



INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL DE ESPÉCIES NATIVAS DO CERRADO CONSORCIADAS COM EUCALIPTO

Ronaldo Soares da Silva Junior¹, Sarah Magalhães Dias², Sybelle Barreira³

¹ Engenheiro Florestal pela Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Goiânia-GO

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio pela Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Goiânia-GO

³ Docente do Curso de Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Goiânia-GO
E-mail: sarahmd1011@gmail.com

Recebido em: 15/11/2023 – Aprovado em: 15/12/2023 – Publicado em: 30/12/2023
DOI: 10.18677/Agrarian_Academy_2023B4

RESUMO

O Código Florestal vigente, Lei N° 12.651 de 25 de maio de 2012, permite a implantação de espécies exóticas em reserva legal e estas podem ser manejadas pelo período de 20 anos. Dessa forma, os proprietários podem usufruir deste direito por meio de diferentes arranjos de plantios consorciados entre espécies nativas e espécies exóticas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento, via incremento em altura, diâmetro e volume das espécies nativas Baru, Chichá, Copaíba, Ipê-roxo, Jatobá-da-mata, Jenipapo, Pequi, Peroba-rosa e Tamboril em plantio misto com Eucalipto, bem como analisar se a presença destes impacta positivamente ou não o estabelecimento e crescimento das espécies nativas. O plantio foi realizado em 2012 com espaçamento de 3 m x 3 m, no qual foram plantados 18 indivíduos em cada linha, totalizando 108 indivíduos entre as espécies nativas e 126 indivíduos de Eucalipto. Foram analisados os dados de inventários periódicos realizados entre 2015 a 2019 por meio do incremento periódico anual (IPA) em diâmetro, em altura e em volume. Os resultados obtidos mostram que as espécies nativas em geral se desenvolveram bem no arranjo proposto, mas verificou-se a necessidade de intervenções silviculturais, tais como podas, desrama ou desbaste devido a estagnação nas últimas medições.

PALAVRAS-CHAVE: Arranjo de plantio. Inventário periódico, reserva legal.

ANNUAL PERIODIC INCREASE OF NATIVE SPECIES OF THE CERRADO INTERCORE WITH EUCALYPTUS

ABSTRACT

The current Forest Code, Law No. 12,651 of May 25, 2012, allows the implantation of exotic species in legal reserves and these can be managed for a period of 20 years. In this way, owners can enjoy this right through different arrangements of intercropped plantings between native and exotic species. In this context, the objective of this work was to evaluate the development, via increase in height, diameter and volume, of native species Baru, Chichá, Copaíba, Ipê-roxo, Jatobá-da-mata, Jenipapo, Pequi, Peroba-rosa and Tamboril in mixed planting with Eucalyptus, as well as analyzing whether or not its presence positively impacts the establishment and growth of native species. Planting was carried out in 2012 with a spacing of 3 m x3 m, in which 18 individuals were planted in each row, totaling 108 individuals among native species and 126 individuals of Eucalyptus. Data from periodic inventories carried out between 2015 and 2019 were analyzed using the annual periodic increment (IPA) in diameter, height and volume. The results obtained show that native species in general developed well in the proposed arrangement, but there was a need for silvicultural interventions, such as pruning, pruning or thinning due to stagnation in the last measurements.

KEYWORDS: Legal reserve. Planting arrangement. Periodic inventory.

INTRODUÇÃO

A Lei nº 7.803/1989 iniciou o uso da denominação reserva legal (RL) e, atualmente, é regida pela Lei 12.651/2012, conhecida popularmente como “Novo Código Florestal”, na qual a RL objetiva o uso econômico e sustentável dos recursos naturais em consonância com a manutenção do meio ambiente, da biodiversidade e dos processos ecológicos (BRASIL, 2012). Entretanto, os primeiros conceitos de reserva legal surgiram no período colonial, com a preocupação em preservar parte das matas das propriedades rurais que possuíam espécies adequadas para as construções navais, sob o temor de que estas espécies entrassem em condição de escassez (DEAN, 1996).

Dessa forma, a partir desta percepção, de que os recursos naturais eram, na realidade exauríveis, surgiu a necessidade de criar mecanismos legais que preconizassem a manutenção de recursos naturais importantes. De acordo com a Lei 12.651/2012, as propriedades cuja área de RL possui extensão inferior ao estabelecido pela lei, 35% para imóveis em área de cerrado na Amazônia Legal e 20% nas demais regiões, e que precisam regularizar sua situação, têm como uma das opções factíveis à recomposição (BRASIL, 2012).

Esta lei permite o plantio intercalado de espécies nativas com exóticas ou frutíferas em sistema agroflorestal, desde que o plantio de espécies exóticas sejam combinadas com espécies nativas de ocorrência regional e a área recomposta com espécies exóticas não poderão exceder 50% da área total a ser recuperada manejadas por até 20 anos. Bem como, as pequenas propriedades rurais, até quatro módulos fiscais, a área da RL pode ser mantida com plantios de espécies que provejam serviços ecossistêmicos enquanto produzem produtos florestais madeireiros e não-madeireiros (BRASIL, 2012).

Deste modo, a exploração florestal sustentada, não deve descaracterizar a

cobertura vegetal existente e nem prejudicar a função ambiental da área, que é inclusive considerada atividade de interesse social, além de ser classificada como uma atividade eventual ou de impacto ambiental reduzido. Porém, a condução de um sistema consorciado busca não somente aliar espécies nativas e exóticas conforme as permissões legais, como também, de modo prioritário, aumentar as chances de reconstruir gradualmente os ecossistemas degradados e seus processos ecológicos (BRASIL, 2012).

Neste contexto, é importante considerar as relações entre as espécies, buscando por interações benéficas, com a finalidade de atingir os objetivos ecológicos, econômicos, maximizar a utilização dos recursos, reduzir perdas de nutrientes e solo e aperfeiçoar a eficiência do uso da água, como também, permitir a restauração paisagística e proporcionar florestas que possam ser usadas para múltiplos usos. Dentre as espécies em plantios mistos, é comum inserir espécies do gênero *Eucalyptus*, conhecidas popularmente como Eucalipto, pois além da ação de recobrimento rápido podem gerar madeira rentável ao produtor (BORGHI *et al.*, 2020).

Todavia, um grande desafio em consórcios de Eucalipto com espécies nativas é prevenir que as plântulas não sejam suprimidas, pois pode resultar em crescimento reduzido e/ou mortalidade, além de comprometer o potencial dos plantios mistos em restabelecer a diversidade da comunidade. Uma vez que, *Eucalyptus* spp. passou por programas de melhoramento genético extensivo e são conduzidos em regimes silviculturais intensos para alcançarem alto rendimento em biomassa, mas com alta demanda de recursos naturais locais (BRANCALION *et al.*, 2018; BORGHI *et al.*, 2020).

Por outro lado, as espécies nativas não passaram por programas de seleção e, assim, demonstram uma larga variação das taxas de crescimento. Esta diversidade genética é desejada para os propósitos da conservação, mas podem comprometer o uso das espécies nativas em plantações florestais. Portanto é necessário compreender como interagem e como melhorar estes sistemas para minimizar a competição enquanto maximizam as produções de madeira e alcançam os resultados de restauração na RL (BRANCALION *et al.*, 2018).

Diante do cenário apresentado, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento, via incremento em altura, diâmetro e volume das espécies nativas em plantio misto com Eucalipto, bem como analisar se a presença deste impacta positivamente ou não o estabelecimento e crescimento das espécies nativas.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo, como mostra a Figura 1, está localizada na Fazenda Entre Rios, no distrito de Paranoá-DF, área do Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal (PAD/DF), sob as coordenadas 15°56'11.74"S e 47°30'21.57"O. O clima para a região segundo a classificação de Koppen-Geiger é Aw, com clima seco de inverno e chuvas de verão, com temperatura média de 21,4 °C, umidade relativa do ar de 64% e pluviosidade média anual de 1478 mm (INMET, 2023).

FIGURA 1. Imagem aérea de parte da fazenda, com destaque para a área em azul utilizada para o estudo de crescimento e incremento.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Anteriormente, na área eram conduzidas atividades agrícolas como cultivo de soja e milho, por isso foi realizado preparo de solo com subsolagem a 60-90 cm, para desfazer qualquer compactação do solo presente. Além disso, foram realizadas capina química e controle de formigas no período de implantação e por conseguinte, a capina foi executada conforme demanda do projeto para evitar a matocompetição.

O plantio foi realizado no final do ano de 2012, o qual consistiu de um sistema intercalado contendo seis linhas de nativas, com cada espécie se repetindo duas vezes e sete linhas de Eucalipto com 18 indivíduos em cada, totalizando 108 indivíduos de espécies nativas, 12 por espécie, e 126 árvores de Eucalipto, estabelecidos sob espaçamento 3 m x 3 m.

As espécies nativas selecionadas, foram: *Aspidosperma polyneuron* Muell. Arg (Peroba-rosa), *Caryocar brasiliense* Camb. (Pequi), *Copaifera langsdorffii* Desf. (Copaíba), *Dipteryx alata* Vogel (Baru), *Enterolobium maximum* Ducke (Tamboril), *Genipa americana* L. (Jenipapo), *Handroanthus impetiginosus* Mattos (Ipê-roxo), *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá-da-mata) e *Sterculia foetida* L. (Chichá). Estas espécies foram selecionadas devido ao uso potencial já descrito em literatura em relação aos benefícios ecológicos (Chichá, Jenipapo e Tamboril), frutíferos (Baru, Jatobá-da-mata e Pequi) ou madeireiros (Copaíba, Ipê-roxo e Peroba-rosa).

Posteriormente, entre 2015 a 2019 ocorreu a coleta de dados de altura e diâmetro de forma semestral, conforme a Figura 2. Para tanto, foi realizada a mensuração da altura (m) em todos os indivíduos por meio de trena para os menores e de um clinômetro digital Haglof EC-II para os demais. Assim, para buscar o ponto de referência para a altura total, buscou-se o ápice a partir do eixo principal da árvore.

FIGURA 2. Plantio consorciado: a) Visão geral; b) Medição de altura com clinômetro; c) Medição de diâmetro com suta florestal.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em relação a mensuração do diâmetro (cm), foi utilizada uma suta florestal mecânica de 650 mm para Eucalipto e um paquímetro universal digital 150mm MTX-316119 para coleta de dados de diâmetro das espécies nativas. Para Eucaliptos as medidas foram no diâmetro a altura do peito (DAP) equivalente a 1,30 m de altura do fuste, enquanto as nativas foram medidas a 30 cm de altura da base. Caso existissem bifurcações ou mais, seriam tomadas as três maiores medidas, sem alterar o ponto de medição.

Na sequência, os dados foram tabulados e analisados no *software Excel* 2016, devido a sua interface que possibilitou organização dos dados e aplicação dos métodos de cálculo para análise da estrutura vertical e horizontal desta comunidade, por meio do incremento periódico anual em altura, diâmetro e volume para observar o comportamento da produção de biomassa.

Para observar o desenvolvimento diamétrico, dividiu-se os diâmetros em cinco classes diamétricas, a partir da razão descrita na Equação 1, a seguir:

$$IC = \frac{D_{maior} - D_{menor}}{n} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: IC - Intervalo de Classe; Dmaior - Maior diâmetro observado; Dmenor - Menor diâmetro observado e; n - Número de classes.

Para a distribuição em altura, utilizou-se a divisão por estratos recomendada por Souza *et al.* (2003), que estratifica a floresta em três estratos de altura total. O estrato inferior compreendendo as árvores com altura total (H) menor que a altura média (Hm) menos uma unidade de desvio padrão (1σ) das alturas totais, ou seja, $H < (Hm - 1\sigma)$. O estrato médio com as árvores intermediárias entre $(Hm - 1\sigma) \leq H < (Hm + 1\sigma)$ e no estrato superior as árvores com $H \geq (Hm + 1\sigma)$.

O incremento ou crescimento periódico anual (IPA) é resultado do que o indivíduo cresceu em média em um determinado período de anos. Para calcular o incremento em altura, diâmetro e volume das espécies, utilizou-se a Equação 2 descrita abaixo:

$$IPA = \frac{vf - vi}{n} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que: IPA - Incremento Periódico Anual; vf - Valor da variável no final do período; vi - Valor da variável no início do período e; n - Período de tempo.

Para a estimativa volumétrica necessária para o cálculo de IPA volumétrico, utilizou-se a Equação 3 descrita abaixo, cujo método não destrutivo, permitiu a estimativa rápida do volume da árvore em pé, isto é, preconiza que o volume da árvore é resultado do produto da sua área basal pela altura de interesse, corrigida por um fator de forma. Neste caso, foi utilizado o valor de 0,47 descrito por Miguel *et al.* (2010), em estudos em um plantio de *Eucalyptus grandis* aos sete anos de idade na cidade de Rio Verde-GO.

$$V = \frac{\pi DAP^2}{4} \times Ht \times f \quad (\text{Equação 3})$$

Em que: V - Volume; DAP - Diâmetro a altura do peito; Ht - Altura total e; f - Fator de forma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura é uma das principais características da árvore, importante para o cálculo de volume e de incrementos em altura. De modo geral, observa-se na Figura 3, a existência e ocupação de todos os estratos definidos, que é função da disponibilidade luminosa e em florestas nativas, a altura total também pode ter importância significativa para fins ecológicos e de manejo, à medida que contribui para a compreensão da estrutura vertical da comunidade e identificação das espécies que possuem maior importância ecológica considerando esse tipo de estrutura (VANTROBA *et al.*, 2020).

Esta estratificação proposta por Souza *et al.* (2003), ocorre sobretudo pela resposta ao decréscimo da disponibilidade de luz ao longo do perfil vertical da floresta. Em termos de estrutura vertical, no estudo houve uma redução no número de indivíduos na classe inferior, maior presença dos indivíduos na classe intermediária e aumento do número de indivíduos na classe superior, de 2015 a 2019.

A estratificação vertical da floresta influencia na riqueza, na diversidade, no crescimento e na produção de biomassa, podendo ser também, importante indicador de sustentabilidade ambiental de uma floresta. Entretanto, a comunidade atual possuiu um decréscimo de indivíduos no estrato inferior, pois se trata de um plantio jovem, que ainda não atingiu o período reprodutivo e por isso, não desenvolveram indivíduos referente ao grupo de ingresso (CARVALHO; REIS, 2019).

Além disto, a comunidade seguiu padrões de florestas plantadas ou equiâneas, conforme encontrado no estudo com florestas plantadas de Lima (2021), pois houve maior concentração de indivíduos nas classes diamétricas centrais, diminuindo gradualmente e de forma simétrica em relação aos valores extremos da distribuição. Esta condição pode ser explicada pelo plantio ter sido estabelecido para fins de recomposição por meio de mudas, inserindo no sistema alguma simetria de altura e idade dentro do grupo específico.

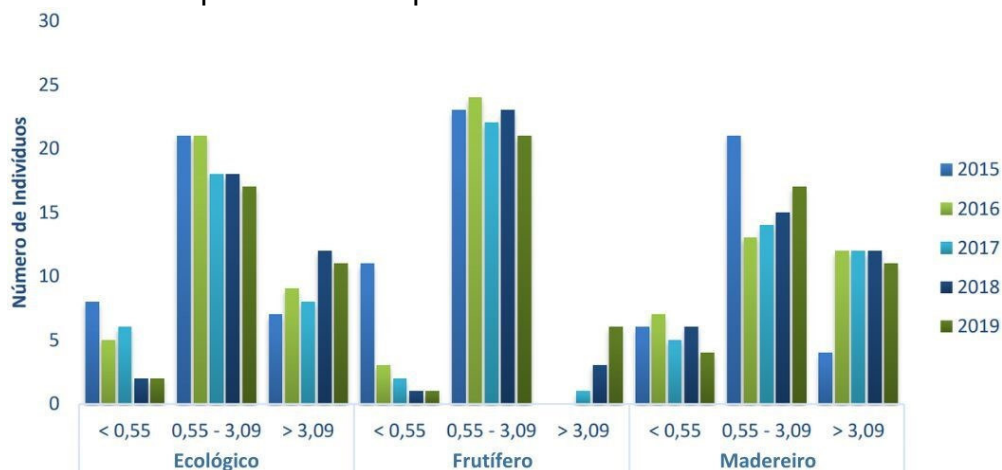
FIGURA 3. Distribuição em altura das espécies nativas avaliadas de 2015 a 2019 segundo proposta de estratificação vertical.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na Figura 4, a distribuição em altura está disposta em grupos de uso potencial, demonstrando que todos os grupos também seguiram o padrão de distribuição normal. Houve um destaque dentro do grupo de uso potencial ecológico, pois houve grande participação no estrato superior, sobretudo do Tamboril que é uma espécie heliófila, de crescimento rápido e que ocupa uma posição sociológica importante no que concerne a criação de ambientes com melhores condições para o desenvolvimento das demais espécies, como a Perobarsa cujo interesse é econômico pelo potencial madeireiro (MORAIS *et al.*, 2021; CARNEIRO, 2023).

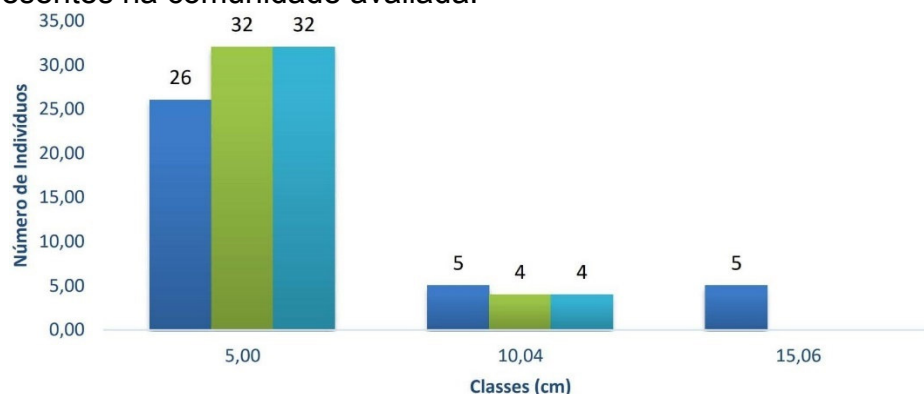
FIGURA 4. Distribuição em classes de alturas e por uso potencial dos indivíduos de espécies nativas presentes na comunidade.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Por outro lado, a disposição diamétrica, apresentada na Figura 5, mostra que a comunidade obedeceu a distribuição exponencial negativa ou J-invertido, comum em populações nativas. Um dos fatores que podem ter contribuído para esta formação é o fato de ser um plantio jovem, apresentando a maior frequência de indivíduos na menor classe diamétrica, indicando que a população pode estar em fase inicial de estabelecimento (SILVA *et al.*, 2023).

FIGURA 5. Distribuição diamétrica por classe de diâmetro e por classe de uso potencial dos indivíduos das espécies nativas presentes na comunidade avaliada.

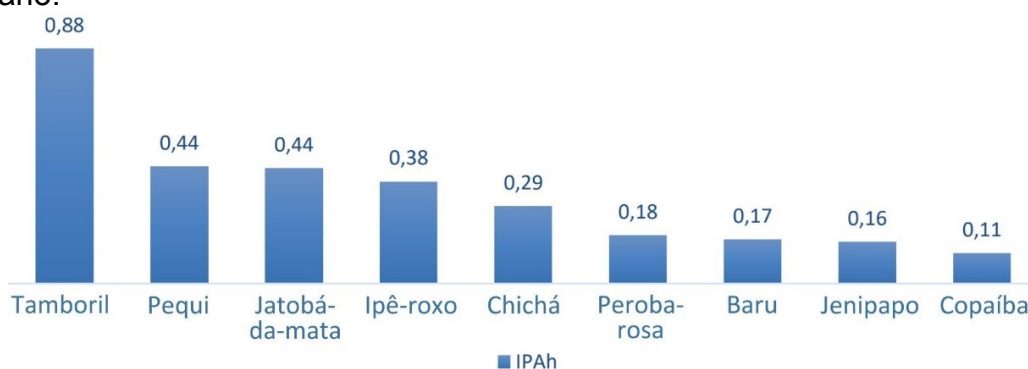


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

De acordo com Silva *et al.* (2020), a maior concentração de indivíduos na primeira classe diamétrica pode caracterizar também uma comunidade estoque, padrão de florestas tropicais estáveis com idades e composições variadas; espera-se que esta condição seja observada, uma vez que a comunidade atinja idade reprodutiva. Para fins de uso potencial, as espécies madeireiras como Ipê-roxo, Jatobá e Peroba-rosa apresentaram diâmetros de 6,97 cm, 6,80 cm e 6,30 cm respectivamente, sendo os maiores diâmetros atrás apenas do Tamboril com 11,86 cm aos seis anos de idade.

No período de 2015 a 2019, o IPA em altura da comunidade obteve a média de 0,34 m/ano, com espécies como Ipê-roxo, Jatobá-da-mata, Pequi e Tamboril tendo desempenho acima da média. Todas as espécies tiveram números de crescimento próximos, com exceção do tamboril que teve um incremento acima, corroborando a sua característica de rápido crescimento. A Figura 6 apresenta os resultados de IPA em altura (IPAh) por espécie.

FIGURA 6. IPA em altura das espécies nativas plantadas no arranjo em m/ano.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na Tabela 1 encontram-se os valores de incremento periódico anual em altura de todas as espécies inseridas no arranjo. Observou-se que o incremento de modo geral sofreu redução no seu ritmo no comparativo ano a ano, apesar de cada espécie ter demonstrado comportamento específico, no que tange à variação entre as avaliações.

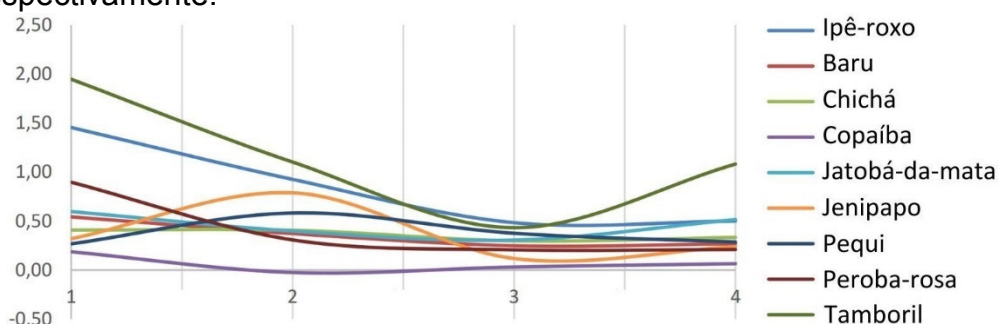
TABELA 1. Incremento periódico anual em altura para as 10 espécies do arranjo.

Nome Popular	Incremento periódico anual em altura (m/ano)			
	2015/2016	2015/2017	2015/2018	2015/2019
Baru	0,37	0,25	0,27	0,17
Chichá	0,41	0,30	0,33	0,29
Copaíba	-0,03	0,03	0,06	0,11
Eucalipto	3,76	3,25	3,31	3,36
Ipê-roxo	0,93	0,48	0,50	0,38
Jatobá-da-mata	0,40	0,31	0,51	0,44
Jenipapo	0,79	0,12	0,24	0,16
Pequi	0,58	0,38	0,29	0,44
Peroba-rosa	0,31	0,21	0,21	0,18
Tamboril	1,10	0,43	1,08	0,88

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

De acordo com a Figura 7, o incremento periódico anual da comunidade apresentou decréscimo de modo geral, o que pode ser observado também na evolução do IPA_h, se comparado ao primeiro e segundo ano de avaliação, 0,41 m/ano e, do terceiro e quarto ano, 0,36 m/ano. Tal redução pode ser explicada pela exigência de luz das espécies, assim como mencionaram Koslowski *et al.* (1991), que a luz é o fator ambiental que gera a maior magnitude de efeitos morfológicos e fisiológicos nas árvores e a exposição solar é um dos fatores que afetam a produtividade florestal, já que implica em maior ou menor incidência solar nas plantas ao longo do ano.

FIGURA 7. Evolução do IPA em altura (m/ano) para as espécies nativas de forma que os números de 1 a 4 no eixo x representam a ordem avaliação 2015/2016, 2015/2017, 2015/2018 e 2015/2019, respectivamente.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Dessa forma, as espécies nativas se desenvolveram bem nos dois anos iniciais, já que os indivíduos de Eucalipto ainda estavam se desenvolvendo e não haviam colonizado o dossel da comunidade. Porém, a partir do momento em que a incidência luminosa foi reduzida por eles, estas tiveram redução no incremento, que por sua vez, se manteve estável desde então. Portanto, demandando intervenção silvicultural como desrama ou mesmo desbaste, para permitir a retomada do ritmo de crescimento.

A Tabela 2 apresenta o incremento periódico anual diamétrico (IPAd) por período de avaliação. Observou-se que entre o primeiro e segundo ano de

avaliação, o IPAd da comunidade foi em média de 1,20 cm/ano, enquanto que entre o terceiro e quarto ano, foi de 0,46 cm/ano. Esta redução pode ser atribuída a competição entre os indivíduos.

TABELA 2. Incremento periódico anual diamétrico para as 10 espécies do arranjo.

Nome Popular	Incremento periódico anual diamétrico (cm/ano)			
	2015/2016	2015/2017	2015/2018	2015/2019
Baru	0,80	0,83	0,23	0,22
Chichá	0,98	0,94	0,40	0,22
Copaíba	0,36	0,34	0,12	0,15
Eucalipto	0,01	0,01	0,01	0,01
Ipê-roxo	1,74	2,28	0,30	0,08
Jatobá-da-mata	1,17	0,93	0,97	0,65
Jenipapo	0,86	1,35	0,25	0,15
Pequi	0,81	0,55	0,52	0,30
Peroba-rosa	1,48	0,85	0,31	0,13
Tamboril	2,18	3,06	1,99	1,30

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A Figura 8 mostra o valor médio do incremento periódico diamétrico de cada espécie nativa, o qual em geral foi de 0,35 cm/ano. Notam-se espécies de interesse madeireiro entre os indivíduos que tiveram desempenho acima da média, com destaque para o Jatobá-da-mata e a Peroba-rosa. Este resultado é superior ao valor de 0,26 cm/ano encontrado por Venturoli *et al.* (2015) ao se avaliar o incremento periódico anual em uma floresta nativa no interior de Goiás .

FIGURA 8. IPA diamétrico das espécies nativas plantadas no arranjo em cm/ano.

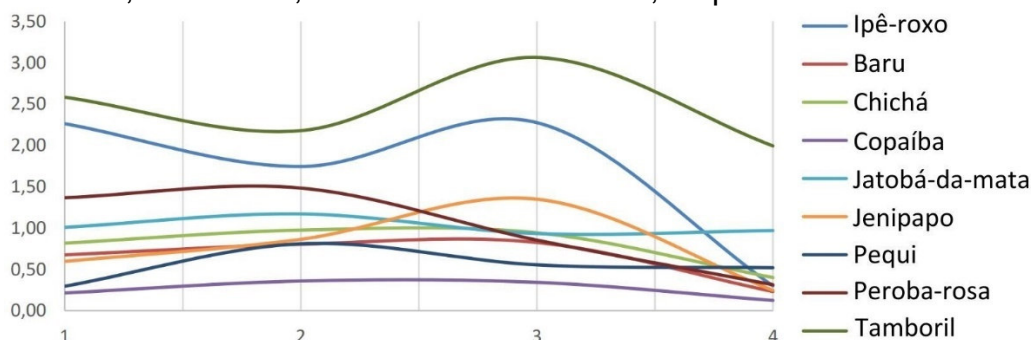


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Ao observar cada espécie ao longo dos anos na Figura 9, é notada uma redução no incremento em diâmetro no decorrer das avaliações, sendo mais uma vez devido à competição gerada pelo Eucalipto.

Assim, evidencia-se mais uma vez a necessidade e importância de manejo florestal no arranjo, para se estabelecer o ritmo de crescimento e ocupação das classes de diâmetro, bem como o tempo de passagem de uma classe para outra. Dessa forma, o desenvolvimento de um plano de manejo para a área refletirá no modo de produção da biomassa florestal, objetivando a redução do impacto na área e progredindo em sua restauração com as espécies nativas.

FIGURA 9. Evolução do IPA diamétrico (cm/ano) para as espécies nativas de forma que os números de 1 a 4 no eixo x representam a ordem avaliação 2015/2016, 2015/2017, 2015/2018 e 2015/2019, respectivamente.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na Tabela 3 estão dispostos os resultados da evolução dos incrementos periódicos anuais em volume, considerando todos os anos de medições.

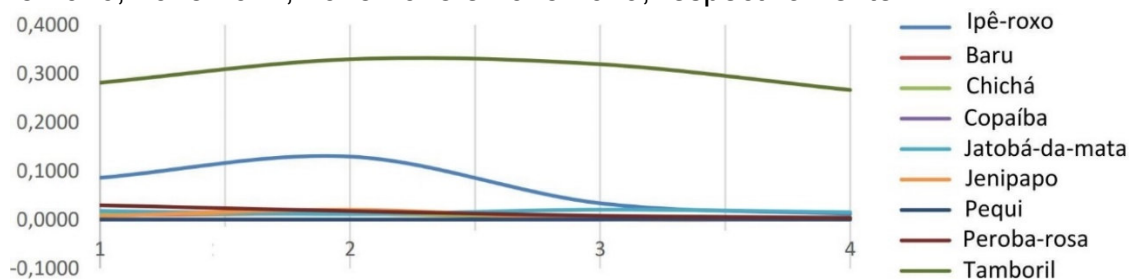
TABELA 3. Incremento periódico anual em volume para as 10 espécies do arranjo.

Nome Popular	Incremento periódico anual diamétrico (cm/ano)			
	2015/2016	2015/2017	2015/2018	2015/2019
Baru	0,0092	0,0120	0,0026	0,0021
Chichá	0,0120	0,0120	0,0050	0,0043
Copaíba	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
Eucalipto	18,5985	20,9117	32,5692	29,4538
Ipê-roxo	0,0861	0,1296	0,0337	0,0115
Jatobá-da-mata	0,0180	0,0116	0,0206	0,0152
Jenipapo	0,0075	0,0204	0,0011	0,0010
Pequi	0,0006	0,0002	0,0008	0,0004
Peroba-rosa	0,0297	0,0176	0,0081	0,0039
Tamboril	0,2814	0,3295	0,3192	0,2663

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

No incremento volumétrico houve um destaque para o Tamboril e o Ipê-roxo, pois seus indivíduos refletiram a maior taxa de incremento em altura e diâmetro se comparada aos seus pares, como mostra a Figura 10.

FIGURA 10. Evolução do IPA volumétrico (m³/ano) para as espécies nativas de forma que os números de 1 a 4 no eixo x representam a ordem avaliação 2015/2016, 2015/2017, 2015/2018 e 2015/2019, respectivamente.

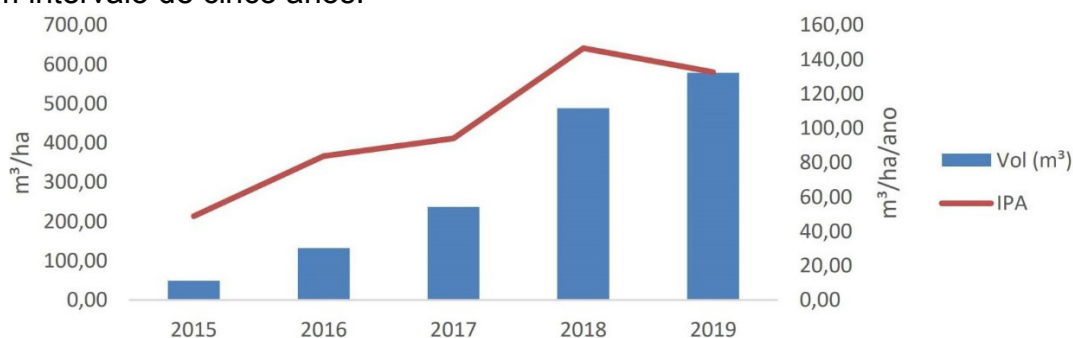


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Por outro lado, o Pequi e a Copaíba, tiveram os menores incrementos volumétricos da comunidade. O Pequi teve problemas de estabelecimento devido à correção do solo e adubação na fase de implantação, o que ocasionou uma taxa de sobrevivência de 41,67%. Por sua vez, a Copaíba teve problemas com formigas cortadeiras, porém o ataque foi controlado e foi reestabelecido seu crescimento.

De acordo com a Figura 11, em 2019, aos quatro anos, a produção de volume de madeira do Eucalipto foi equivalente a 236,84 m³, números próximos as áreas mais produtivas de florestas destinadas a produção de celulose e papel, com volume médio individual de 0,21 m³. Embora o plantio tenha sido estabelecido em espaçamento 3 m x 3 m, na prática para eles se desenvolveram como 6 m x 3 m, o que pode ter contribuído para este grande volume produtivo, desconsiderando fatores edafoclimáticos e falta de competição.

FIGURA 11. Incremento periódico anual volumétrico e evolução do volume de madeira estimado por hectare a partir dos 126 indivíduos dispostos na área em um intervalo de cinco anos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

De acordo com Moreira *et al.* (2019), desconsiderando todos os custos de implantação e manutenção, o preço pago pelo metro cúbico (m³) de cavaco entregue no cliente na região de Rio Verde-GO foi o equivalente a 115,00 R\$/m³ e para lenha de “metrinho”, por algumas cooperativas, foi fixado em 116,25 R\$/m. Vale ressaltar que o volume foi estimado pela altura total e a área basal mensurada, mas estes valores variam em função da mortalidade de indivíduos, tipo de cavaqueamento, diâmetro de inclusão para lenha e os valores de venda na época de negociação.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o plantio consorciado de espécies nativas do bioma Cerrado e Eucalipto é recomendado como uma alternativa para recomposição de reserva legal. Uma vez que, a comunidade nativa de modo geral obteve incremento diamétrico semelhantes as áreas naturais submetidas a limpeza. Além disso, a madeira gerada pelo eucalipto pode ser uma opção econômica viável para mitigação dos custos de implantação e geração de renda para o proprietário que venha a investir nesta modalidade de plantio.

Portanto, o conhecimento sobre o incremento periódico anual se configurou como ferramenta importante para conhecer a produção de biomassa florestal da comunidade e identificar possíveis pontos de melhoria do sistema via manejo e intervenções silviculturais para conduzir de forma sustentada a recomposição do sistema natural. Por fim, evidencia a necessidade de mais estudos sobre este tema

para áreas de Cerrado, pois a busca na literatura por trabalhos que endossassem o presente estudo, mostrou-se escassa e difícil, frente a relevância deste assunto para o uso sustentável de recursos em um bioma tão rico e abrangente no território brasileiro.

REFERÊNCIAS

BORGHI, E.; GONTIJO NETO, M. M.; RESENDE, A. V.; SIMÃO, E. D. P.; ABREU, S. *et al.* **Intensificação agropecuária no cerrado: implantação de sistema ILPF com as culturas do sorgo forrageiro, capim Marandu e eucalipto na região central de Minas Gerais.** Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2020. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217733/1/Bol-207.pdf>>.

BRANCALION, P. H. S.; AMAZONAS, N. T.; FORRESTER, D. I.; SILVA, C. C.; ALMEIDA, D. R. A. *et al.* **High diversity mixed plantations of Eucalyptus and native trees: An interface between production and restoration for the tropics.** *Forest Ecology and Management*, [S. l.], v. 417, [S. n.], p. 247-256, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.03.015>>. doi: 10.1016/j.foreco.2018.03.015

BRASIL. **Lei 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Poder Legislativo, República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2012. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>.

CARNEIRO, L. S. **Uso de geotecnologias para mapeamento da peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg).** 2023. 37 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2023. Disponível em: < <https://rima.ufrrj.br/jspui/bitstream/20.500.14407/7801/1/LET%c3%8dCIA%20DA%20SILVA%20CARNEIRO.pdf>>.

CARVALHO, A. N. C.; REIS, J. T. N. **Estrutura fitossociológica em áreas pós mineração de seixo e fragmento florestal em Capitão Poço-Pa.** 2019. 50 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Capitão Poço, 2019. Disponível em: < <https://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/3176>>.

DEAN, W. **A ferro e fogo a história da devastação da mata atlântica brasileira.** São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas de Brasília 2023.** INMET, Brasília, 2023. Disponível em: <<https://mapas.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants.** San Diego: Academic Press, 1991.

LIMA, V. C. V. S. **Ajuste de modelos hipsométricos para mogno africano (*Khapa spp.*) na região sudeste do Pará.** 2021. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas, 2021. Disponível em: < bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/2538>.

MIGUEL, E.; CANZI, L. F.; RUFINO, R. F.; SANTOS, G. Ajuste de modelo volumétrico e desenvolvimento de fator de forma para plantios de *Eucalyptus grandis* localizados no município de Rio Verde – GO. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1-13, 2010. Disponível em: <<https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4294>>.

MORAIS, L. R. N.; SOUSA, L. B.; SILVA, M. C.; COSTA, G. F.; FARIA, G. S. *et al.* Produção de mudas de tamboril a partir de compostos orgânicos: uma revisão bibliográfica. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 7, p. 68850–68862, 2021. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/32609>>. doi: 10.34117/bjdv7n7-187

MOREIRA, J. M. M. A. P.; REIS, C. A. F.; SIMIONI, F. J.; OLIVEIRA, V. L. E. **Análise de viabilidade econômica da produção de *Eucalyptus spp.* para energia em Rio Verde, GO.** Colombo: Embrapa Florestas, 2019. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1107401>>. ISSN 1980-3958

SILVA, A. S. O.; CARVALHO, J. O. P.; DIONISIO, L. F. S., RUSCHEL, A. R.; SILVA, J. N. M. *et al.* Estrutura de *Eschweilera amazonica* R. Knuth (matamata-ci) em floresta de terra firme na Amazônia oriental. **Scientia Forestalis**, [S. l.], v. 51, [S. n.], p. 1-11, 2023. Disponível em: < <https://doi.org/10.18671/scifor.v51.52>>. doi: 10.18671/scifor.v51.52

SILVA, L. S.; COSTA, T. R.; SALOMÃO, N. V.; ALVES, A. R.; SANTOS, T. R. *et al.* Mudanças temporais na estrutura vegetacional de um fragmento de Caatinga, sul do Piauí. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 1-12, 2020. Disponível em: <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/5273>>. doi: 10.14808/sci.plena.2020.020203

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L.; GAMA, J. R. V.; LEITE, H. G. *Multivariate analysis for vertical stratification of uneven-aged forests.* **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 59-63, 2003. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rarv/a/6qBDLbSHkXFPRrpj8kx3wzz/?format=pdf&lang=pt>>.

VANTROBA, A. P., BERTOLINI, I. C., SENS, T. M. Z. G., WATZLAWICK, L. F., SCHRAN, J. A. *et al.* Características morfométricas e dendrocronológicas de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam em fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial. **Scientia Forestalis**, [S. l.], v. 48, n. 127, p. 1-12, 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n127.10>>. doi: 10.18671/scifor.v48n127.10

VENTUROLI, F.; CARVALHO, F. A.; SILVA-NETO, C. M.; MORAES, D. C.; MARTINS, T. O. *et al.* Manejo Florestal no Bioma Cerrado: uma opção para conservar e lucrar. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 107, p. 617-626, 2015. Disponível em: < <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr107/cap13.pdf>>.