



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

NAYARA DE SOUZA GANZAROLI

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE ESPÉCIES IMPLANTADAS EM MÓDULOS
DEMONSTRATIVOS DE RECUPERAÇÃO DO CERRADO EM LATOSSOLO NA
REGIÃO SUL DO TOCANTINS**

GURUPI-TO

2021

NAYARA DE SOUZA GANZAROLI

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE ESPÉCIES IMPLANTADAS EM MÓDULOS
DEMONSTRATIVOS DE RECUPERAÇÃO DO CERRADO EM LATOSSOLO NA
REGIÃO SUL DO TOCANTINS**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Curso de Engenharia Florestal para obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: Prof. Dr. José de Oliveira Melo Neto.

GURUPI-TO

2021

<https://sistemas.uft.edu.br/ficha/>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

G211 a Ganzaroli, Nayara de Souza Ganzaroli.

Avaliação do crescimento de espécies implantadas em módulos demonstrativos de recuperação do cerrado em latossolo na região sul do tocaninsAvaliação do crescimento de espécies implantadas em módulos demonstrativos de recuperação do cerrado em latossolo na região sul do tocanins. / Nayara de Souza Ganzaroli Ganzaroli. – Gurupi, TO, 2021.
31 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Engenharia Florestal, 2021.

Orientador: José de Oliveira Melo Neto Neto

1. MDR. 2. Inventário florestal. 3. Altura total. 4. Diâmetro de coleto. I. Título

CDD 577.272

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

NAYARA DE SOUZA GANZAROLI

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE ESPÉCIES IMPLANTADAS EM MÓDULOS
DEMONSTRATIVOS DE RECUPERAÇÃO DO CERRADO EM LATOSSOLO NA
REGIÃO SUL DO TOCANTINS**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Curso de Engenharia Florestal para obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 07/12 /2021

Banca Examinadora

Prof. Dr. José de Oliveira Melo Neto, UFT

Prof^a. Dr^a. Mara Elisa Soares de Oliveira, UFT

Prof. Dr. Saulo Boldrini Gonçalves, UFT

Gurupi, 2021

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por sempre está comigo e sempre sussurrar em meu coração para se forte e corajosa, esse ciclo que se encerra da graduação não foi fácil, e sem ele eu não teria oportunidade de escrever tais agradecimentos. É difícil agradecer todos que de algum modo, seja nos momentos calmos e ou conflituosos, fizeram ou fazem parte da minha vida, por isso agradeço a todos de coração. Agradeço a minha mãe que sempre se mostrou uma mulher forte e doce ao mesmo tempo, segurando minha mão em todos os momentos e caminhando junto a mim, lembro-me quando me encontrava doente e ela me ajudando a costurar os herbários da vida, gratidão por isso. Agradeço aos professores, Prof. Dr. José de Oliveira Melo Neto e Prof. Dr. Saulo Boldrini Gonçalves pela dedicação, pela paciência e boa vontade em ajudar nos momentos difíceis e por serem excelentes profissionais, os quais me espelho.

RESUMO

O presente trabalho objetivou-se na avaliação da dinâmica de crescimento de 12 espécies nativas do Cerrado sentido restrito em Módulo Demonstrativo de Recuperação (MDR). A parcela experimental está inserida em uma área de Reserva legal da fazenda experimental da Universidade Federal do Tocantins – UFT. Foram utilizadas informações de taxa de sobrevivência, incremento médio em DAC, altura média dos indivíduos implantados, frequência relativa de DAC e altura e uma análise hipsométrica com o modelo matemático de Henriksen. A média do incremento em DAC da parcela para o período total de avaliação foi 21,44 milímetros e um desvio padrão de 8,78 milímetros, o que indica uma alta dispersão dos dados em relação à média, foi observado uma redução da dispersão do desvio padrão em relação à média correspondendo à 41,0 % entre 1ª e 3ª avaliação. Dentre as 12 espécies analisadas as que obtiveram um índice de sobrevivência maior que 75% foram: Cajuzinho (100%), Cega Machado (93,1%), Ingá (92,0%), Fava de Bolota (91,8%), Ipê Roxo (90,0%), Farinha Seca (87,5%). O ajuste do modelo de Henriksen para os indivíduos avaliados foi satisfatório, se obteve um coeficiente determinação de 58,0% indicando um ótimo desempenho para um período de 12 meses de avaliação.

Palavras-chaves: Diâmetro de coleto. Inventário florestal. Altura total.

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the growth dynamics of 12 native species from the Cerrado sensu stricto in a Demonstrative Recovery Module (MDR). The experimental plot is located in a Legal Reserve area of the experimental farm of the Federal University of Tocantins – UFT. Information on survival rate, mean increment in DAC, mean height of the implanted individuals, relative frequency of DAC and height, and a hypsometric analysis with the mathematical model of Henriksen were used. The mean increment in CAD of the plot for the total period of evaluation was 21.44 mm and a standard deviation of 8.78 mm, which indicates a high dispersion of the data in relation to the mean, a reduction in the dispersion of the deviation was observed standard in relation to the average corresponding to 41.0% between 1st and 3rd evaluation. Among the 12 species analyzed those that obtained a survival rate greater than 75% were Cajuzinho (100%), Cega Machado (93.1%), Ingá (92.0%), Acorn Bean (91.8%), Ipê Roxo (90.0%), and Dry Flour (87.5%). The adjustment of the Henriksen model for the individuals evaluated was satisfactory, with a determination coefficient of 58.0%, indicating an excellent performance for a period of 12 months of evaluation.

Keywords: Collector diameter. Forest Inventory. Total height.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-Localização da parcela experimental	20
Figura 2-Histogramas da distribuição de frequência para os DAC nos períodos monitorados na parcela do MDR.....	27
Figura 3-Histogramas da distribuição de frequência para as alturas nos períodos monitorados na parcela do MDR.....	29
Figura 4-Média das alturas (m) e incrementos de DAC (mm) por espécie estudada	30
Figura 5-Modelagem hipsométrica para os períodos monitorados na parcela do MDR	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Espécies nativas do Cerrado implantadas nos MDR.....	21
Tabela 2-Taxa de sobrevivência por espécie na parcela de monitoramento do MDR	25
Tabela 3-Dados de incremento médio e desvio padrão do DAC para os intervalos estudados	28

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

MDR	Módulos Demonstrativos de Recuperação
APP	rea de Preservação Permanente
ARL	rea de Reserva Legal
HT	Altura Total
DAC	Diâmetro do Coleta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVO	13
2.1 Objetivos específicos	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 O bioma cerrado e sua biodiversidade	14
3.2 Conservação do cerrado e áreas de preservação	16
3.3 Módulos demonstrativos de recuperação do cerrado	17
3.4 Espécies florestais nativas	18
4 METODOLOGIA	20
4.1 Caracterização da área de estudo	20
4.2 Descrição do experimento	20
4.3 Avaliação do crescimento das espécies	22
4.4 Modelagem dos dados	22
5 RESULTADOS E DISCURSÕES	25
6 CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

O Tocantins é um dos estados brasileiros com maior área coberta pelo bioma Cerrado, com cerca de 182.640 km² (BRASIL, 2015). Entretanto, as formações savânicas, nas quais estão inseridas as áreas de cerrado *sensu stricto* geralmente ocupam terrenos planos de solos profundos, ideais à agricultura mecanizada, que propiciam a conversão de áreas naturais em lavouras e pastagens. Resultado disso, é que essas formações perderam cerca de 50% de sua vegetação (AQUINO et al., 2009). Destacando esse bioma como tendo a maior taxa de desmatamento anual dentre todos os biomas brasileiros, liderados pelos estados da Bahia, Maranhão e Tocantins (SANO et al., 2007; FERREIRA et al., 2017).

Atualmente poucas são as propriedades rurais que se encaixam aos parâmetros do código florestal onde deve possuir área de reserva legal com espécies nativas. Com isso, espera-se que a recomposição florestal dessas áreas seja uma maneira de atender às exigências legais e conseqüentemente contribuir com a regeneração do bioma que as espécies nativas estão inseridas, possibilitando ainda o uso sustentável desses recursos (BERTONHA et al., 2016).

Neste contexto, se faz necessária a implementação de técnicas e estudos que possam contribuir na conservação e recuperação dessas áreas. Os Módulos Demonstrativos de Recuperação (MDR) do Cerrado são um modelo que se baseia no estabelecimento de espécies arbustivas e arbóreas nativas da região, visando recuperar áreas degradadas, principalmente de reservas legais, no qual se faz o estabelecimento misto das espécies nativas do cerrado em uma área de tamanho pré-determinado. As espécies nativas estabelecidas na área possuem a função inicial de formar a primeira cobertura vegetal, facilitando, futuramente, a reabilitação do local (AQUINO et al., 2009).

O MDR tem sido utilizado para recuperação florestal em diversos biomas, sendo que seu modelo é baseado em outros já adotados no que diz respeito à recuperação de florestas tropicais úmidas. Podendo ser alternativa para recuperação de áreas degradadas bem como recuperação de áreas de reserva legal – ARL, e Áreas de preservação permanente - APP's, esse modelo torna-se bem aceito pelos proprietários rurais, proporcionando uma maior adesão a proteção do Cerrado ao aliar resultado econômico a recuperação da vegetação por meio dos serviços ambientais e do aproveitamento futuro das espécies ali plantadas. Do ponto de vista ecológico, para recuperar a área sentido restrito de Cerrado, ou seja, de ambiente de savânicos, o MDR permite uma recuperação mais rápida do que o modelo de sucessão, pois as

espécies florestais proporcionam crescimento aéreo mais acelerado, enquanto as raízes das espécies savânicas crescem mais rápido (ANTEZANA, 2008).

2 OBJETIVO

O objetivo desse trabalho de conclusão de curso foi avaliar a dinâmica de crescimento de espécies nativas do Cerrado em Módulo Demonstrativo de Recuperação localizado sobre Latossolo implantado na região sul do estado do Tocantins.

2.1 objetivos específicos

Identificar as espécies com maior taxa de sobrevivência no período analisado.
Ajustar o modelo de Henriksen para estimativa da altura (m) dos indivíduos no MDR.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 o bioma cerrado e sua biodiversidade

O Cerrado ocupa cerca de um quarto do território brasileiro, com pouco mais de 200 milhões de hectares de um rico patrimônio, de recursos naturais renováveis, adaptado as condições adversas de clima, solo e disponibilidade hídrica aos quais determinam sua existência (MAROUELLI, 2003). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004), o bioma, ocupa a porção central do Brasil e engloba parte dos estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, São Paulo e Tocantins, além do Distrito Federal. Tal fato demonstra a presença massiva desse bioma no Brasil, uma vez que, dentre os seis outros biomas existentes em território brasileiro, o Cerrado é ultrapassado apenas pela extensão territorial da Floresta Amazônica, como apontam Ribeiro e Walter (1998).

Esse bioma é composto por mais de um tipo fitofisionômico, ou seja, possui mais de um tipo de vegetação. Portanto, no mosaico vegetacional presente no Cerrado, é possível encontrar formações florestais, savânicas e campestres, onde cada uma destas apresenta em si subtipos de fitofisionomia (RIBEIRO; WALTER, 1998). Entre os tipos fitofisionômicos encontrados nas formações florestais tem-se a presença de Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão. Já nas formações savânicas, nota-se vegetação de Cerrado em sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda. A vegetação campestre, por sua vez, engloba Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo.

É importante destacar, ainda, algumas das características predominantes de cada uma dessas formações vegetais. De acordo com Sano et al (2007), as áreas que apresentam formação de dossel contínuo ou descontínuo e preeminência de espécies de árvores, são compreendidas dentro do espectro de formação florestal. Nas áreas onde se tem a ausência de dossel contínuo e a existência de áreas com árvores e arbustos dispersos sob solo gramíneo, se trata de uma vegetação savânica. E nas áreas em que se percebe a presença de espécies herbáceas e arbustivas, alternada com a ausência de árvores ao redor, classifica-se como formação campestre.

Para pensar sobre os solos encontrados no bioma Cerrado, é válido refletir sobre a definição de solo. À luz do que traz Reatto e Martins (2005), que o solo é produto de cinco variáveis interdependentes, consideradas como fatores de formação do solo. Segundo os autores, compõem o quadro dessas variáveis o clima, organismos, material de origem, relevo

e tempo. Nesse sentido, alguns fatores são passivos, isto é, sofrem mudanças decorrentes de fatores externos e outros são ativos, agindo sobre o ambiente e o modificando. Com isso em mente, temos no Cerrado diferentes tipos de solo, entre eles: Latossolos, Neossolos quartzarênicos, Argissolos, Nitossolos vermelhos, Cambissolos, Chernossolos, Plintossolos, Gleissolos, Neossolos litólicos, Neossolos flúvicos e Organossolos méxico ou háptico (REATTO; MARTINS, 2005).

Contudo, neste trabalho pretende-se focar principalmente nos Latossolos, por ser um solo predominante no Cerrado. Esse tipo de solo é caracterizado pelo alto grau de intemperismo e profundidade. São solos drenados e com textura argilosa ou muito argilosa. Dentre os tipos de Latossolos, existem os Latossolos Vermelhos de Textura Argilosa, os Latossolos Vermelho-Amarelo de Textura Argilosa e os Latossolos Vermelho-Amarelo de Textura Média. É importante sublinhar que esses tipos de solos são férteis, em decorrência da própria matéria orgânica que advém da vegetação e também por causa do “carreamento de material das áreas adjacentes” (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Retomando, contudo, ao fato de que o Cerrado ocupa o lugar de segundo maior bioma em extensão territorial do país, algo contraditório é observado: pouco se produz acerca de sua biodiversidade, o que deveria ser diferente, “pois se trata da mais rica e ameaçada savana do planeta” (SCARIOT; FELFILI; SILVA, 2005). Diversos autores destacam esse bioma como um hotspot, isto é, como uma área com indicativo prioritário para conservação, devido à sua ampla biodiversidade e ameaça iminente às espécies do local. França et al. (2015) indicam que 30% da biodiversidade brasileira é proveniente do Cerrado, todavia, devido à degradação, até o ano de 2015 somente 50% dos habitats desse bioma permaneciam intactos.

No que tange à sua degradação, Felfili, Sousa-Silva e Scariot (2005) mencionam que são diversos fatores que compõem ameaças ao Cerrado. Dentre tais causas, os autores citam:

- (a) de ordem institucional (dificuldade de aplicar a legislação ambiental existente, deficiências na fiscalização e carência de conscientização ambiental); (b) fogo; (c) desmatamentos; (d) expansão agrícola e pecuária (sem ordenamento ecológico-econômico); (e) contaminantes ambientais (emprego desordenado de pesticidas, herbicidas e outros tóxicos ambientais, provocando poluição das águas e do solo); (f) erosão (assoreamento de corpos d'água, lixiviação e perda de solos devido ao emprego de técnicas não apropriadas de uso do solo); (g) uso predatório de espécies (sobre-exploração de espécies da flora e fauna); (h) implantação de grandes obras de infraestrutura (impactos causados pela abertura de rodovias, hidrovias, hidrelétricas e outras obras); (i) turismo desorganizado e predatório e outras causas. (FELFILI, SOUSA-SILVA e SCARIOT, 2005).

A partir desse mosaico de possíveis causas, pode-se inferir também que a degradação desse bioma está se dando de forma acelerada, o que requer ações práticas urgentes e sustentáveis. Hipoteticamente, é possível pensar que um olhar para essas questões constitui um legítimo primeiro passo, para que possam existir mudanças concretas em relação a isso. Nesse sentido, é imprescindível pensar sobre medidas de recuperação de áreas degradadas.

3.2 conservação do cerrado e áreas de preservação

Apesar da grandiosidade do bioma Cerrado, ele muitas vezes é menosprezado devido à grande parte da sua fitofisionomia ser composta de árvores e arbustos tortuosos, de baixo porte e casca grossa, o que ignora o fato que o Cerrado abriga uma vasta riqueza biológica. Com isso, suas áreas nativas vêm diminuindo em decorrência do uso extensivo para a agricultura e exploração mineral, sem um devido planejamento do uso da terra (AQUINO; OLIVEIRA, 2006). O elevado crescimento da agricultura brasileira nas últimas quatro décadas reflete, em grande parte, o desenvolvimento desse setor no Cerrado, ilustrando a importância do bioma para a economia do País (SANTANA et al., 2020).

De acordo com a cartilha publicada pelo Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (2019), somente 8,21% do território do Cerrado é protegido por vias legais a partir de unidades de conservação. Por outro lado, existem algumas localidades que são conservadas ou minimamente conservadas, como as Áreas de Reserva Legal (ARL) e as Áreas de Preservação Permanente (APP's).

As áreas de Reserva Legal foram instituídas pelo Código Florestal Brasileiro desde a sua primeira versão, decretada em 1934 e instituída como Lei em 1965, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliando na conservação e na reabilitação dos processos ecológicos, proporcionando a conservação da biodiversidade, bem como garantindo abrigo e proteção de fauna silvestre e da flora nativa. Trata-se de uma área de uso restrito, na qual é passível de aproveitamento de seus recursos naturais desde que mantidas as características e funções do ecossistema local.

O estado do Tocantins está incluso na Amazônia legal, e de acordo a Lei 12.651/2012 a propriedade rural que ocupe o bioma cerrado que faça parte da Amazônia legal deve reservar 35% da sua área a título de Reserva legal, e de 20% para áreas que não fazem parte da Amazônia Legal, mas que ocupem o bioma cerrado. Essa lei também intitulada como novo código florestal, faz o incentivo à preservação e conservação do meio ambiente tendo em vista

o reconhecimento dos impactos positivos no campo através da adoção de uma produção sustentável.

Entretanto, por ser uma área que se propõe a conservar a vegetação a partir do uso sustentável e que, não necessariamente dispensa ações que visam interesses econômicos, o conceito de Reserva Legal impõe um desafio. Isso se expõe dessa forma devida à dificuldade de equilibrar as duas coisas: uso sustentável dos recursos e interesses econômicos. Isto pois, dependendo da forma como se der o plantio na terra, espécies nativas podem ser retiradas da vegetação, para dar lugar a espécies exóticas, como soja e milho. Dessa forma, existe uma necessidade de debate acerca de estratégias que possam favorecer a conservação de ecossistemas nativos em ARL's, para que se possa, de fato, ceder orientações que contribuam concretamente para o uso dos recursos naturais dessas áreas de forma sustentável, isto é, que sejam possíveis.

Em paralelo, as chamadas APP's, servem especialmente para propiciar proteção às áreas sob risco de degradação, não podendo então ser exploradas, diferentemente das ARL. Suas principais funções são a conservação da biodiversidade vegetal, a criação de zonas de refúgio para a fauna silvestre, a proteção do solo a processos de erosão, o evitamento de assoreamento e poluição dos recursos hídricos, a potencialização da infiltração da água e abastecimento do lençol e, como ponto importante, o manutenção da fertilidade do solo (IMAFLOA, 2019).

Ainda assim, algumas dessas APP's e ARL's englobam áreas sem vegetação, o que requer medidas de recuperação. Algumas dessas medidas podem incluir estratégias como o plantio de espécies nativas, por exemplo. Nesse ínterim, chama-se atenção para os Módulos Demonstrativos de Recuperação (MDR), cujo fim é a restauração de ecossistemas, a partir de sua reconstituição (AQUINO et al., 2009).

3.3 módulos demonstrativos de recuperação do cerrado

Os Módulos Demonstrativos de Recuperação são basicamente áreas localizadas de plantio, onde se faz uso de espécies nativas daquele bioma (neste caso, do Cerrado) e de diferentes tipos vegetacionais (ANTEZANA, 2008). As espécies nativas estabelecidas na área possuem a função inicial de formar a primeira cobertura vegetal, facilitando, futuramente, a reabilitação do local (AQUINO et al., 2009).

Mais precisamente, esses Módulos agem de forma alternativa na recuperação de áreas degradadas, a que se propõe conservação. Antenaza (2008) menciona como essa é uma forma

interessante de conservação, pois consegue unir tanto a perspectiva de recuperação de áreas degradadas, quanto a possibilidade de resultado econômico, uma vez que se recupere e se mantenham as espécies ali plantadas. Ainda assim, a autora chama atenção para o fato de que, independentemente das motivações que estejam por trás da conservação de determinado bioma, estas ações devem estar baseadas em conhecimento científico. Deste modo, no que diz respeito à utilização dos MDR, percebe-se a necessidade da realização de estudos que forneçam dados e instrumentalização atualizados e concisos acerca de tal prática, assim como apontado acima sobre as estratégias de sustentação das Áreas de Reserva Legal.

3.4 espécies florestais nativas

Em função da crescente importância da revegetação de áreas degradadas, e a utilização de espécies nativas nos MDR, surge a necessidade de destacar quais são algumas dessas espécies, bem como a inserção que elas têm no processo de recuperação de áreas degradadas já que um dos grandes desafios para a recuperação de áreas degradadas refere-se a escolha das espécies adequadas para cada ambiente e degradação ocorrida, levando em consideração, por exemplo, a sobrevivência de mudas, sua velocidade de crescimento e a disponibilidade no mercado (NERI et al., 2011; CORTES, 2012).

Cabe destacar nesse trabalho que o processo de retomada da vegetação ocorre em espaços alterados, dessa forma, é de extrema importância, o conhecimento do estágio sucessional de cada espécie. A Sucessão é um processo de mudanças graduais na comunidade, que envolve os padrões de colonização e extinção de espécies de forma direcional e não sazonal (BEGON et al., 1988). A retomada de ambientes antes já habitados do Cerrado, se dá pela sucessão secundária, que pode ser representada por este modelo simples, que é composto de três fases da sucessão. A primeira fase é composta de ervas e arbustos; a segunda fase pelas espécies pioneiras e a terceira fase por espécies secundárias tardias (FINEGAN, 1992).

Existem diferentes tipos de fitofisionomia neste bioma, como previamente mencionado. Com isso, algumas espécies são mais características de determinadas áreas vegetacionais do Cerrado. Pensando mais especificamente em Mata de Galeria, Mata Seca e Cerrado *stricto sensu*, destacam-se as seguintes espécies: *Anacardium Humile* – Cajuziho, *Jacaranda copaia* – Caroba, *Physocalymma scaberrimum Pohl* – Cega Machado, *Sterculia chicha* – Chicha, *Cecropia pachystachya* – Embaúba, *Abarema langsdorfii* – Farinha Seca, *Parkia multijuga* – Fava de Bolota, *Inga edulis* – Ingá, *Handroanthus albus* – Ipê Amarelo, *Handroanthus impetiginosus* – Ipê Roxo, *Curatella americana L* – Lixeira, *Tapirira*

guianensis Aubl. - Pau-pombo, *Callophylum brasiliense* Camb.- Guanandí/Landim, *Genipa americana* L. – Jenipapo, *Hymenea courbaril* L. - Jatobá-da-mata, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan - Angico branco, *Astronium fraxinifolium* Schott - Gonçalo Alves, *Myroxylon peruiferum* Linn. F. – Bálsamo, *Tabebuia roseo-alba* Sand. - Ipê branco, *Eugenia dysenterica* Mart. ex D.C. – Cagaita, *Hymenea stigonocarpa* Mart.ex Hayne - Jatobá-do-cerrado, *Rapanea guianensis* Aubl. – Pororoca, *Plathymenia reticulata* Benth. – Vinhático, *Simarouba versicolor* St. Hil. - Mata cachorro e *Tibouchina frigidula* Cogn. – Quaresmeira.

Pilom e Durigan (2013) explicam que as espécies de formações savânicas do Cerrado possuem desenvolvimento lento de suas partes aéreas o que pode torna o processo de cobertura do terreno tardio, e exigir mais tempo de manutenção. Um experimento conduzido por Oliveira et al., (2015) com o objetivo de recuperar uma área de Reserva Legal de 6.750m² recoberta por braquiária (*Urochloa decumbens*) no Distrito Federal, acompanhado ao longo de cinco anos, destacou os seguintes resultados: o plantio foi heterogêneo; mostrou que utilizando-se espécies savânicas e florestais, acelerou o processo de cobertura do solo pelas espécies de ambientes florestais que seriam manejadas no futuro. E ao final do experimento observou-se uma sobrevivência média, consideravelmente alta (73,8%) para a maioria das espécies plantadas. Mostrando eficiente o plantio misto de espécies savânicas e florestais na recuperação de áreas de Reserva Legal do bioma Cerrado.

4 METODOLOGIA

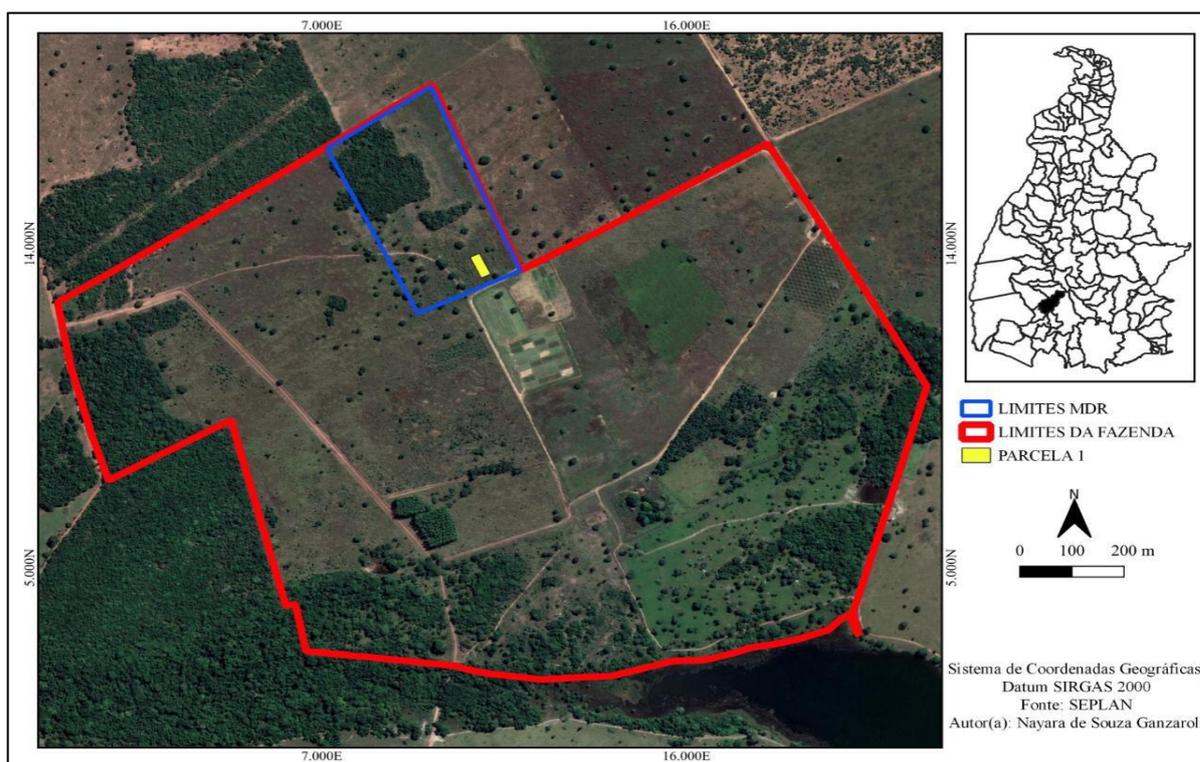
4.1 caracterização da área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Tocantins, localizada no município de Gurupi, coordenadas geográficas 11.77 e 11.78° Sul, 49.04 e 49.06° Oeste, região sul do Tocantins. O solo da área pertence à classe de Latossolos (SEPLAN, 2012) sobre o qual ocorre originalmente no Cerrado Strictu sensu. A classificação climática para a região de acordo com Köppen-Geiger é Aw, possui uma temperatura média é 27.0 °C e pluviosidade média anual de 1617 mm (CLIMATE - DATA, 2021).

4.2 descrição do experimento

Na Figura 1 é apresentada a localização da parcela de monitoramento dos MDRs.

Figura 1-Localização da parcela experimental



Fonte: autor.

Os módulos demonstrativos de recuperação do Cerrado foram implantados em janeiro de 2020. Na área do MDR foram implantados 2 módulos de recuperação de 3 ha cada, com

variações na composição de espécies em função de sua utilidade e da classe de solo. Assim, a área possuía espécies madeireiras e não madeireiras nativas do bioma Cerrado.

A parcela do experimento é de 20 x 50 metros, totalizando uma área de 1000 m², os indivíduos foram plantados em espaçamento aproximado de 2 x 2 metros, contemplando 10 linhas de plantio dentro da parcela e aproximadamente 24 indivíduos por linha.

Na implantação dos MDR's foram realizadas as atividades de preparo da área e plantio das espécies, na seguinte sequência: Combate a formiga, limpeza da área, correção do solo, subsolagem, abertura das covas e adubação de base na cova. A vegetação dessa área estava coberta por pastagens degradada (capoeira).

O combate a formigas foi realizado com isca granulada, a limpeza da área foi mecanizada com trator agrícola em toda a área do módulo. A correção do solo foi feita com calcário dolomítico conforme a análise de solo feita na área. A subsolagem feita na linha de plantio com trator agrícola e subsolador mono haste. A abertura das covas foi realizada de forma manual nos tamanhos 40 x 40 x 40 cm. O adubo químico, foi aplicado na cova, conforme a recomendação da análise de solo.

Na Tabela 1, são apresentadas as 12 espécies nativas do Cerrado implantadas na área do MDR.

Tabela 1-Espécies nativas do Cerrado implantadas nos MDR

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	ESTÁGIO SUCESSIONAL	USO
Cajuzinho	<i>Anacardium humile</i>	Anacardiaceae	ST	Não Madeireiro
Caroba	<i>Jacaranda copaia</i>	Bigbnoniaceae	P, SI	Madeireiro
Cega Machado	<i>Physocalymma scaberrimum</i> <i>Pohl</i>	Lythraceae	P	Madeireiro
Chichá	<i>Sterculia chicha</i>	Malvaceae	ST	Não Madeireiro
Embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i>	Urticaceae	P	Não Madeireiro
Farinha Seca	<i>Abarema langsdorfii</i>	Fabaceaea	P, SI	Madeireiro
Fava de Bolota	<i>Parkia platycephala</i>	Fabaceaea	SI	Não Madeireiro
Ingá	<i>Inga edulis</i>	Fabaceaea	P, SI	Não Madeireiro
Ipê Amarelo	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bigbnoniaceae	ST	Madeireiro
Ipê Roxo	<i>Tabebuia heptaphylla</i>	Bigbnoniaceae	ST	Madeireiro
Jenipapo	<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	P, SI, ST	Não Madeireiro
Lixeira	<i>Curatella americana L</i>	Dilleniaceae	P	Não Madeireiro

Estágio Sucessional: (P) Pioneira; (SI) Secundária inicial; (ST) Secundária tardia.
 Fonte: autor.

4.4 avaliações do crescimento das espécies

O crescimento das espécies nativas foi avaliado a partir do primeiro mês de estabelecimento do plantio, em todas as plantas da parcela amostral, tomando-se informações para as seguintes variáveis:

- a) altura total (HT): mensurada verticalmente do solo até o meristema apical, com o auxílio de uma régua graduada;
- b) diâmetro do Coleto (DAC): obtido a partir do diâmetro do coleto, com auxílio de paquímetro digital.

Foi realizada uma avaliação prévia no primeiro mês após a implantação do povoamento para fins de verificação da mortalidade e eventual substituição dos indivíduos. Foi decidido que não seria feito replantio dos indivíduos mortos.

As avaliações de crescimento, tanto em altura quanto em DAC, foram realizadas em três momentos: aos 4 meses, 8 meses e 12 meses após o plantio.

Foi calculada a taxa de sobrevivência dos indivíduos para os três períodos avaliados em comparação com os indivíduos observados no primeiro mês de implantação do povoamento com base na Equação 1.

$$\text{Sobrevivência} = \left(\frac{\text{Indivíduos na avaliação}_i}{\text{Indivíduos 1º mês}} \right) * 100 \quad (1)$$

4.5 modelagem dos dados

Após a obtenção dos dados de diâmetros e altura em campo, os dados foram tabulados e processados com o uso do software Microsoft Excel ® em sua versão 2013.

A análise da estrutura dos dados de DAC e HT, em termos de frequência, foi realizada a partir da organização dos mesmos em classes aplicando o método proposto por Sturges para definição do número de classes (k) conforme a Equação 2.

$$k = 1 + 3,3 * \log(n) \quad (2)$$

Em que n representa o número de indivíduos na parcela.

A amplitude total dos conjuntos de dados foi definida pela subtração entre o maior e o menor valor observado. Já a amplitude de classe foi definida pela relação entre a amplitude total e o número de classes.

O centro de cada classe foi definido como a média entre os limites superior e inferior de cada classe. Para determinar a frequência relativa (FR) dos indivíduos presentes em cada classe foi aplicada a Equação 3.

$$FR = \left(\frac{Fa}{n}\right) * 100 \quad (3)$$

Em que Fa representa a quantidade de indivíduos presentes na classe.

O modelo matemático de Henriksen (Equação 4), foi ajustado em função do DAC (mm), para a estimativa da altura total da árvore – HT (m). O procedimento utilizado para a realização dos cálculos e obtenção dos coeficientes (β) foi o método dos mínimos quadrados (Equação 5 e 6), onde procura-se encontrar o melhor ajuste para um conjunto de dados, tentando minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre o valor estimado e os dados observados.

$$HT = \beta_0 + \beta_1 * \ln(DAC) + \varepsilon \quad (4)$$

HT- Altura total da árvore;

Bi- Coeficientes do modelo;

DAC- Diâmetro do coleto.

$$\beta_0 = \bar{Y} - (\bar{X} * \beta_1) \quad (5)$$

$$\beta_1 = \frac{\sum XY - \left(\frac{\sum X * \sum Y}{n_i}\right)}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n_i}} \quad (6)$$

β_1 - Coeficientes;

X – Logaritmos neperianos do DAC (mm);

\bar{X} - Média dos logaritmos neperianos do DAC (mm);

Y- Alturas observadas (m);

\bar{Y} - Média das alturas observadas (m);

n_i - Número de espécies.

Os incrementos do DAC foram calculados entre a segunda e primeira avaliação, compondo o intervalo 1, entre a segunda e terceira avaliação, compondo o intervalo 2 e o intervalo total representado pela relação entre a terceira avaliação e a primeira. Por fim, foi obtido a média do incremento e desvio padrão por espécies nos intervalos definidos.

Foi aplicado o teste de correlação de Pearson para verificar se há algum padrão comportamental de crescimento entre a altura e o DAC dos indivíduos da parcela.

5 RESULTADOS E DISCURSÕES

Na Tabela 2 são apresentadas as taxas de sobrevivência dos indivíduos inventariados na parcela de monitoramento do MDR.

Tabela 2-Taxa de sobrevivência por espécie na parcela de monitoramento do MDR

Espécies	Total de indivíduos plantados	Sobrevivência (%)		
		4 meses	8 meses	12 meses
Cajuzinho	6	100,0	100,0	100,0
Caroba	11	100,0	100,0	72,7
Cega Machado	29	100,0	96,6	93,1
Chichá	13	92,3	92,3	69,2
Embaúba	18	83,3	77,8	72,2
Farinha Seca	8	100,0	87,5	87,5
Fava de Bolota	61	98,4	98,4	91,8
Ingá	25	100,0	96,0	92,0
Ipê Amarelo	32	96,9	40,6	40,6
Ipê Roxo	10	100,0	90,0	90,0
Jenipapo	28	96,4	96,4	57,1
Lixeira	15	100,0	93,3	46,7
Média da parcela	-	97,3	87,9	75,8

Fonte: autor.

Foram plantadas na parcela 256 mudas de indivíduos distribuídos entre as 12 espécies selecionadas para implantação do MDR. Devido ao processo aleatório de distribuição das mudas dentro da área, algumas espécies tiveram pouca representatividade dentro da parcela, como observado para as espécies Cajuzinho e Farinha Seca com 6 e 8 indivíduos, respectivamente. Apesar de pouca ocorrência destes indivíduos na parcela de monitoramento, todos apresentaram altas taxas de sobrevivência ao longo do período analisado com valores de 100 % para o Cajuzinho e 87,5 % para a Farinha Seca ao final do período de 12 meses.

No primeiro período de avaliação, aos 4 meses, a mortalidade das espécies na parcela foi baixa, sabendo que, essa fase é a mais crítica para as espécies devido as adaptações das mudas em campo. Contudo, no período total de avaliação de 12 meses foi observada a morte de 62 indivíduos ao todo, sendo a maior ocorrência de mortes na espécie de Ipê Amarelo

chegando ao período de avaliação de 12 meses com apenas 40,6 % de sobrevivência, Lixeira com 46,7 % e Jenipapo com 57,1 % de sobrevivência. A taxa de sobrevivência total do experimento manteve-se entorno de 75,0 %. Em um estudo de recuperação de áreas do Cerrado no Distrito Federal, Cortes (2012) registrou taxas médias de sobrevivência de aproximadamente 90,0 % após 12 meses do plantio.

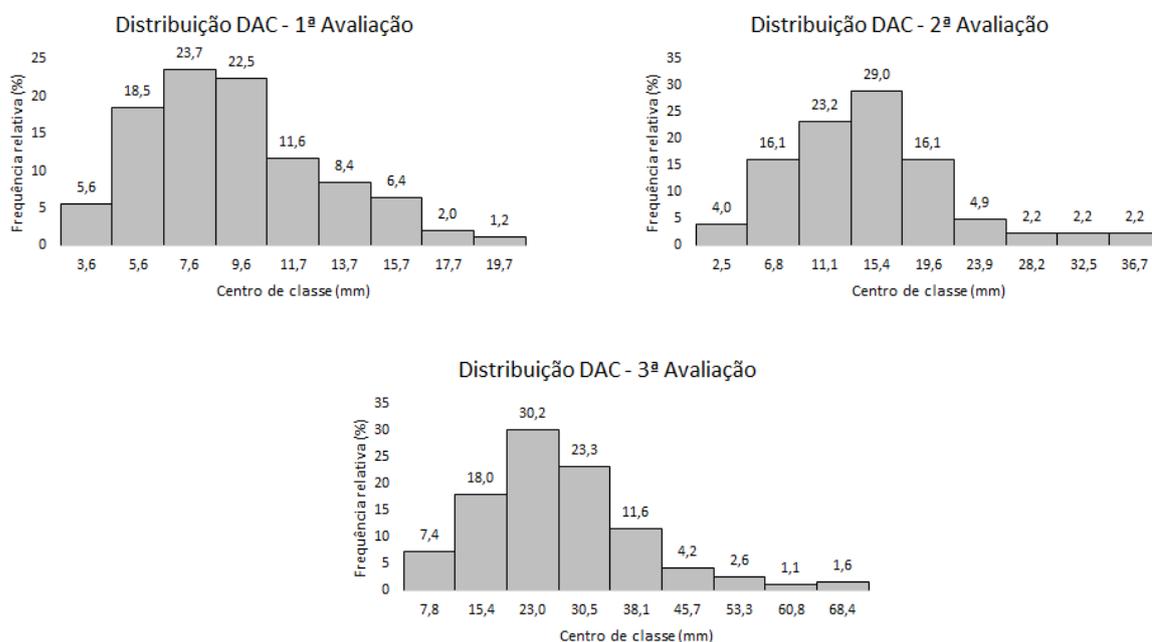
Felfili et al. (2000), explicam que a recuperação de áreas degradadas envolve um grande número de fatores capazes de interferir no sucesso da implantação das espécies na área, e que isso é advindo do dinamismo dos serviços oferecidos pelos ecossistemas naturais, tais como: fatores físicos e químicos do solo, atividades vizinhas à área de implantação, topografia do terreno, regeneração natural existente, caracterização da vegetação restante, escolha das espécies, disponibilidade de água, modelos para plantio, presença de praga entre outros que podem surgir ao decorrer do processo de recuperação.

Os baixos índices de sobrevivência após 12 meses para algumas espécies podem ter relação com a complexidade da revegetação associada aos aspectos sucessionais de cada espécie, tendo em vista, por exemplo que o Ipê Amarelo faz parte do grupo sucessional de secundárias tardias (LORENZI, 2002). Além disso, o Ipê Amarelo é caracterizado por ser bastante susceptível a doenças o que pode acarretar em perdas significativas de mudas, conquanto não foi realizada uma avaliação patológica na área o que limita o estudo de caso. Não foi evidenciada uma relação entre as taxas de sobrevivência e as características dos grupos sucessionais das demais espécies. A espécie Cajuzinho apresentou sobrevivência de 100% e possui características de espécies secundárias tardias.

Já os indivíduos com maior frequência na parcela foram a Fava de Bolota (61 indivíduos), Ipê Amarelo (32 indivíduos), Cega Machado (29 indivíduos), Jenipapo (28 indivíduos) e Ingá (25 indivíduos), onde a Fava de Bolota, Ingá e Cega machado obtiveram boas taxas de sobrevivência acima de 90,0 %.

Na figura 2 são apresentados os dados da distribuição da frequência para os DAC's de todas as espécies monitoradas na parcela do MDR nas três avaliações.

Figura 2-Histogramas da distribuição de frequência para os DAC nos períodos monitorados na parcela do MDR



Fonte: autor.

De maneira geral, as frequências relativas apresentaram a maior concentração de indivíduos entre a terceira e quarta classe, característico de comunidades jovens. Esse tipo de distribuição é denominado como unimodal, apresentando a característica de que não existiram intervenções silviculturais às classes diamétricas existentes (FERREIRA, 2001).

De acordo com os histogramas, na primeira avaliação, a maior frequência 23,7% (59 indivíduos) dos DACs obtidos pertencem ao centro de classe de 7,6 mm, e a menor frequência de 1,2% (3 indivíduos), para DACs com centro de classe em 19,7 mm. Já na segunda avaliação aos 8 meses, observa-se que o centro de classe do DAC que se sobressaiu foi de 15,4 mm, tendo uma frequência encontrada de 29% (65 indivíduos) a menor frequência foi de 2,2% (5 indivíduos) no centro de classe com 36,7 mm de DAC. Aos 12 meses de avaliação a maior frequência foi de 30,2% (57 indivíduos) com centro de classe de 23 mm, e menor frequência de 1,6% (3 indivíduos) com centro de classe de 68,4 mm de DAC.

Uma característica geral das florestas nativas, principalmente as tropicais, refere-se ao comportamento da distribuição dos diâmetros em exponencial negativo, em formato de "J invertido", ou seja, apresenta uma quantidade maior de indivíduos nas classes de tamanho menores e isso vai reduzindo à medida que a classe aumenta. Esse padrão de distribuição é uma característica das florestas tropicais inequidêneas (LIMA; LEÃO, 2013).

Conhecendo-se a estrutura diamétrica das espécies implantadas, é possível avaliar o desenvolvimento da implantação, tendo em vista os diversos fatores que podem interferir durante seu crescimento, favorecendo o manejo e atividades de exploração comercial (BARTOSZECK et al., 2004).

A tabela 3 apresenta os dados de incremento médio (mm), e desvio padrão do DAC para os intervalos observados.

Tabela 3-Dados de incremento médio e desvio padrão do DAC para os intervalos estudados

Espécies	Intervalo 1		Intervalo 2		Intervalo Total	
	Desvio Padrão*	Incremento Médio*	Desvio Padrão*	Incremento Médio*	Desvio Padrão*	Incremento Médio*
Cajuzinho	4,00	14,09	8,20	23,02	11,62	37,11
Caroba	3,81	5,46	2,95	11,11	5,32	16,57
Cega Machado	6,77	7,77	5,44	12,03	6,20	18,26
Chichá	4,55	7,91	4,97	16,72	8,06	24,64
Embaúba	5,67	10,92	9,56	14,83	10,71	25,75
Farinha Seca	10,08	14,71	14,11	27,59	19,70	42,30
Fava de Bolota	4,43	7,00	5,67	15,91	6,98	22,64
Ingá	3,48	5,71	8,91	12,13	11,69	17,03
Ipê Amarelo	2,22	3,09	3,79	7,44	4,77	9,86
Ipê Roxo	5,81	14,23	3,32	8,12	6,72	22,35
Jenipapo	3,76	2,92	2,92	5,72	4,42	8,41
Lixeira	2,05	2,32	9,69	9,92	9,19	12,34
Média da parcela	4,72	8,01	6,63	13,71	8,78	21,44

Fonte: autor.

Nota: Leitura realizada em milímetros.

Os resultados encontrados na parcela indicam a alta variabilidade no comportamento de crescimento do DAC entre os indivíduos, isso pode ter correlação a grande variabilidade de espécies implantadas e seus requerimentos ecológicos distintos. Lima et al. (2018) afirmam que, quaisquer que sejam as taxas de crescimento das espécies em projetos de recuperação faz necessário o uso de plantas de diversos grupos ecológicos e diferentes graus de desenvolvimento, pois aumentam as chances de sucesso dos plantios, principalmente em relação à restauração de funcionalidades ambientais, baixos incrementos, podem estar relacionados às condições edafoclimáticas.

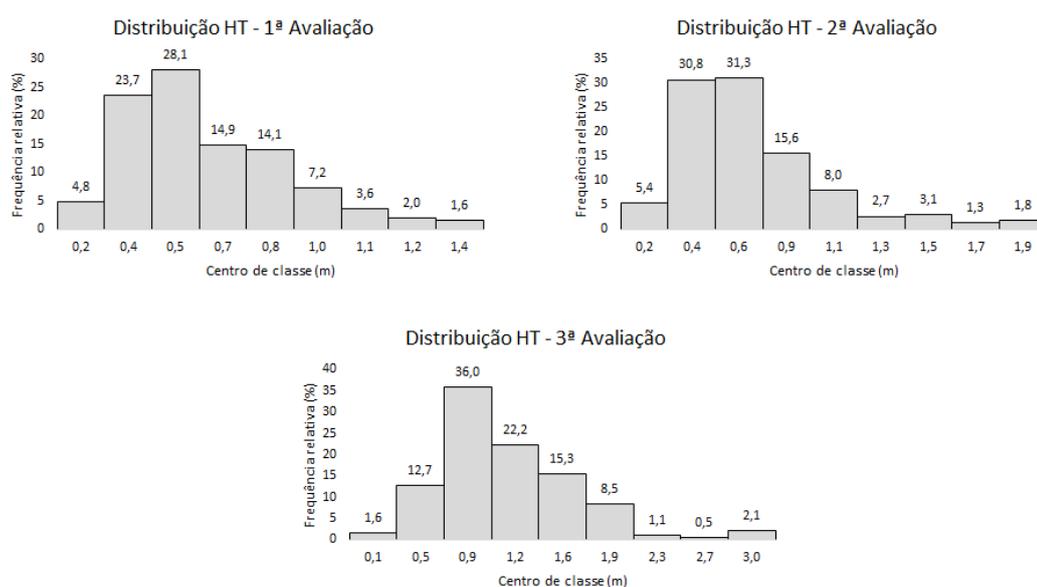
Foram observados altos valores de desvio padrão em relação à média do incremento de DAC para todas as espécies em todos os intervalos analisados. Ao comparar o ganho de DAC entre a 1ª e 2ª avaliação (Intervalo 1) observa-se que o desvio padrão dos dados em relação à

média representou 58,9 % desta, o que reforça a alta variabilidade. O mesmo foi observado ao correlacionar o ganho de DAC entre a 2ª e 3ª avaliação (Intervalo 2), em que o desvio padrão correspondeu a 48,4 % da média do incremento de DAC da parcela. Já analisando o período como um todo, relação entre a 1ª e 3ª avaliação, percebe-se uma redução da dispersão do desvio padrão em relação à média correspondendo à 41,0 %.

Ao analisar por espécie, os indivíduos de Lixeira apresentaram a maior dispersão dos dados em relação à média para todo período analisado, enquanto que o Ipê Roxo apresentou um incremento mais homogêneo entre os indivíduos na parcela.

Na figura 3 são apresentados os dados da distribuição da frequência para as alturas de todas as espécies monitoradas na parcela do MDR nas três avaliações.

Figura 3-Histogramas da distribuição de frequência para as alturas nos períodos monitorados na parcela do MDR



Fonte: autor.

Nota: Dados Trabalhados pelo autor.

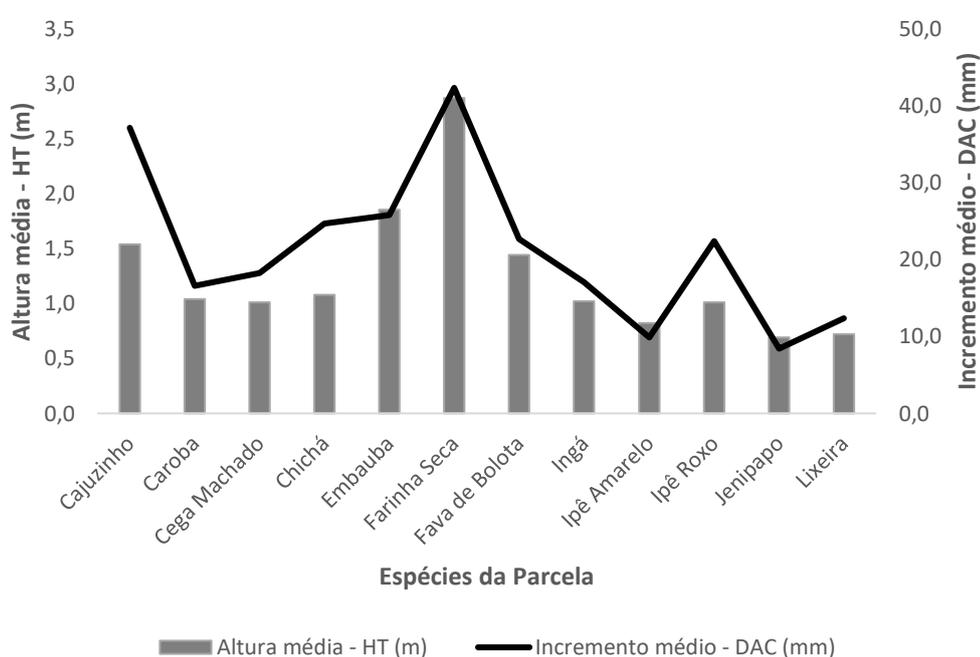
Pode-se verificar, pelo gráfico, que a classe 3 apresentou o maior número de indivíduos nas três avaliações. O formato da distribuição das alturas em classes corresponde ao esperado para formações florestais típicas do Cerrado sentido restrito conforme observado por Giacomini et al. (2013) e acompanha o incremento em DAC.

Na primeira avaliação, aos 4 meses, os indivíduos da parcela apresentavam uma altura média de 0,61 metros. Já aos 8 meses de implantação a média de altura passou para 0,74

metros e aos 12 meses os indivíduos da parcela apresentavam uma altura média de 1,24 metros. O incremento médio de altura foi equivalente à 49,0 % entre a primeira e terceira avaliação.

Na Figura 4 são apresentados os dados de altura média, em metros, e incremento médio do DAC, em milímetros, para todas as espécies monitoradas na parcela do MDR.

Figura 4-Média das alturas (m) e incrementos de DAC (mm) por espécie estudada



Fonte: autor.

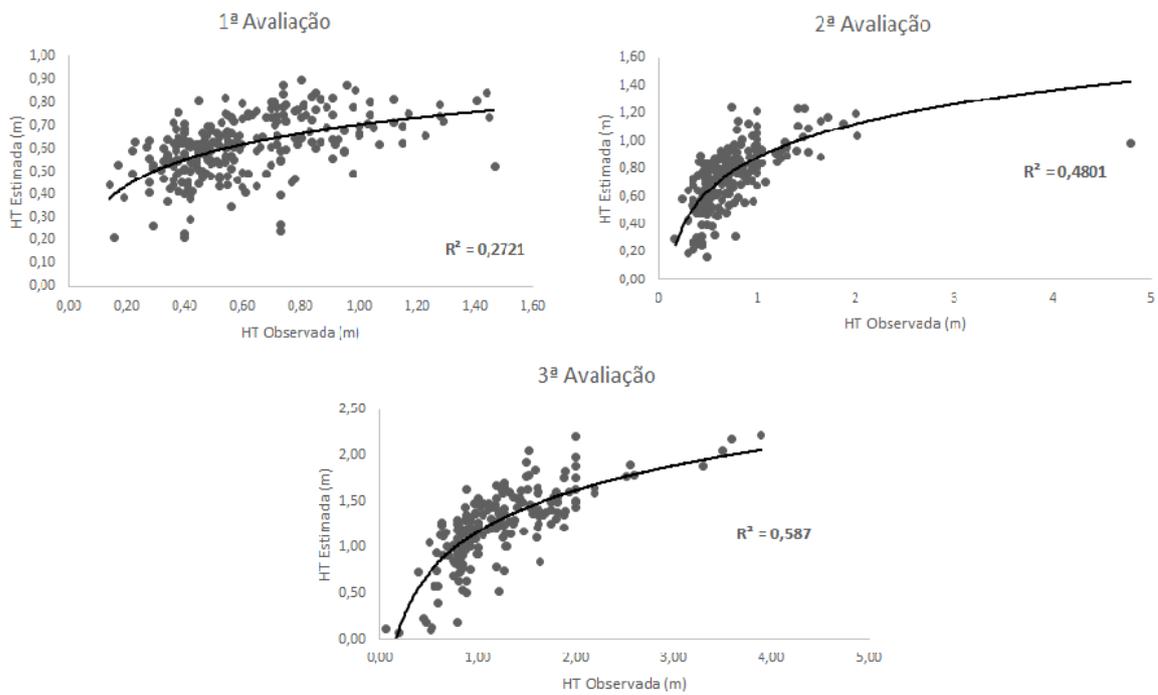
Nota: Dados Trabalhados pelo autor.

O incremento médio em DAC, de uma maneira geral, acompanhou o crescimento em altura, apontando uma correlação positiva entre as variáveis contínuas para todas as espécies monitoradas na parcela, com valor do índice de correlação de Pearson de 0,78 para os indivíduos da parcela monitorada, apontando que, à medida que se aumenta a altura aumenta-se o DAC.

As espécies Farinha seca (2,87 metros), Embaúba (1,85 metros), Cajuzinho (1,54 metros) e Fava de Bolota (1,44 metros) apresentaram as maiores médias de crescimento em altura entre as espécies estudadas, enquanto que o Jenipapo (0,69 metros), Lixeira (0,72 metros) e Ipê Amarelo (0,82 metros) foram as espécies que apresentaram o menor crescimento médio da parcela monitorada.

Na Figura 5 são apresentados os resultados da modelagem hipsométrica para os 3 períodos monitorados na parcela do MDR.

Figura 5-Modelagem hipsométrica para os períodos monitorados na parcela do MDR



Fonte: autor.

Nota: Dados Trabalhados pelo autor.

O modelo de Henriksen não apresentou ajuste satisfatório quando aplicado aos conjuntos de dados da 1ª e 2ª avaliação apresentando coeficientes de determinação de 0,27 para a primeira avaliação e 0,48 para a segunda avaliação. Já para a avaliação realizada aos 12 meses de implantação do MDR o modelo apresentou ajuste satisfatório com coeficiente de determinação de 0,58.

A Equação 7 corresponde a parametrização do modelo de Henriksen ajustado com base nos dados de DAC e altura dos indivíduos monitorados na parcela do MDR.

$$H = -1,9667 + 0,9691 * \ln(DAC) + \varepsilon \quad (7)$$

6 CONCLUSÕES

A variação nas taxas de sobrevivência e incremento de altura e DAC, são comuns em projetos de implantação de espécies nativas, tendo seu comportamento da distribuição dos diâmetros e alturas em exponencial negativo.

A média do incremento em DAC da parcela para o período total de avaliação foi de 21,44 milímetros e um desvio padrão de 8,78 milímetros, o que indica uma alta dispersão dos dados em relação à média, foi observado uma redução da dispersão do desvio padrão em relação à média correspondendo à 41,0 % entre 1ª e 3ª avaliação.

Dentre as 12 espécies analisadas as que obtiveram um índice de sobrevivência maior que 75% foram: Cajuzinho (100%), Cega Machado (93,1%), Ingá (92,0%), Fava de Bolota (91,8%), Ipê Roxo (90,0%), Farinha Seca (87,5%).

O ajuste do modelo de Henriksen para os indivíduos avaliados foi satisfatório, se obteve um coeficiente determinação de 58,0% indicando um ótimo desempenho para um período de 12 meses de avaliação.

REFERÊNCIAS

AQUINO, F. G.; OLIVEIRA, M. C. **Reserva legal no Bioma Cerrado: Uso e preservação**. ed.1. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006, p. 22. Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/570268/1/doc158.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2021.

AQUINO, F. de G. et al. **Módulos para recuperação de Cerrado com espécies nativas de uso múltiplo**. Embrapa Cerrados. Documentos, 2009.

ANTEZANA, F. L. **Crescimento inicial de 15 espécies nativas do bioma Cerrado sob diferentes condições de adubação e roçagem, em Planaltina - DF**. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) -Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em:<<https://repositorio.unb.br/handle/10482/1156>>. Acesso em: 01 de jul. 2021.

BARTOSZECK, A. C. P. S. et al. A distribuição diamétrica para bracatingais em diferentes Idades, sítios e densidades da região metropolitana de Curitiba. **Revista Floresta**, v. 34, n. 3, p. 305-324, 2004.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecologia: indivíduos, poblaciones y Comunidades**. Barcelona: Omega. 1988.

BERTONHA, L. J. et al. Seleção de progênies de *Myracrodruon urundeuva* baseada em caracteres fenológicos e de crescimento para reconstituição de áreas de Reserva Legal. Piracicaba: **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44, n. 109, p. 95-104, mar. 2016. Disponível em: <<https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr109/cap09.pdf>> Acesso em: 19 jul. 2021.

BRASIL. Lei 12.651/2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Brasília, DF. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm>. Acesso em: 21 jul. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mapeamento do uso e cobertura do cerrado: Projeto TerraClass Cerrado 2013**. Brasília: MMA, 2015. Disponível em:<<https://antigo.mma.gov.br/biomas/cerrado/mapa-de-cobertura-vegetal/itemlist/category/56-cerrado.html>>. Acesso em: 21 jul. 2021.

CLIMATE – DATA. **Clima: Tocantins**. 2021. Disponível em:< <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/tocantins-205/>>. Acesso em: 22 de jul. 2021.

CORTES, J. M. **Desenvolvimento de espécies nativas do cerrado a partir do plantio de mudas e da regeneração natural em uma área em processo de recuperação, Planaltina-DF**. 2012. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

FELFILI, J. M. et al. **Recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000. 45p. (Documentos/Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; n.21).

FERREIRA, R. Q. S. et al. **Diversidade florística do estrato arbustivo arbóreo de três áreas de cerrado sensu stricto, Tocantins**. *Desafios, Tocantins*, v. 4, n. 2, p. 69-82, 2017.

FERREIRA, J.C.S. **Análise da estrutura diamétrica em povoamentos de florestas plantadas a partir de funções de densidade de probabilidade** [dissertação]. Brasília: Mestrado em Ciências Florestais, Universidade Federal de Brasília; 2001. Disponível em: <[https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/8641/1/2011_J%
c3%balioC%c3%a9sarSobreiraFerreira.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/8641/1/2011_J%c3%balioC%c3%a9sarSobreiraFerreira.pdf)>. Acesso em: 16 nov. 2021.

FINEGAN, B. The management potential of neotropical secondary lowland rain forest. **Forest Ecology and Management**, v.47, n.1-4, p.295-391 Amsterdam 1992.

FRANÇOSO, R. D. et al. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. **Natureza & Conservação**, v. 13, n. 1, p. 35-40, 2015. Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1679007315000031?token=A8112602F6A0CD397A523CFB8E308B4C4723E39146D5C68510398233B0A701987CD2010DAA8EA5E0491296DFDE55A644&originRegion=us-east-1&originCreation=20211119183013>>. Acesso em: 22 jul. 2021.

GIÁCOMO, R. G. et al. Florística e fitossociologia em áreas de campo sujo e cerrado sensu stricto na estação ecológica de pirapitinga – MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 23, n. 1, p. 29-43, 2013.

IMAFLOA. Guia de Restauração para o Cerrado Mineiro: **Como recuperar e conservar sua fauna e flora**/ Lina Maria F. Inglez de Souza, Eduardo Trevisan Gonçalves - Piracicaba, SP, 2019. 60 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: Banco de dados. 2014. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

LIMA, E. M. et al. Crescimento inicial de espécies arbóreas nativas em solos degradados e com presença de plintita no Bioma Cerrado, Brasília-DF. **Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2018.

LIMA, J. P. 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. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/floram/a/7WqCCRCRjC9s87F5BDfCstF/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 16 nov. 2021.

- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4.ed. Vol.1 Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.
- MAROUELLI, R. P. **O desenvolvimento sustentável da agricultura no cerrado brasileiro**. 2003. 54 f. Monografia (Especialização lato-sensu em Gestão Integrada da Agricultura Irrigada) - ISEA-FGV/ ECOBUSINESS SCHOOL, Brasília, 2003. Disponível em:< https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Desenvolvimento_sustentavel_agricultura_cerradoID-UkZstU83ek.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- NERI, A. V. et al. **Espécies de cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas por mineração de ouro**, Paracatu-MG. Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.35, n.4, p.907-918, 2011.
- OLIVEIRA, M. C et al. **Crescimento de espécies nativas em um plantio de recuperação de Cerrado sentido restrito no Distrito Federal, Brasil**. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 25-32, jan./mar. 2015.
- PILON, N. A. L.; DURIGAN, G. Critérios para indicação de espécies prioritárias para a restauração da vegetação de cerrado. *Scientia Forestalis*, vol. 41 n. 99 p. 389-399, 2013.
- REATTO, A.; MARTINS, É. de S. **Classes de solo em relação aos controles da paisagem do bioma Cerrado**. Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 47-59, 2005.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. Embrapa Cerrados-Capítulo em livro científico (ALICE), 1998.
- SANO, E. E. et al. **Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado: estratégias e resultados**. Embrapa Cerrados-Documents (INFOTECA-E), 2007.
- SANTANA, C. A. M. et al. Cerrado: pilar da agricultura brasileira. In: BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. (eds). **Dinâmica agrícola no cerrado: análises e projeções**. Embrapa: Brasília, 2020. p. 21-38.
- SANTOS, C.
- SEPLAN – Secretaria de Planejamento e Orçamento do Tocantins. **Base de Dados Geográficos do Tocantins**. 2012. Disponível em:<<https://www.to.gov.br/seplan/base-de-dados-geograficos-do-tocantins-Atualizacao-2012/d7n1qsd70x2>>, acesso em 20 de julho de 2021.
- SCARIOT, A.; FELFILI, J. M.; SILVA, J. C. S. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. 2005.