


APTIDÃO AGROCLIMÁTICA PARA O *Eucalyptus urophylla* NO ESTADO DO TOCANTINS, CONSIDERANDO DIFERENTES CAPACIDADES DE ÁGUA DISPONÍVEL NO SOLO

 <https://doi.org/10.56238/arev6n4-239>

Data de submissão: 16/11/2024

Data de publicação: 16/12/2024

Cássia Sampaio Freire

Graduação em Engenharia Ambiental

Universidade Federal do Tocantins

E-mail: cassiafreire.9@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6335772591508290>

Lucas Carneiro Maciel

Mestrando em Agroenergia Digital

Universidade Federal do Tocantins

E-mail: lucasmaciel@uft.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8448219196546694>

Erich Collicchio

Doutor em Ecologia Aplicada

Universidade Federal do Tocantins

E-mail: collicchio.e@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0722996667111812>

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a aptidão agroclimática de *Eucalyptus urophylla* no estado do Tocantins, Brasil, considerando diferentes capacidades de água disponível no solo (CAD): 100 mm, 150 mm e 220 mm. Utilizou-se o balanço hídrico climatológico pelo método de Thornthwaite-Mather, com dados de temperatura e precipitação espacializados via interpolação Spline no software ArcGIS 10.1. As áreas foram classificadas com base nas exigências climáticas da espécie e nos valores de déficit hídrico anual calculados para cada CAD em classes de aptidão: apta, marginal, restrita e inapta. Observou-se que, com o aumento da CAD, houve redução do déficit hídrico e expansão da classe apta, passando de 0,29% (CAD = 100 mm) para 4,26% (CAD = 220 mm) da área do Estado, concentrando-se nas regiões norte e noroeste, onde predominam solos argilosos. A classe marginal foi predominante em todas as condições, variando de 53,7% a 50,12% do território. Os resultados reforçam a importância do planejamento baseado em características edafoclimáticas, especialmente para regiões com solos arenosos ou baixa retenção hídrica. Este zoneamento agroclimático pode subsidiar decisões para expansão sustentável do cultivo de *E. urophylla* no Tocantins, contribuindo para o manejo florestal eficiente e o aumento da produtividade em condições desafiadoras.

Palavras-chave: Balanço hídrico, Plantação florestal, Sistema de informação geográfica, Zoneamento agroclimático.

1 INTRODUÇÃO

As florestas plantadas desempenham um papel crucial como atividades econômicas estratégicas para o país, oferecendo diversos benefícios. Entre eles, destaca-se a redução da pressão sobre as florestas nativas, a recuperação de terras degradadas pela agropecuária, a captura de carbono e a preservação do solo e da água, entre outros aspectos (SNIF, 2015). Podem ser destinadas tanto ao reflorestamento, quanto à produção de energia. As chamadas florestas energéticas são planejadas com o objetivo de maximizar a produção de biomassa por unidade de área em um período reduzido (INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE, 2019).

A crescente demanda global por madeira tem sido impulsionada pelo aumento populacional, pela elevação da renda, pela cooperação internacional e pelos esforços para mitigar emissões de gases de efeito estufa, o que é relevante no que refere-se à crise climática global. Projeções indicam que o consumo de madeira para fins industriais e energéticos pode crescer entre 46% e 66% até 2070, em comparação a 2015, exigindo o plantio de milhões de hectares adicionais de eucalipto no mundo (NEPAL et al., 2019).

A adoção de produtos provenientes de florestas plantadas para fins energéticos, como as do gênero *Eucalyptus*, oferece uma alternativa sustentável aos materiais originados de fontes fósseis. O carvão vegetal, por exemplo, é amplamente utilizado na indústria siderúrgica, enquanto a biomassa se apresenta como uma opção viável para a geração de energia, substituindo tanto o carvão mineral quanto o óleo combustível (IBÁ, 2017). Diante desse contexto, o *Eucalyptus* é o gênero florestal exótico mais proeminente comercialmente no país, abrangendo 76% da área total de florestas plantadas, o equivalente a 7,8 milhões de hectares em 2023 (IBÁ, 2024).

O *Eucalyptus* é originário da Austrália, Tasmânia e outras ilhas da Oceania, com mais de 700 espécies reconhecidas botanicamente (PINTO JÚNIOR; SANTAROSA; GOULART, 2014; THORNHILL et al., 2019). Suas características, como diversidade de espécies e adaptação climática, destacam-no como uma importante fonte de matéria-prima para diversas indústrias, incluindo celulose, papel, carvão, óleos essenciais, madeira e biocombustíveis (MAGALHÃES et al., 2017; SCANAVACA JÚNIOR; GARCIA, 2023).

Entre as espécies de maior destaque, está o *Eucalyptus urophylla*, com boa adaptabilidade a diferentes condições climáticas e de solo. A espécie é amplamente utilizada em programas de reflorestamento devido à sua resistência a doenças como o cancro do eucalipto (*Cryphonectria cubensis*) e a ferrugem (*Puccinia psidii*), rápido crescimento e alto potencial produtivo (PUPIN et al., 2015).

Tem-se constatado a expansão do plantio de eucalipto no país, onde novas áreas de plantio estão sendo incluídas nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste, reforçando a necessidade de estudos sobre aptidão agroclimática nessas regiões. No Tocantins, a área plantada de eucalipto atingiu 146 mil hectares em 2017, e em 2023 houve uma redução para 94 mil hectares, o equivalente a 35,6% (IBGE, 2023). O estado do Tocantins, embora não possua um parque siderúrgico, tem sido um produtor de carvão vegetal, e há uma oportunidade significativa que pode ser explorada com a melhoria do cenário nacional, especialmente em relação à demanda e aos preços do produto. A região norte do Estado se destaca, pois é favorecida pela disponibilidade de terras legalmente regularizadas, pela existência de plantios regionais de eucalipto, e especialmente pela proximidade das siderúrgicas em operação nas regiões leste do Pará e sul do Maranhão (DUARTE; COLLICCHIO, 2020).

Embora o eucalipto se adapte bem a diferentes condições ambientais, as informações sobre o clima e o solo são fundamentais para identificar as áreas mais adequadas para o seu cultivo e à mecanização agrícola. Nesse sentido, o zoneamento agroclimático é uma ferramenta estratégica no processo decisório, possibilitando a definição de regiões com melhor aptidão climática para as atividades agrícolas e florestais (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002; RIBEIRO, 2009; ARAÚJO; MATRICARDI; NAPPO, 2012; BRUNINI; CARVALHO, 2018). Esse método contribui para maximizar o retorno sobre os investimentos dos produtores, promovendo um plantio florestal mais eficiente, produtivo e com sustentabilidade (HIGA; WREGGE, 2009).

O balanço hídrico climatológico é amplamente utilizado para avaliar a aptidão agrícola, determinando a disponibilidade de água no solo com base na capacidade de água disponível (CAD). Estudos anteriores indicam que a CAD varia entre 150 e 300 mm para espécies florestais, dependendo da idade das plantas e das condições do solo (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002; SOUZA et al., 2006). No caso de *E. urophylla*, compreender os limites climáticos e hídricos é essencial para definir estratégias de manejo e expandir o cultivo para novas regiões.

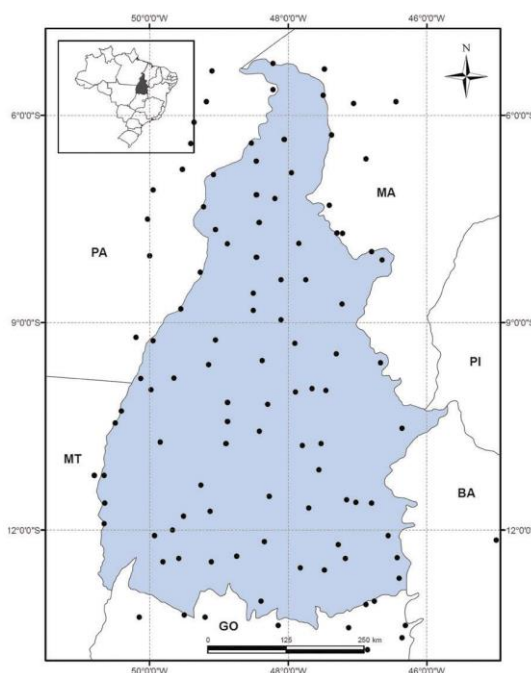
Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi desenvolver um zoneamento agroclimático para *E. urophylla* no Tocantins, considerando diferentes capacidades de água disponível no solo, a fim de orientar o planejamento e maximizar o potencial produtivo da espécie.

2 METODOLOGIA

A área de estudo do presente trabalho abrange todo o Estado do Tocantins, com população estimada de 1.577.342 habitantes (IBGE, 2024), sendo localizado na região Norte do Brasil, com área de 277.423,627 km². Faz divisa com os estados do Maranhão ao norte; Piauí e Bahia a leste; Goiás ao sul e Mato Grosso e Pará ao oeste. Para a realização deste estudo, utilizou-se o banco de dados

organizado pela equipe de colaboradores do Laboratório de Agroenergia, Uso da Terra e Mudanças Ambientais da Universidade Federal do Tocantins – UFT/LAMAM, e ampliado pelo trabalho por Souza et al. (2024), contendo os parâmetros meteorológicos: precipitação (mm) e temperatura do ar (°C), com valores mensais e anuais de 110 estações meteorológicas e/ou pluviométricas, situadas na área de estudo e regiões circunvizinhas (Figura 1).

Figura 1 – Localização do Estado do Tocantins e distribuição das estações meteorológicas e pluviométricas no Estado e no seu entorno



Foi realizado o cálculo do balanço hídrico climatológico utilizando o método Thornthwaite-Mather simplificado por Pereira (2005), uma vez que o modelo necessita apenas de dados de precipitação, temperatura média mensal e da Capacidade de Armazenamento Disponível (CAD). Foi utilizada a metodologia adaptada por Sperandio et al. (2010), considerando três valores distintos para a capacidade de água disponível (CAD): 100 mm (Baixa capacidade de retenção de água), 150 mm (Média capacidade de retenção de água) e 220 mm para elevada capacidade de retenção de água.

De acordo com Sperandio et al. (2010), as exigências agroclimáticas gerais para a espécie são: a) Temperatura média do ar anual entre 19 °C e 26 °C; b) Déficit hídrico anual médio entre 30 a 210 mm; e c) Precipitação anual entre 900 mm a 1800 mm.

Conforme metodologia preconizada por Nappo; Nappo; Paiva (2005) e utilizada por Souza et al. (2015a), Souza et al. (2015b) e Collicchio; Lopes; Macolini (2019) para o estado do Tocantins, os dados foram espacializados utilizando o software ArcGis 10.1 (ESRI), através do método de interpolação *Spline*.

Com base nos produtos gerados, foi realizada a classificação dos resultados e elaboração dos mapas finais dos zoneamentos de aptidão agroclimática para cada um dos três CADs foram geradas zonas homogêneas de aptidão classificadas como: a) Apta; b) Marginal; c) Restrita e d) Inapta ao cultivo da espécie, conforme Quadro 1.

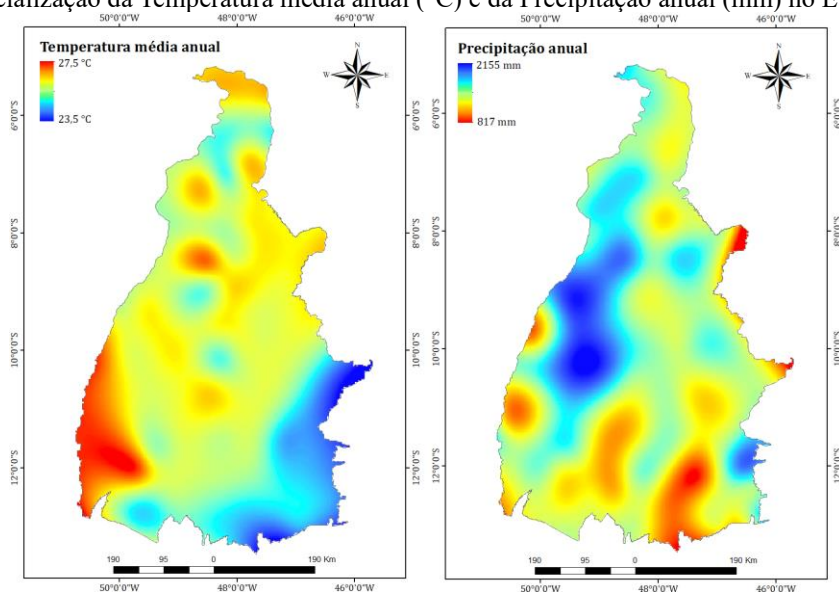
Quadro 1 – Classes de aptidão do *E. urophylla* referentes às exigências agroclimáticas

Classe de Aptidão	Condições		
	Temperatura média anual (T)	Deficiência hídrica anual (Da)	Precipitação anual (P)
Apta	$19^{\circ}\text{C} < T < 26^{\circ}\text{C}$	$30\text{ mm} < Da < 210\text{ mm}$	$900\text{ mm} < P < 1800\text{ mm}$
Marginal	Ocorreu nas áreas em que apenas uma variável (T, Da ou P) não atendeu às exigências climáticas da espécie		
Restrita	Ocorreu nas áreas em que apenas uma variável (T, Da ou P) atendeu às exigências climáticas da espécie		
Inapta	$T < 19^{\circ}\text{C}$ ou $T > 26^{\circ}\text{C}$	$Da < 30\text{ mm}$ ou $Da > 210\text{ mm}$	$P < 900\text{ mm}$ ou $P > 1800\text{ mm}$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas temáticos de precipitação anual e temperatura média anual na região do Estado do Tocantins estão representados na Figura 2. Com base no banco de dados das estações meteorológicas e/ou pluviométricas é possível observar que a temperatura média anual do estado do Tocantins varia de $23,5^{\circ}\text{C}$ a $27,5^{\circ}\text{C}$, tendo sua temperatura mais alta no sudoeste do Estado.

Figura 2 – Espacialização da Temperatura média anual ($^{\circ}\text{C}$) e da Precipitação anual (mm) no Estado do Tocantins



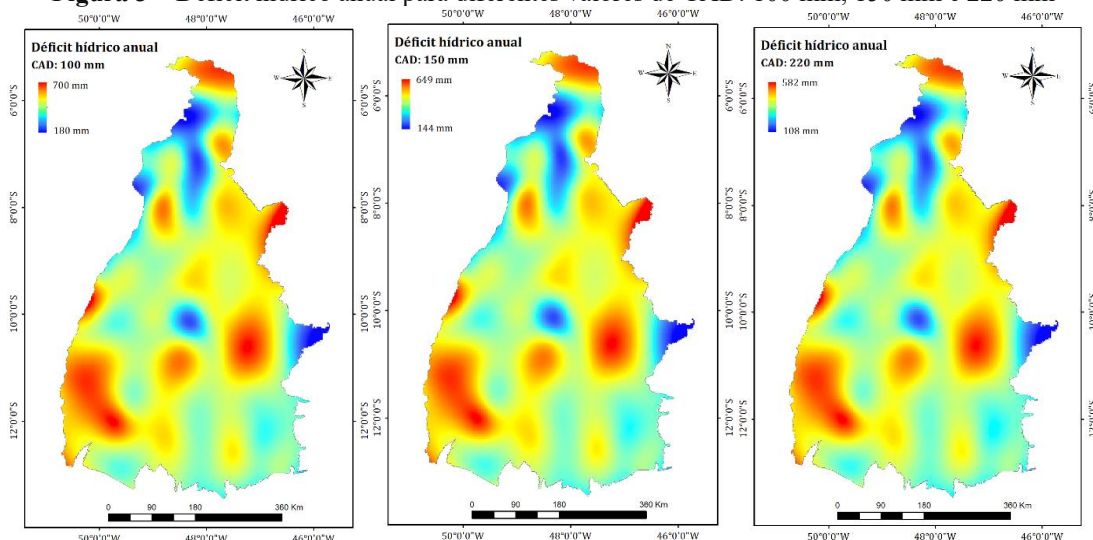
A precipitação anual varia de 817 mm a 2155 mm, tendo seus valores mais altos no centro-oeste e os mais baixos localizados na região sudeste. Apesar da existência de regiões com registros

mais extremos quanto aos fatores de temperatura e precipitação, o Estado apresenta certa homogeneidade com uma menor variação desses parâmetros nas demais áreas do Tocantins.

Pode-se constatar que os índices médios anuais de temperatura e precipitação do Tocantins, no geral, se alinham com as exigências agroclimáticas do *E. urophylla*.

O déficit hídrico anual para os diferentes tipos de CAD pode ser observado na Figura 3. Com o aumento da CAD os valores de déficit hídrico anual diminuem.

Figura 3 – Déficit hídrico anual para diferentes valores de CAD: 100 mm, 150 mm e 220 mm



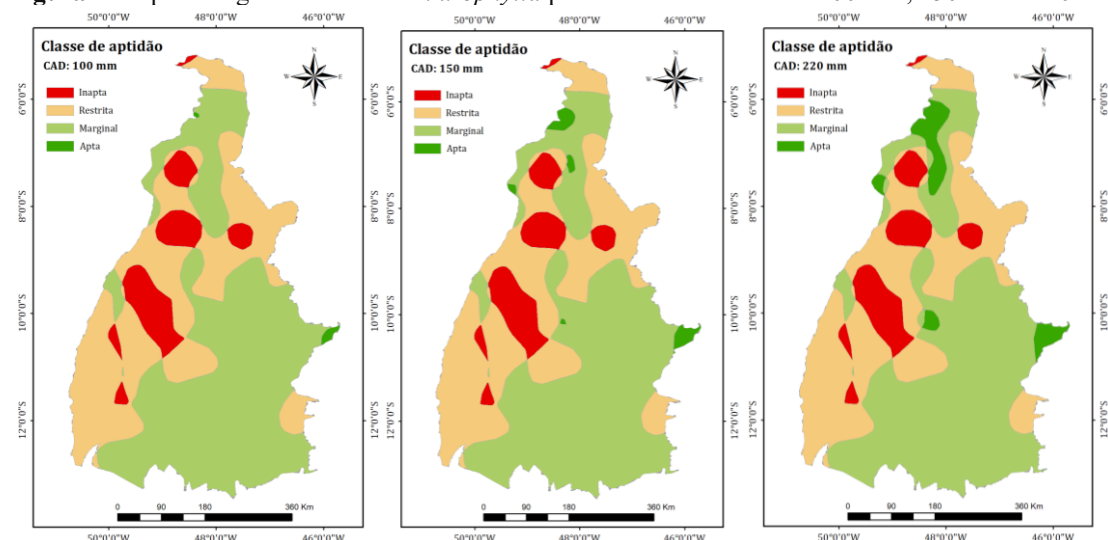
No CAD 100 mm, o valor máximo de déficit hídrico é de 700 mm, enquanto no CAD 220 mm, o valor máximo é de 582 mm, com uma diferença de 118 mm de um para outro. O déficit hídrico está diretamente relacionado com o CAD pois quanto maior a capacidade do solo de armazenar água, maior é a disponibilidade hídrica para as espécies vegetais e, conseqüentemente, menor o déficit hídrico.

Conforme as exigências climáticas definidas por Sperandio et al. (2010), as regiões noroestes, parte da leste e parte da central do Estado são as que apresentaram os menores valores de déficit hídrico para o cultivo do *E. urophylla*.

Em comparação com os resultados de Souza et al. (2024), o intervalo do déficit hídrico anual para CAD 100 mm no Tocantins foi semelhante, com regiões de maior e menor déficit hídrico condizentes, atingindo uma variação de até 100 mm no intervalo. Essa variação pode ser explicada pela diferença dos dados utilizados, pois Souza et al. (2024) caracterizaram a região com uma quantidade diferente de pontos (dados) na espacialização. Esses autores realizaram estimativas para a temperatura média mensal, utilizando dados de radar SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) e baseando na equação de regressão linear múltipla.

Os mapas contendo o zoneamento agroclimático para o *E. urophylla* no Estado do Tocantins com base nas variáveis climáticas e os três valores de CAD diferentes encontram-se apresentados na Figura 4.

Figura 4 – Aptidão agroclimática do *E. urophylla* para os valores de CAD: 100 mm, 150 mm e 220 mm



As áreas em km² e percentuais de ocupação das classes de aptidão, de acordo com o CAD correspondente, podem ser observadas na Tabela 1. Percebe-se que houve um acréscimo de áreas com classe Apta de 0,29% (CAD 100 mm) para 4,26% (CAD 220 mm), principalmente nas regiões do Estado do Tocantins onde o déficit hídrico é menor, conforme nota-se na Figura 3.

Comparando os três CADs, nota-se que as classes de aptidão Inapta e Restrita praticamente não apresentaram variação nas suas áreas (Tabela 1).

Tabela 1 – Área (em km² e percentual) ocupada no Estado do Tocantins por cada classe de aptidão considerando diferentes tipos de CAD

Classes de aptidão	CAD 100 mm	CAD 150 mm	CAD 220 mm
Área (km ²)			
Apta	804,16	4.255,64	11.838,98
Marginal	149.323,41	145.897,78	139.384,59
Restrita	102.618,26	102.588,84	101.505,86
Inapta	25.349,26	25.349,26	25.359,09
%			
Apta	0,29	1,53	4,26
Marginal	53,7	52,46	50,12
Restrita	36,9	36,9	36,5
Inapta	9,12	9,12	9,12

Já a classe Marginal, que foi predominante na região para os três valores de CAD, apresentou uma maior perda de área à medida que houve o aumento do valor da CAD, passando de 53,7% a 50,12% da área total do Estado.

Os valores de CAD são associados a solos com determinadas características. O CAD 100 mm é associado a solos com maior porcentagem de areia, o CAD 150 mm a solos predominantemente franco e franco siltoso, e o CAD 220 mm a solos com predomínio de argila siltosa (KUMAR et al., 2021).

Os Pintossolos e os Latossolos são considerados os solos predominantes no Estado do Tocantins, com ocorrência em todas as regiões do Estado. Os Argissolos cobrem extensões da área noroeste e também áreas não muito extensas no sul e oeste. Nas áreas central e sul os Cambissolos são encontrados e os Neossolos Quartzarênicos distribuem-se predominantemente no centro e leste do Estado (COLLICCHIO et al., 2022).

No estudo de Lopes et al. (2024), que abordou o zoneamento agroclimático de *E. urophylla* na região MATOPIBA utilizando CAD de 100 e 150 mm, foi identificado um percentual maior de áreas aptas na região, contudo, a maioria dessas áreas não está localizada no estado do Tocantins. Considerando o CAD de 100 mm, constatou-se o predomínio de áreas classificadas como restritas no Estado, enquanto que, com o CAD de 150 mm, observou-se um aumento nas áreas classificadas como marginais.

Conforme está apresentado na Tabela 1, o crescimento da área da classe considerada Apta, está relacionado com o aumento da CAD, pode-se notar que para as condições de precipitação e temperatura do Estado do Tocantins, a característica do solo é parte fundamental na determinação do valor do déficit hídrico e, conseqüentemente, da aptidão de cultivo do *E. urophylla* no Estado.

A importância do solo pode ser observada pois em uma das regiões onde a classe de aptidão do zoneamento agroclimático foi considerada apta, na região norte/noroeste do Tocantins, há uma grande presença de solos Argissolo que possuem textura predominantemente de média a argilosa, possuindo características compatíveis com o CAD 220 mm apresentando-se favoráveis ao cultivo da espécie.

5 CONCLUSÃO

O zoneamento de aptidão agroclimático pode subsidiar decisões para expansão sustentável do cultivo de *E. urophylla* no Tocantins, contribuindo para o manejo florestal eficiente e o aumento da produtividade em condições desafiadoras.

A maior parte do Tocantins apresenta classes de aptidão Marginal e Restrita, podendo dificultar o cultivo dessa espécie, principalmente quanto menor for o valor de capacidade de água disponível para a região.

Ressalta-se que os resultados obtidos foram com base nas exigências agroclimáticas da espécie, sem considerar os detalhes da forma de cultivo, possíveis intervenções e uso de irrigação complementar.

Uma das alternativas disponíveis para aumentar a aptidão da região diante das condições observadas no estudo, refere-se ao manejo do solo de forma que haja o aumento da capacidade de armazenamento de água no solo, além do desenvolvimento estudos de adaptação da cultura para as condições climáticas e de solo predominantes no Estado do Tocantins.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Universidade Federal do Tocantins (UFT).

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, R. F.; MATRICARDI, E. A. T.; NAPPO, M. E. Zoneamento ecológico de pequena escala para espécies florestais tradicionais no Distrito Federal. *Floresta*, Curitiba, v. 42, n.2, p. 421-430, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.5380/rf.v42i2.19570>>. Acesso em: 28 nov. 2024.
- BRUNINI, O.; CARVALHO, J. P. de. Zoneamento agroambiental para o setor florestal: zoneamento edafoclimático, orientações técnicas e viabilidade de cultivo. Campinas: IAC, 2018, 39p (Série Tecnologia APTA. Boletim técnico IAC, 218).
- COLLICCHIO, E.; LOPES, R. B. S.; MARCOLINI, M. P. Análise dos possíveis efeitos das mudanças do clima no cultivo da cana-de-açúcar e do eucalipto no estado do Tocantins. *Journal of Bioenergy and Food Science*, Macapá, v. 6, n. 1, p. 1-17, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.18067/jbfs.v6i1.259>>. Acesso em: 27 nov. 2024.
- COLLICCHIO, E.; ROCHA, H. R.; ANDRADE, A. M.; SIQUEIRA, G. B.; GAMBA, F. B.; CIFUENTES, J. E. M.; PITI, H. J.; PINTO, E. S. Aspectos gerais, uso da terra e potencialidades do Tocantins para a produção agrícola. In: COLLICCHIO, E.; ROCHA, H. R. (Ed.) *Agricultura e mudanças do clima no Estado do Tocantins: vulnerabilidades, projeções e desenvolvimento*. Palmas: Editora Universitária – EdUFT, cap. 1, p. 19–50. 2022. Disponível em: <<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/editora/issue/view/repositorio.uft.edu.brhandle11612842/402>>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- DUARTE, F. A.; COLLICCHIO, E. Desafios e perspectivas do cultivo do eucalipto para fins energéticos no Estado do Tocantins. *Liberato*, Novo Hamburgo, v. 21, n.35, p. 15-26, jan./jun. 2020.
- HIGA, R. C. V.; WREGGE, M. S. Zoneamento climático de *Eucalyptus grandis* para a região Sul do Brasil. Colombo: Embrapa Florestas. 2010. 23 p. (Documentos 209).
- IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório Anual 2017. São Paulo: IBÁ, 2017. 80 p. Disponível em: <https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2024
- IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório Anual. 2024. São Paulo: IBÁ, 2024. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio2024.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades@. Brasília: IBGE, 2024. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/panorama>>. Acesso em 28 nov. 2024.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. Brasília, 2023. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5930>>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE. Produção de energia através da biomassa. 2019. Disponível em: <http://www.iee.usp.br/gbio/?q=livro/biomassa-moderna-versus-biomassa-tradicional>. Acesso em: 10 jul. 2024.

KUMAR, A.; VERMA, P.; SHARMA, M. K. Irrigation management in stone fruits. In: MIR, M. M.; IQBAL, U.; MIR, S. A. (Ed.). Production technology of stone fruits. Singapore: Springer, 2021. p. 171–187. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-981-15-8920-1_6>. Acesso em: 29 nov. 2024.

LOPES, R. B. S.; ANDRADE, A. M.; COLLICCHIO, E. Efeitos das mudanças do clima no zoneamento agroclimático do *Eucalyptus urophylla* na região do Matopiba, considerando os modelos ETA-MIROC5 E ETA-HADGEM2-ES. Desafios: Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins, Palmas, v. 11, n. 7, p. 1 - 17, out. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.20873/Agroenergia_2024_v11_n7_4>. Acesso em: 28 nov. 2024.

MAGALHÃES, M. A. D.; CARNEIRO, A. D. C. O.; VITAL, B. R.; SILVA, C. M. S. D.; SOUZA, M. M. D.; FIALHO, L. D. F. Estimates of mass and energy of different genetic material *Eucalyptus*. Revista Árvore, Viçosa, v. 41, n. 3, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-90882017000300002>>. Acesso em: 27 nov. 2024.

NAPPO, M. E.; NAPPO, A. E.; PAIVA, H. N. Zoneamento ecológico de pequena escala para nove espécies arbóreas de interesse florestal no estado de Minas Gerais. Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, v. 5, n. 1, 2005. Disponível em: <https://www.faeF.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/INHWZ4p95SztMMM_2013-4-25-14-59-46.pdf>. Acesso em: 25 out. 2024.

NEPAL, P.; KORHONEN, J.; PRESTEMON, J. P.; CUBBAGE, F. W. Projecting global planted forest area developments and the associated impacts on global forest product markets. Journal of Environmental Management, v. 240, p. 421–430, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.126>>. Acesso em: 12 nov. 2024.

PEREIRA, A. R. Simplificando o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather. Bragantia, Campinas, v.64, n. 2, p. 311-313, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000200019>>. Acesso em: 18 nov. 2024.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2002.

PINTO JÚNIOR, J. E.; SANTAROSA, E.; GOULART, I. C. G. dos R. Histórico do cultivo de eucalipto. In: SANTAROSA, E.; PENTEADO JÚNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. dos R. (Ed.). Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda. Brasília: Embrapa, cap. 1, p. 11 – 12. 20. 2014.

PUPIN, S.; SANTOS, A. V. A. dos; ZARUMA, D. U. G.; MIRANDA, A. C.; SILVA, P. H. M.; MARINO, C. L.; SEBBENN, A. M.; MORAES, M. L. T. Produtividade, estabilidade e adaptabilidade em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 43, n. 105, p. 127-134, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/0f625202-43dd-400a-9edd-00a2be0b232f/content>>. Acesso em: 26 nov. 2024.

RIBEIRO, C. A. D. Delimitação de zonas agroclimáticas para cultura do eucalipto no norte do Espírito Santo e sul da Bahia. Alegre: Universidade Federal do Espírito Santo – Centro de Ciências Agrárias. 2009. 105 p.

SCANAVACA JÚNIOR, L.; GARCIA, J. N. Physical and mechanical properties of *Eucalyptus urophylla*. *Brazilian Journal of Agriculture*, Piracicaba, v. 98, n. 1, p. 12–22, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.37856/bja.v98i1.4317>>. Acesso em: 15 set. 2024.

SNIF. Sistema Nacional de Informações Florestais. Recursos Florestais. 2015. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/as-florestasplantadas>>. Acesso: 13 set. 2024.

SOUZA, M. J. H. DE; RIBEIRO, A.; LEITE, H. G.; LEITE, F. P.; MINUZZI, R. B. Relação entre disponibilidade hídrica e produtividade do eucalipto em diferentes idades, em Guanhões, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.10, n.3, p.629–638, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000300014>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SOUZA, O. M. M.; COLLICCHIO, E.; PEREIRA, E. Q.; AZEVEDO, M. I. R. Edapho-climatic zoning for *Eucalyptus urograndis* in the State of Tocantins, Brazil. *Journal of Bioenergy and Food Science*, Macapá, n. 2, p. 62-71, 2015a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18067/jbfs.v2i2.36>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SOUZA, O. M. M.; COLLICCHIO, E.; PEREIRA, E. Q.; AZEVEDO, M. I. R. Zoneamento edafoclimático para o *Eucalyptus urophylla* no Estado do Tocantins. *Desafios: Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, Palmas, v. 1, n. 02. p.121-134, 2015b. Disponível em: <<https://doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2015v1n2p120>>. Acesso em: 26 nov. 2024.

SOUZA, O. M. M.; OLIVEIRA, B. G.; COLLICCHIO, E.; SILVA JÚNIOR, J. L. C.; SERRA, J. C. V. Agroclimatic aptitude of *Eucalyptus urophylla* for the Matopiba region. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 34, n. 2, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.5902/1980509870219>>. Acesso em: 27 nov. 2024.

SPERANDIO, H. V.; CAMPANHARO, W. A.; CECILIO, R. A.; NAPPO, M. E. Zoneamento agroecológico para espécies de eucalipto no Estado do Espírito Santo. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 11, n. 34, p. 203–216, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.14393/RCG113415906>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

THORNHILL, A. H.; CRISP, M. D.; KÜLHEIM, C.; LAM, K. E.; NELSON, L. A.; YEATES, D. K.; MILLER, J. T. A dated molecular perspective of eucalypt taxonomy, evolution and diversification. *Australian Systematic Botany*, v. 32, p. 29–48, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1071/SB18015>>. Acesso em: 20 nov. 2024.