmetro do colo, voltando a demonstrar crescimento com o retorno das chuvas no mês de outubro. Shao et al. (2008), esclarecem que a água é essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, o estresse causado por déficit hídrico, permanente ou temporário, diminui o crescimento e desempenho das plantas mais do que quaisquer outros elementos ambientais.

4. Conclusão

A pesquisa aqui apresentada traz informações pioneiras para a restauração ecológica no Pantanal.

O município de Cáceres-MT, e toda região pantaneira, apresentou sua pior média de precipitação pluvial anual desde os últimos 50 anos.

Todas as técnicas de sementeiras analisadas mostraram-se eficiente para emergência e estabelecimento da plântulas. No entanto, a sementeira direta em covas com transposição de serapilheira (T2), mostrou ser a técnica mais eficiente em todos os parâmetros avaliados para a *S. apetala* nesse experimento.

A transposição de serapilheira após a sementeira direta (T2 e T4), exibiu influência positiva no estabelecimento das plântulas para todos os parâmetros analisados, ocasionando plantas mais vigorosas ao final do experimento.

Experimentos com espécies chave, apresentam grande relevância no tocante a restauração ecológica de áreas degradadas em especial, aquelas com proximidade aos cursos d'água.

Nossos estudos apontam os resultados dessa pesquisa como promissores para restauração de áreas degradadas no Pantanal, em especial aquelas com presença de *S. Apelata*, entretanto sugerimos estudos futuros que possam trazer maiores esclarecimentos não somente sobre a emergência das sementes e estabelecimento inicial, mas também no acompanhamento e sucesso de estabelecimento das plantas jovens e adultos.

Referências

Anscha, S. A., Neres, J. C. I., Carvalho A. V., Guimarães A. P., Neres, L. L. G. F., & Cerqueira, F. B. (2017). Vegetação ripária e métodos de estudo. *Natural Resources*, 7 (1), 19-32. <http://doi.org/10.6008/SPC2237-9290.2017.001.0003>

Aragão, L. E. O. C., Silva, Junior. C. H. L., & Anderson, L. O. (2020). O desafio do Brasil para conter o desmatamento e as queimadas na Amazônia durante a pandemia por COVID-19 em 2020: implicações ambientais, sociais e sua governança. *Nota Técnica*, 34p. 10.13140/RG.2.2.17256.49921

- Attanasio, C. M., Gandolfi, S., Zakia, M. J. B., Junior, J. C. T. V., & Lima, W. P. (2012). A importância das áreas ripárias para a sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrográficas. *Bragantia*, 71 (4), 493-501.
- Balbinot, R., Oliveira, N. K., Vanzetto, S. C., Pedroso, K., & Valerio, A. F. (2008) O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. *Ambiência*, 4 (1), 131-149.
- Barnett J. P. & Baker, J. B. Regeneration methods. In: Duryea, M. L., & Dougherty, P. M. editors. (1991). *Forest regeneration manual*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; p. 35-50.
- Bittencourt, R. F. (2019). Análise da relação do tamanho das sementes com o poder germinativo em sementes de Mogno Africano *Khaya grandifoliola* C. D. C. (Welw). In: *IV Congresso Internacional das Ciências Agrárias*, 14 p. <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0179>
- Botelho, A. S., & Davide, A. C. (2002). Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: *Anais do Simpósio nacional sobre recuperação de áreas degradadas: água e biodiversidade*. Belo Horizonte (MG): p.123-145.
- Braga, A. J. T., Griffith, J. J., Paiva, H. N., & Neto, J. A. A. M. Composição do banco de sementes de uma floresta semidecidual secundária considerando o seu potencial de uso para recuperação ambiental. *Revista Árvore*, 32 (6), 1089-1098.
- Canossa, R. S., Oliveira, JR., R. S., Constantin, J., Biffe, D. F., Alonso, D. G., & Franchini, L. H. M. (2007). Profundidade de semeadura afetando a emergência de plântulas de *Alternanthera tenella*. *Planta Daninha*, 25 (4), p. 719-725.
- Camargo, J. L. C., Ferraz, I. D. K., & Imakawa, A. M. Estabelecimento de plântulas de espécies florestais por semeadura direta e longevidade do banco de sementes em áreas naturais e degradadas da Amazônia Central. In: Higuchi, N., Campos, M.A.A., Sampaio, P.T.B., & Santos, J. (1998). *Pesquisas florestais para a conservação da floresta e reabilitação de áreas degradadas na Amazônia*. Manaus, INPA. p. 203-214.
- Cava, M. G. B., Isernhagen, I., Mendonça, A. H., & Durigan, G. (2016). Comparação de técnicas para restauração da vegetação lenhosa de Cerrado em pastagens abandonadas. *Hoehnea*, 43 (2), 301-315. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-18/2016>
- Dallacort, R., Neves, S. M. A. S., Nunes, & M. C. M. (2014). Variabilidade da temperatura e das chuvas de Cáceres/Pantanal Mato-Grossense - Brasil. *Geografia*, 23 (1), p. 21-33.
- Ferreira, A. G., & Borghetti, F. (2004) Germinação do básico ao aplicado. Artmed.
- Ferreira, R. A., Santos, P. L., Aragão, A. G., Santos, T. I. S., Neto, E. M. S., & Rezende, A. M. S. (2009). Semeadura direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. *Scientia Forestalis*, 37 (81), p. 037-046.
- Ferreira, W. T. S., Carvalho, L. L., & Rabelo, Â. P. C. Análise da distribuição espaço-temporal dos focos de incêndio no pantanal (2000-2016). In: Zuffo AM, (Org.). (2019). *Pantanal: O Espaço Geográfico e as Tecnologias em Análise*: Antonella Carvalho de Oliveira, p. 1-12.
- Gomes, J. M., Pereira, M. G., Piña-Rodrigues, F. C. M., Pereira, G. H. A., Gondim, F. R., & Silva, E. M. R. (2010). Aporte de serapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica, RJ. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 5 (3), 383-391. 10.5039/agraria.v5i3a552
- Guedes, N. M. R. Araras azuis: 15 anos de estudos no Pantanal. (2004). In: *Anais do Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal*. Corumbá (MS).
- Harris, M. B., Arcângelo, C., Pinto, E. C. T., Ramos Neto, M., & Silva, S. M. Estimativa da perda de cobertura vegetal original na Bacia do Alto Paraguai e Pantanal brasileiro: ameaças e perspectivas. (2006). *Natureza & Conservação*, 4 (2), 50-66.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. *Estação Meteorológica de Cáceres-MT (A941)*. 2020. Disponível em: <<https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A941#>> Acesso em: 08/01/2021.
- Kobiyama, M. Conceito de zona ripária e seus aspectos geobiohidrológicos. (2003). In: *Anais do I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias*. Alfredo Wagner (SC).
- Kunz, S. H., & Martins, S. V. (2016). Soil seed bank in seasonal semideciduous forest and abandoned pasture. *Revista Árvore*, 40 (6), 991-1001. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622016000600004>
- Libonati, R., Belém, L. B. C., Rodrigues, J. A., Santos, F. L. M., Sena, C. A. P., Pinto, M. M., & Carvalho, I. A. (2020) *Sistema ALARMES – Alerta de área queimada Pantanal, situação atual- quarta semana de outubro de 2020*. Rio de Janeiro, Laboratório de Aplicações de Satélites Ambientais - UFRJ, 12 p.
- Martins, S. V., Almeida, D. P., Fernandes, L. V., Ribeiro, & T. M. (2008). Banco de Sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. *Revista Árvore*, 32 (6), 1081-1088.
- Martins, S. V. (2014) *Recuperação de Matas Ciliares*. (3a ed.) Aprenda Fácil.
- Martins, S. V. (2015) *Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados*. (2a ed.), UFV.
- Martins, D. A. P., Lanzarini, A. C., Heinz, C. F., Vieira, F. S., Bonatto, R. A., & Kanieski, M. R. (2017). Avaliação da transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo em uma área degradada no planalto catarinense. *Floresta*, 47 (3), 237-246. 10.5380/ufv.v47i1.52237
- Mattei, V. L. Preparo do solo e uso de protetor físico, na implantação de *Cedrela fissilis* V. e *Pinus taeda* L., por semeadura direta. (1995). *Revista Brasileira de Agrociência*, 1 (3), 127-132.
- Miranda, C. S., Filho, A. C. P., & Pott, A. (2018). Changes in vegetation cover of the Pantanal wetland detected by Vegetation Index: a strategy of conservation. *Biota Neotropica*, 18 (1), 1-6. e20160297. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2016-0297>
- Moss, G.; Moss, M. (2015). *Projeto Rios Voadores*. Brasília-DF, Horizonte.

- Nascimento, L. L., & Quadros, J. R. (2018). Do tempo do direito ao tempo dos rios voadores: As águas da Amazônia à margem da lei. *Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo*, 4 (2), 124-145.
- Neves, S. M. A. S., Nunes, M. C. M., & Neves, R. J. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT-Brasil, no período de 1971 a 2009: Subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. (2011). *Boletim Goiano de Geografia*, 31 (2), 55-68. 10.5216/bgg.V31i2.16845
- Nunes, M. C. M.; Neves, S. M. A. S.; Neves, R. J.; & Nery, J. T. (2016). Comportamento da precipitação pluvial no município de Cáceres Pantanal Mato-grossense no período de 1971 a 2011. *Científica*, 44 (3), p. 271-278. <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2016v44n3p271-278>
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 4, 439-473.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Ed.UAB/NTE/UFSM. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.
- Raupp, P. P., Ferreira, M. C., Alves, M., Campos-Filho, E. M., Sartorelli, P. A. R., Consolaro, H. N., & Vieira, D. L. M. (2020). Direct seeding reduces the costs of tree planting for forest and savana restoration. *Ecological Engineering*, 148, 105788. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105788>
- Reis, A., Bechara, F. C., Tres, D. R., & Trentim, B. E. (2014). Nucleação: Concepção biocêntrica para a restauração ecológica. *Ciência Florestal*, 24 (2), 509-519. ISSN 0103-9954
- Rodrigues, A. B. M., Giuliatti, N. M., & Júnior, A. P. (2020) Aplicação de metodologias de recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros. *Brazilian Applied Science Review*, 4 (1), 333-369. 10.34115/basrv4n1-021
- Rodrigues, B. D., Martins, S. V., & Leite, H. G. (2010) Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. *Revista Árvore*, 34 (1), 65-73.
- Santana, M. F., Cunha, S. B., Souza, C. A., & Raymundi, V. M. O. (2017). Aspectos geoambientais da bacia hidrográfica do córrego Sangradouro – Cáceres, Mato Grosso. In: *Simpósio Brasileiro de Geografia e Física Aplicada – Anais do I Congresso Nacional de Geografia Física*. Campinas (SP). 10.20396/sbgfa.v1i2017.1805
- Santos, L. S., Ferreira, R. A., Aragão, A. G., Amaral, L. A., & Oliveira, A. S. (2012). Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. *Revista Árvore*, 36 (2), p. 237-245.
- Santos Junior, N. A., Botelho, S. A., Davide, A. C. (2004). Estudos da germinação e sobrevivência de espécies arbóreas em sistema de semeadura direta, visando à recomposição de mata ciliar. *Cerme*, 10 (1), 103-117.
- Santos Junior, A., Ishii, I. H., Guedes, N. M. R., & Almeida, F. L. Avaliação da idade das árvores usadas como ninho da arara-azul no Pantanal mato-grossense. *Natureza & Conservação*, 4 (2), 67-76.
- Santos Junior, A. (2010). *Análise de populações de Sterculia apetala em diferentes cenários de manejo da paisagem e sua influência no oferecimento futuro de habitat reprodutivo para Anadorhynchus hyacinthinus no Pantanal*. 108 p. (Tese de Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília-DF.
- Schumacher, M. V., Brun, E. J., Rodrigues, L. M., & Santos, E. M. (2003). Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no estado do Rio Grande do Sul. *Revista Árvore*, 27 (6), 791-798.
- Shao, H. B., Chu, L. Y., Jaleel, C. A., & Zhao, C. X. (2008). Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. *ScienceDirect*, 331, 215-225.
- Silva, C. J., Sousa, K. N. S., Ikeda-Castrillon, S. K., Lopes, C. R. A. S., Nunes, J. R. S., Carniello, M. A., Mariotti, P. R., Lazaro, W. L., Morini, A., Zago, B. W., Façanha, C. L., Albernaz-Silveira, R., Loureiro, E., Viana, I. G., Oliveira, R. F., Cruz, W. J. A., Arruda, J.C., Sander, N.L., Junior, D. S. F., Pinto, V. R., Lima, A. C., & Jongman, R.H.G. (2015). Biodiversity and its drivers and pressures of change in the wetlands of the Upper Paraguay-, Guaporé Ecotone, Mato Grosso (Brazil). *Elsevier*, 47, p. 163-178.
- Silva, K. A., Martins, S. V., Neto, A. M., & Campos, W. H. (2015). Semeadura direta com transposição de serapilheira como metodologia de restauração ecológica. *Revista Árvore*, 39 (5), 811-820. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000500004>
- Silva, F. A. S., & Azevedo, C. A. V. (2016). The Assisat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *Afr. J. Agric. Res*, 11 (39), p. 3733-3740.
- Silva, A. C. D., Smiderle, O. J., Oliveira, J. M. F., & Silva, T. J. (2017). Tamanho da semente e substrato na produção de mudas de açaí. *Advances in Forest Science*, 4 (4), p. 151-156.
- Soares, J. J., & Laurito, S.F. (2017). Seasonal semidecidual forest fragmente soil seed bank and it's relationship with conservation. *Revista Árvore*, 41 (3), e410311. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-90882017000300011>
- Souza, M. O., Smiderle, O. J., Souza, A. G., Chagas, E. A., Chagas, P. C., Lima, C. G. B., & Morais, B. S. (2017). Influência do tamanho da semente na germinação e vigor de plântulas de populações de Camu-Camu. *Scientia Agropecuaria*, 8 (2), p. 119-125. 10.17268/sci.agropecu.2017.02.04
- Uhl, C., Nepstand, D., Silva, J. M. C., & Vieira, I. (1991). Restauração da floresta em pastagens degradadas. *Ciência Hoje*, 13 (76), 23-31.
- Valente, O. F., & Gomes, M. A. (2011) *Conservação de Nascentes. Produção de Água em Pequenas Bacias Hidrográficas*. Aprenda Fácil.
- Villa, E. B., Pereira, M. G., Alonso, J. M., Beutler, S. J., Leles, P. S. S. (2016). Aporte de serapilheira e nutrientes em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio. *Floresta e Ambiente*, 23 (1), 90-99. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.067513>

Yarranton, G. A., & Morrison, R. G. (1974). Spatial dynamics of a primary succession: Nucleation. *Journal of Ecology*. 62 (2), 417-428. 10.2307/2258988
<https://www.jstor.org/stable/2258988>