



**SISTEMA DE INFORMAÇÕES
PARA PLANEJAMENTO FLORESTAL
NO CERRADO BRASILEIRO**

VOLUME II

**SISTEMA DE INFORMAÇÕES
PARA PLANEJAMENTO FLORESTAL
NO CERRADO BRASILEIRO**

DOI: 10.11606/9786587391076

VOLUME II

2021

ORGANIZADORES:

LUCIANA DUQUE SILVA

ANTONIO RIOYEI HIGA

DANIEL DE CASTRO VICTORIA

FABIANA GONÇALVES BASTOS

HELLEN PATRÍCIA PECCHI LEITE

LUIS VALENTINO FREIRE

COORDENAÇÃO:

USP



ESALQ



UFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Embrapa

Informática Agropecuária

APOIO:

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



**PÁTRIA AMADA
BRASIL**
GOVERNO FEDERAL

Universidade de São Paulo

Reitor Vahan Agopyan
Vice-reitor Antonio Carlos Hernandes

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Diretor Durval Dourado Neto
Vice-diretor João Roberto Spotti Lopes

Revisão e Edição Luciana Duque Silva
Capa José Adilson Milanêz
Diagramação Maria Clarete Sarkis Hyppolito
Impressão e Acabamento Serviço de Produções Gráficas - ESALQ
Tiragem 1.000 exemplares

Livro disponível nas versões impressa e eletrônica:

<https://www.esalq.usp.br/biblioteca/portais-de-pesquisa/livros-abertos-da-esalq>

<http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP>

<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/publicacoes-de-plano-abc>

Dados de Catalogação na Publicação DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Sistema de informações para planejamento florestal no cerrado brasileiro: v.2 [recurso eletrônico] / organização de Luciana Duque Silva...[et al.]. -- Piracicaba : ESALQ - USP, 2021.
95 p. : il.

Projeto SiFlor Cerrado
ISBN: 978-65-87391-07-6
DOI: 10.11606/9786587391076

1. Cerrado - Brasil 2. Planejamento florestal 3. Povoamento florestal 4. Sistema de informação I. Silva, L. D., org II. Higa, A. R., org III. Victoria, D. de C., org IV. Bastos, F. G. V., org Leite, H. P. P., org VI. Freire L. V., org VII. Título

CDD 634.92

Elaborada por Maria Angela de Toledo Leme - CRB-8/3359

“Esta obra é de acesso aberto. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e a autoria e respeitando a Licença Creative Commons indicada.”



Apresentação

Sob o ponto de vista do produtor, o sucesso de uma plantação pode ser medido pela rentabilidade da produção. Para isso, é de fundamental importância que a plantação apresente alta produtividade de uma matéria-prima de qualidade desejada pelo mercado regional. Isso significa que, além de considerar a “situação da porteira para dentro”, ou seja, o clima e solo do local a ser plantado, o produtor deverá considerar a “situação da porteira para fora”, ou seja, o tipo de produto desejado pelo mercado num raio econômico de transporte”.

Nossa expectativa é que as informações reunidas neste livro, que tratam essencialmente das questões relacionadas às “situações da porteira para dentro”, possam ser úteis aos integrantes e lideranças do setor florestal, em especial aos produtores e consumidores dos produtos florestais e, aos responsáveis pela proposição e implementação de políticas públicas setoriais no Bioma Cerrado.

Assim, o livro é composto por um capítulo inicial que trata sobre alguns fatores relacionados à escolha de espécies/clones florestais, para cultivo no Bioma Cerrado do Brasil, seguido de dois capítulos resumindo informações sobre o clima e solo deste bioma. No quarto capítulo são apresentadas algumas experiências vivenciadas por produtores que cultivam espécies/clones florestais no Bioma Cerrado e para fechar essa obra o quinto capítulo apresenta um diagnóstico sobre a adaptação das principais espécies e/ou clones florestais, atualmente cultivados nas diferentes “Dendrozonas” ou zonas bioclimáticas do Bioma Cerrado. As informações descritas nesse último capítulo foram coletadas pela equipe técnica do Projeto SiFlor Cerrado, com apoio do Programa ABC do MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

A equipe do Projeto SiFlor Cerrado agradece, o apoio do MAPA e também das empresas florestais, agências governamentais estaduais, universidades, instituições de pesquisas, e a todos os produtores rurais e profissionais independentes, que abriram suas portas e compartilharam importantes informações e experiências, as quais foram de fundamental importância para a realização deste projeto.

Sumário

CAPÍTULO 1

Escolha de espécies/clones para plantações florestais com finalidades econômicas no Bioma Cerrado	7
1. Considerações iniciais	7
2. Fatores a serem considerados na escolha de espécies/clones para estabelecimento de plantações florestais com finalidades econômicas	8
2.1 Adaptação das espécies/clone ao novo ambiente de plantio	9
2.2 Mercado para a madeira a ser produzida	9
2.3 Disponibilidade de sementes e/ou mudas para plantio	10
2.4 Conhecimento da silvicultura da espécie	10
2.5 Rentabilidade da plantação florestal	10
3. Considerações finais	10
Referências Bibliográficas	11

CAPÍTULO 2

O clima no Bioma Cerrado	12
1. Mudanças Climáticas	13
2. Informações climáticas avaliadas no Projeto Siflor Cerrado	26
3. Influência do clima no planejamento florestal.....	28
4. Considerações finais.....	28
Referências Bibliográficas	28

CAPÍTULO 3

Importância em se conhecer o tipo de solo e as particularidades da adubação em áreas de cerrado	30
1. Características dos solos do Bioma Cerrado	30
2. Adubação para cultivos em áreas do Bioma Cerrado	32
3. Considerações finais	40
Referências Bibliográficas	40

Capítulo 4

Plantações com espécies florestais/clones em monocultivos e sistemas iLPF no Bioma Cerrado	44
1. Apresentação	44
2. Experiências de cultivo com espécies florestais/clones em monocultivos e sistemas iLPF no bioma Cerrado	46
3. Considerações Finais	51
Referências Bibliográficas	52

Capítulo 5

Diagnóstico de Plantações Florestais no Cerrado Brasileiro	53
1. Espécies Florestais alvo do Projeto Siflor Cerrado	60
1.2. Eucalipto (Gênero <i>Eucalyptus</i> e espécie <i>Corymbia citriodora</i>)	60
1.2.1 AEC 144	62
1.2.2 AEC 1528	64
1.2.3 AEC 224	66
1.2.4. GG100	68
1.2.5 IPB1	70
1.2.6 <i>Corymbia citriodora</i>	72
1.2.7 Classificação de Aptidão - Eucalipto	74
1.3 Pinus (<i>Pinus</i>)	77
1.3.1 Classificação de Aptidão - Pinus	80
1.4 Cedro australiano (<i>Toona ciliata</i>)	81
1.4.1 Classificação de Aptidão – Cedro australiano.....	84
1.5 Mogno africano (<i>Khaya</i> spp.)	85
1.5.1 Classificação de Aptidão – Mogno africano	88
1.6 Teca (<i>Tectona grandis</i>)	90
1.6.1 Classificação de Aptidão – Teca	93
2. Considerações finais	93
3. Ferramenta de auxílio na avaliação de adaptação de espécies/clones	93
Referências Bibliográficas	94

Escolha de espécies/clones para plantações florestais com finalidades econômicas no Bioma Cerrado

Antonio Rioyei Higa¹

Luciana Duque Silva²

Daniel de Castro Victoria³

Luis Valentino Freire⁴

Hellen Patricia Pecchi Leite⁴

Fabiana Gonçalves Bastos⁴

1. Considerações iniciais

O Bioma Cerrado ocupa aproximadamente 20% do território nacional. De modo geral, apresenta topografia plana, o que facilita a mecanização. No entanto, apresenta solos de baixa fertilidade natural e períodos longos com déficit hídrico, o que dificulta seu uso para atividades agropecuárias e florestais. Ainda não há dados oficiais que indiquem o tamanho da área com pastagens degradadas no Brasil (DIAS-FILHO, 2014) e nem mesmo no Bioma Cerrado, sendo possível apenas estimá-la. De acordo com um estudo desenvolvido em 2014 pela Embrapa

Monitoramento por Satélite (SP), o cenário mais realista aponta que 60% das pastagens do Bioma Cerrado estão degradadas, o correspondente a 32 milhões de hectares. Além disso, o mesmo estudo indica que há maior concentração dessas áreas nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais (GALINARI, 2014).

Plantações florestais são excelentes opções para restauração dos serviços ecossistêmicos onde a degradação é avançada. Serviços ecossistêmicos envolvem desde a produção de madeira demandada pela sociedade até a restauração da capacidade produtiva

[1] Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

[2] Professora da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

[3] Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária.

[4] Engº Florestal pela Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

do solo, conservação da água e, preservação da biodiversidade da vegetação natural remanescente.

Consideramos ser possível substituir uma boa parte da madeira ilegal de florestas naturais brasileiras, através de plantações florestais com espécies/clones selecionados, ocupando apenas parte das áreas com pastagens degradadas, localizadas no Bioma Cerrado. Isso poderá contribuir para o cumprimento de uma das principais metas do Acordo de Paris, zerar o desmatamento ilegal de florestas naturais e, das atuais pressões das sociedades nacional e internacional.

Quando não existe uma espécie florestal nativa, que possa ser usada para estabelecimento de plantações florestais com finalidades econômicas, é preciso introduzir espécies florestais que sejam adaptadas às condições do solo e clima, que tenham material genético disponível para plantio, produzam madeira com qualidade desejada para os diferentes usos e, que possam ser uma opção economicamente viável de uso da terra.

É preciso diferenciar plantações florestais com finalidades econômicas das plantações florestais com finalidades de restauração da vegetação natural. A primeira envolve a aplicação de toda tecnologia, e insumos modernos disponíveis, para otimizar o uso da área em termos econômicos, o que pode significar até o estabelecimento de florestas monoclonais. Já a restauração da vegetação nativa, tem como uma das principais finalidades a conservação e uso da biodiversidade. No entanto, para viabilizar economicamente a sua implantação inicial, a legislação brasi-

leira (Lei nº. 12.651/2012, que instituiu o novo Código Florestal) permite que se use até 50% de espécies exóticas na recomposição da Reserva Legal.

Assim, conhecer espécies ou clones que produzam madeira com as características demandadas pelo mercado, de forma econômica é, também, uma informação importante para a restauração.

2. Fatores a serem considerados na escolha de espécies/clones para estabelecimento de plantações florestais com finalidades econômicas

O primeiro aspecto a ser considerado, quando se pensa em estabelecimento de plantações florestais com finalidades econômicas, é a escolha da espécie ou clone a ser plantada. A regra básica é, sempre que for possível, usar uma espécie florestal nativa, pois considera-se que o material genético é melhor adaptado às condições locais. Adaptação significa que a espécie sobrevive e reproduz naquele ambiente. No entanto, quando se considera a finalidade econômica, outros fatores devem ser considerados. Além da adaptação, a disponibilidade de sementes ou mudas com alta qualidade genética, o conhecimento da silvicultura e manejo da espécie, a qualidade da madeira, a rentabilidade e o mercado consumidor, são fatores a serem considerados.

Veja o exemplo da escolha dos eucaliptos por Navarro de Andrade há mais de um século. Incumbido de selecionar espécies florestais, para estabelecimento de plantações visando suprir

a demanda de madeira para uso com lenha, dormentes e postes, pela Companhia Paulista de Estrada de Ferro, ele escolheu o eucalipto após testar mais de uma centena de espécies florestais nativas e exóticas. Em função do melhoramento genético e do aperfeiçoamento das técnicas silviculturais, algumas espécies do gênero *Eucalyptus* e *Corymbia*, e seus híbridos, ocupam mais de 80% da área de todas as plantações florestais no Brasil.

2.1 Adaptação das espécies/ clones ao novo ambiente de plantio

O primeiro fator a ser observado na escolha é verificar se a espécie (ou clone) é adaptada ao “novo ambiente de plantio”. Existem várias definições de adaptação, mas nesse texto vamos considerar “adaptada” uma planta nativa ou aquela que sobreviva e se reproduza no “novo ambiente de plantio”.

A complexidade da seleção, usando o critério adaptação, aumenta com a duração da rotação ou tempo de vida das espécies florestais. Isso porque mesmo as espécies de rápido crescimento demandam rotação de vários anos e, o padrão de variação climática pode variar de ano para ano. O comportamento de uma espécie/clone é resposta ao clima, solo e da interação da sua genética com o ambiente. Assim, se a seleção for realizada em anos com alta precipitação, as árvores oriundas desse material genético selecionado poderão não sobreviver, ou ter seu crescimento severamente afetado, em anos de baixa precipitação. Esse fato pode ser observado nos anos

de 2014-2015, considerados mais secos, quando muitas plantações foram severamente afetadas, em algumas regiões do Brasil. Este aspecto poderá ser ainda mais agravado, segundo as previsões de mudanças climáticas globais, pois as previsões são de precipitações mais concentradas e temperaturas mais elevadas.

Considerando os fatos acima levantados e, que essas previsões se realizarão, a recomendação para diminuir os riscos de má adaptação é utilizar mudas seminais e/ou maior número de clones possíveis de material genético selecionado, mesmo que para isso seja considerada uma pequena redução de produtividade. Em resumo, a variabilidade genética dos plantios é a melhor garantia para o futuro das florestas plantadas.

2.2. Mercado para a madeira a ser produzida

Houve uma época que a preocupação do produtor era produzir maior quantidade de madeira da porteira para dentro. Muitos produtores foram bem-sucedidos neste aspecto, mas experimentaram grandes decepções, pois a madeira produzida não tinha mercado dentro de um raio econômico de transporte. Assim, a seleção da espécie ou clone para cultivo deve começar pela análise do tipo de mercado regional para absorver a produção. Outro fator de suma importância a ser considerado, é o fato de que a longevidade do mercado depende da garantia de suprimento constante da madeira, tanto

em quantidade como em qualidade. Assim, analisar o volume de madeira na qualidade desejada que é demandada e ofertada na região de comercialização é fundamental.

2.3 Disponibilidade de sementes e/ou mudas para plantio

De modo geral, os produtores de mudas são bem estruturados e podem disponibilizar mudas em quantidades e qualidades desejadas pelo produtor. O problema é a qualidade genética das mudas para produzir madeira para determinados usos. Por exemplo, muitos produtores independentes, no Bioma Cerrado, plantaram clones de eucaliptos em sistemas iLPF – Integração Lavoura, Pecuária e Florestas, pensando em produzir madeira para serraria. No entanto, a maioria dos clones plantados não são adequados para produzir madeira para essa finalidade, que apresenta maior valor agregado, quando comparado com a madeira destinada para o mercado de lenha ou celulose, por exemplo.

2.4 Conhecimento da silvicultura da espécie

O conhecimento das técnicas silviculturais: preparo do solo, calagem, adubação, plantio, tratamentos culturais, monitoramento e controle de pragas, doenças e incêndios florestais, podem parecer simples em função da experiência e sucesso acumulados pelos silvicultores brasileiros. No entanto, a expansão da silvicultura em áreas de

pastagens degradadas, ou em novas áreas no Bioma Cerrado, apresenta novos desafios até então pouco experimentados. Os principais desafios são a ocorrência e irregularidade de déficit hídrico e a ocorrência de doenças e pragas. O desenvolvimento de novos materiais genéticos, resistentes e adaptados a essas condições, podem ser fortes aliados às técnicas silviculturais para vencer esses desafios, mas infelizmente novos materiais genéticos não estão sendo disponibilizados na velocidade demandada.

2.5 Rentabilidade da plantação florestal

O quarto critério e, talvez o que apresentará maior peso na sustentabilidade das florestas plantadas do futuro, nas diferentes regiões integrantes do Bioma Cerrado, será a análise econômica demonstrando a competitividade da atividade em relação a outras opções de uso da terra na região.

3. Considerações finais

Afinal, o que queremos? Queremos plantações florestais produtivas e que garantam a sustentabilidade social, ambiental e econômica, nas regiões de cultivo, que possam contribuir com a recuperação de áreas de pastagens degradadas e/ou oferecer alternativas de uso da terra para produtores rurais no Bioma Cerrado. Para isso, salientamos a importância de selecionar espécies ou clones florestais adaptados, de rápido crescimento e que produzam madei-

ra com a qualidade demandada pelo mercado local/ regional e até mesmo internacional.

Consideramos que, plantações florestais com diversidade genética, cultivadas na forma de mosaicos de talhões formados com mudas clonais ou seminais selecionadas com base nos critérios descritos neste capítulo, e uso de técnicas silviculturais adequadas, contribuirão para diminuir os riscos tanto econômicos como os provocados por fatores ambientais imprevisíveis, como os relacionados às mudanças climáticas globais.

Referências Bibliográficas

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. **Embrapa Amazônia Oriental**. Documentos (INFOTECA-E), 2014.

GALINARI, G. **Embrapa mapeia degradação das pastagens do Cerrado**. Portal Embrapa, 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2361250/embrapa-mapeia-degradacao-das-pastagens-do-cerrado>>. Acesso em: 22 de janeiro de 2021.

Capítulo 2

O clima no Bioma Cerrado

Luciana Duque Silva¹

Fabiana Gonçalves Bastos²

Hellen Patricia Pecchi Leite²

Luis Valentino Freire²

Antonio Rioyei Higa³

Daniel de Castro Victoria⁴

O Bioma Cerrado está localizado na região central da América do Sul e, sua grande extensão territorial leva a existência de diferentes condições de solo e clima. Também conta com padrões climáticos sazonais (estação seca e estação úmida) que variam em intensidade, conforme a região e o período do ano (SETTE, 2005).

O clima predominante no Bioma Cerrado é o tropical sazonal com invernos secos. A temperatura média anual fica em torno de 22°C e 23°C, as temperaturas máximas absolutas mensais não variam muito ao longo dos meses do ano, podendo chegar a mais de 40°C. Já as temperaturas mínimas podem variar bastante (MARCUIZZO et al., 2012) dependendo da região. Em relação às chuvas, a precipitação média no bioma varia entre 1.200 mm a

1.800 mm e concentra-se nas estações quentes (primavera e verão). Mesmo nos períodos chuvosos podem ocorrer curtos períodos de seca, denominados de veranicos. Em geral, a estação seca (inverno) apresenta de 3 a 5 meses de duração (SETTE, 2005), tornando a restrição hídrica, o principal fator limitante para o desenvolvimento das plantações florestais no Bioma Cerrado.

1. Mudanças Climáticas

O que tem se visto ao longo dos anos é que esses padrões climáticos não estão se repetindo, sendo possível observar alterações do clima principalmente na temperatura média e no ciclo hidrológico (IPCC, 2007; MORENGO et

[1] Professora da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

[2] Engº Florestal pela Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

[3] Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

[4] Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária.

al., 2015). Projeções climáticas apontam que mudanças no clima, como as que estão ocorrendo atualmente, irão ocorrer ainda mais, podendo aumentar também a frequência de eventos climáticos extremos. Isso evidencia que, as informações, que retratam os padrões das variações climáticas dessa região em análise, descritas em literatura, podem não se repetir ou então, ocorrer em períodos diferentes do retratado pelo histórico climático.

Para minimizar esse problema, já no primeiro contato entre a equipe técnica do projeto com os produtores rurais, foram levantadas questões relacionadas ao histórico silvicultural, às condições climáticas do período de cultivo e características dos solos em que a plantação se localizava. Outra informa o coletada era relacionada com a expectativa dos produtores na continuidade e/ou expansão da área de cultivo florestal nas propriedades.

A mudança do clima foi uma das grandes preocupa es apontadas por eles, quando o assunto era sobre os problemas enfrentados ao longo do período de cultivo e a possibilidade de investir em novas planta es florestais. De acordo com os produtores, mesmo quando a escolha da espécie/ clone e o planejamento das opera es silviculturais foram realizadas considerando o histórico dos dados climáticos, a maioria se surpreendeu, principalmente pela mudança da precipita o média anual, pela distribui o de chuvas ao longo do ano e pela maior dura o dos períodos secos.

Para conhecer com mais detalhes a magnitude e os possíveis efeitos das mudanças relacionadas ao clima, ao

longo do período de desenvolvimento das planta es florestais amostradas, as informa es climáticas desse período foram confrontadas com o histórico climático.

2. Informa es climáticas avaliadas no Projeto SiFlor Cerrado

O planejamento das prospecc es de campo do Projeto SiFlor Cerrado teve como princípio amostrar locais com características climáticas distintas, nas áreas de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil. As Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6 foram baseadas na série temporal de 1970-2000 (FICK;HIJMANS, 2017(WORLDCCLIM)) e na base de dados compilada pela equipe do Projeto SiFlor Cerrado, para o período de cultivo das planta es florestais amostradas em campo.

Com o objetivo de melhor representar esses dados e observar como ocorreram essas mudanças no clima, conforme citado pelos produtores, foram comparados os dados históricos, com os dados meteorológicos corresponde ao mesmo período de desenvolvimento das planta es amostradas em suas respectivas regiões. Isso significa que para alguns locais, como   o caso de alguns municípios localizados no sul do Bioma Cerrado, onde há antigas planta es de *Pinus* sp, o período temporal considerado foi maior quando comparado ao de outras regiões, em que somente houve amostragem em cultivos florestais mais jovens, como planta es de espécies de eucalipto com até sete anos de idade.

A Figura 1 ilustra as informações levantadas sobre a precipitação média anual na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil. Na Figura 1 (A), pode ser observado que, quanto mais intenso o tom de verde, maior foi o aumento da precipitação média anual no local; ao mesmo tempo em que, as áreas com tons amarelo aver-

melhado e vermelho, se referem aos locais em que a precipitação foi inferior ao normal. Com base na análise desta figura é possível verificar que a maior parte do Bioma Cerrado teve redução na precipitação média anual durante o período de desenvolvimento dos cultivos das espécies/ clones amostradas.

A diminuição na precipitação anual está entre os fatores que podem comprometer a produtividade das plantações, que passam a estar mais sujeitas aos efeitos causados pelo estresse hídrico, assim como a irregularidade das chuvas (XAVIER, 2010). A extensão desses efeitos depende da sua intensidade, da duração e da capacidade genética das plantas em responder às mudanças do ambiente (CHAVES, 1991). Desta forma, apenas com as informações referentes à precipitação média anual, não é possível explicar as variações em produtividade e ocorrências de problemas resultantes de causas abióticas observados nas plantações florestais.

A Figura 2 apresenta as informações relacionadas ao período com menor índice de chuvas, denominado de trimestre mais seco. Assim como ocorreu para a precipitação média anual, é possível observar que houve uma diminuição da precipitação, no trimestre mais seco, no período de desenvolvimento das plantações florestais amostradas, quando comparado aos dados históricos (Figura 2A). A extensão da área com precipitação menor que 15 mm no trimestre mais seco, aumentou consideravelmente no período de desenvolvimento das plantações amostradas Figura 2 (B e C).

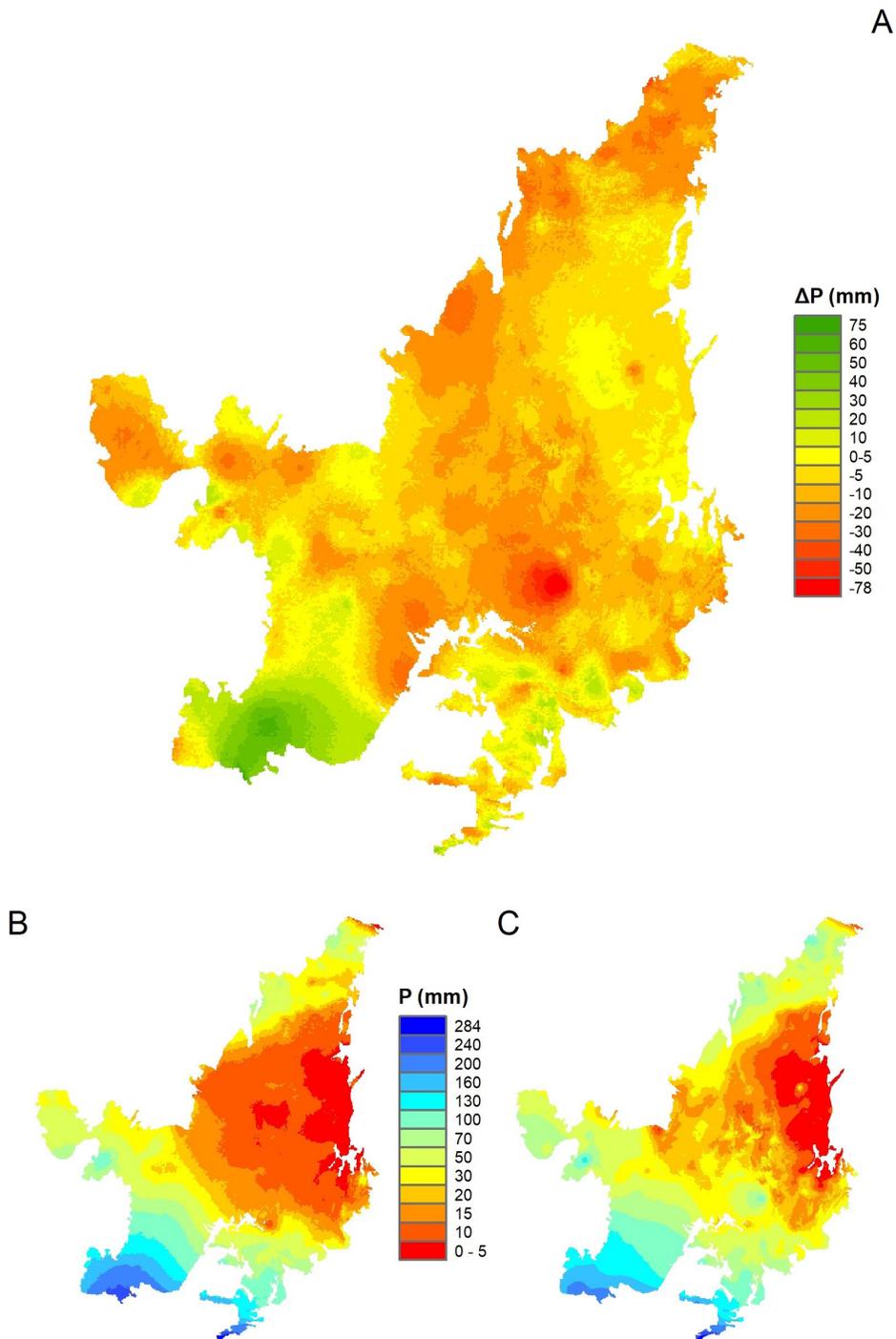


Figura 2 | Variação da precipitação no trimestre mais seco entre os dados históricos e os dados do período de desenvolvimento das espécies/clones amostradas (A); precipitação do trimestre mais seco no período de desenvolvimento das plantações (B); e precipitação histórica do trimestre mais seco (C), na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

A temperatura é outro fator importante que afeta o desenvolvimento das plantações florestais. A alta temperatura combinada com a baixa precipitação, por exemplo, pode resultar no aumento da transpiração da planta e, em períodos críticos, pode levar a redução da produtividade, aumento da ocorrência de mortalidade e ou de problemas, como bifurcação nas plantas. Além disso, em período de estresse essas plantas acabam sendo mais susceptíveis ao ataque de pragas e de doenças.

As Figuras 3, 4 e 5 ilustram respectivamente os dados de temperatura média anual, temperatura máxima anual e temperatura mínima anual, também comparando o histórico climático com

o período de desenvolvimentos das plantações florestais amostradas.

A temperatura média anual apresentou menores variações, quando comparado aos dados de precipitação. No entanto, algumas áreas tiveram maior aumento na temperatura, durante o período de desenvolvimento das plantações florestais avaliadas (Figura 3A). Na maior parte da área de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, onde essas plantações se encontram, foi verificado um aumento entre 1°C e 2°C na temperatura média anual. Esta temperatura, que neste local historicamente atingiam 28°C e 29°C (Figura 3C), aumentou no período de cultivo das espécies/clones amostradas (Figura 3B).

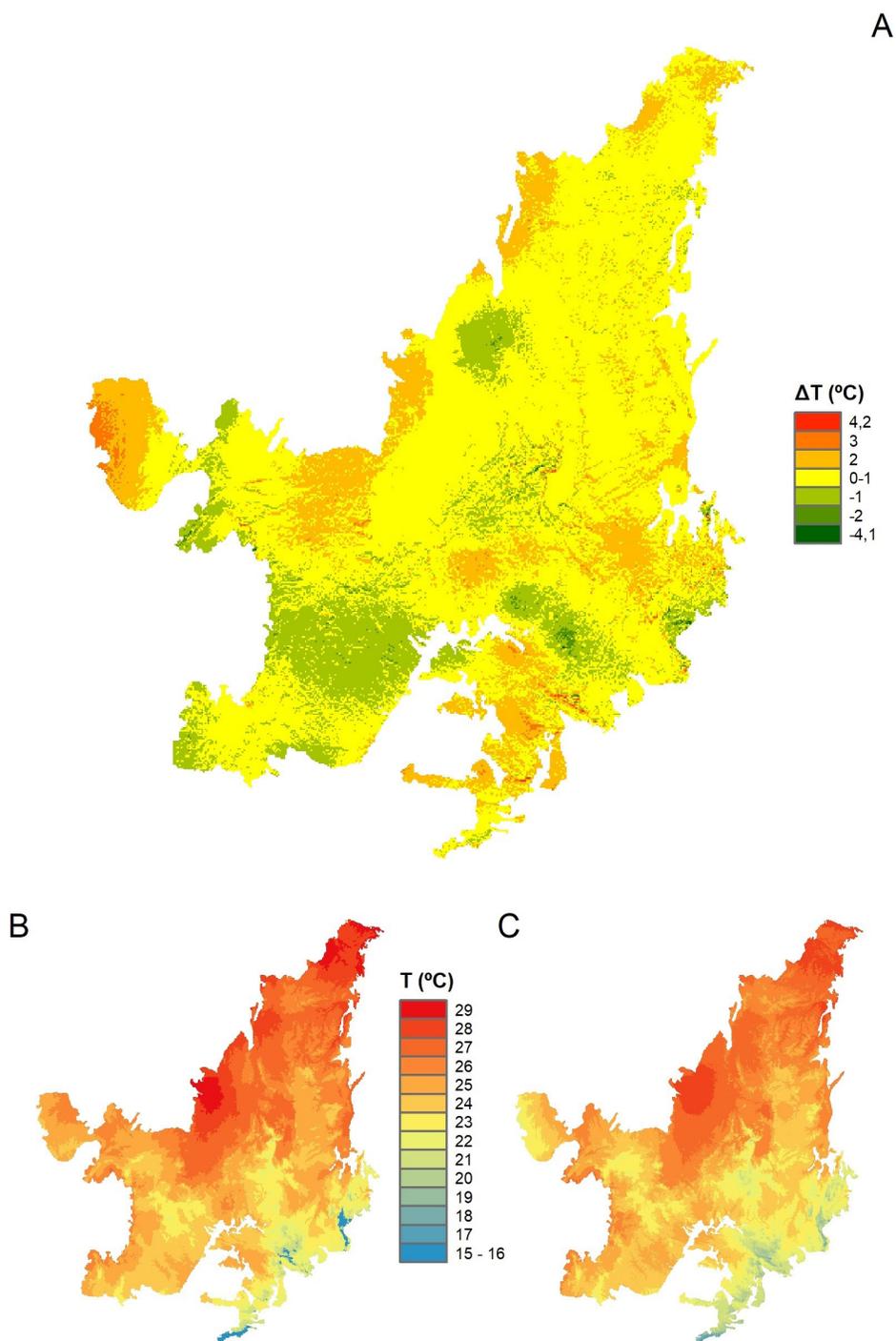


Figura 3 | Variação da temperatura média anual entre os dados históricos e os dados do período de desenvolvimento das espécies/clones amostradas (A); temperatura média anual no período de desenvolvimento das plantações (B); e temperatura média anual histórica (C), na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

Chama a atenção o aumento da extensão da área em que a temperatura máxima anual superou 36°C (Figura 4B), o que representa um aumento em torno de 2°C e 3°C em relação aos dados históricos (Figura 4C). É importante ressaltar

que, nesse mesmo período, muitas das áreas em que as temperaturas médias e máximas anuais foram superiores aos dados históricos da região, a precipitação média anual foi abaixo da média histórica.

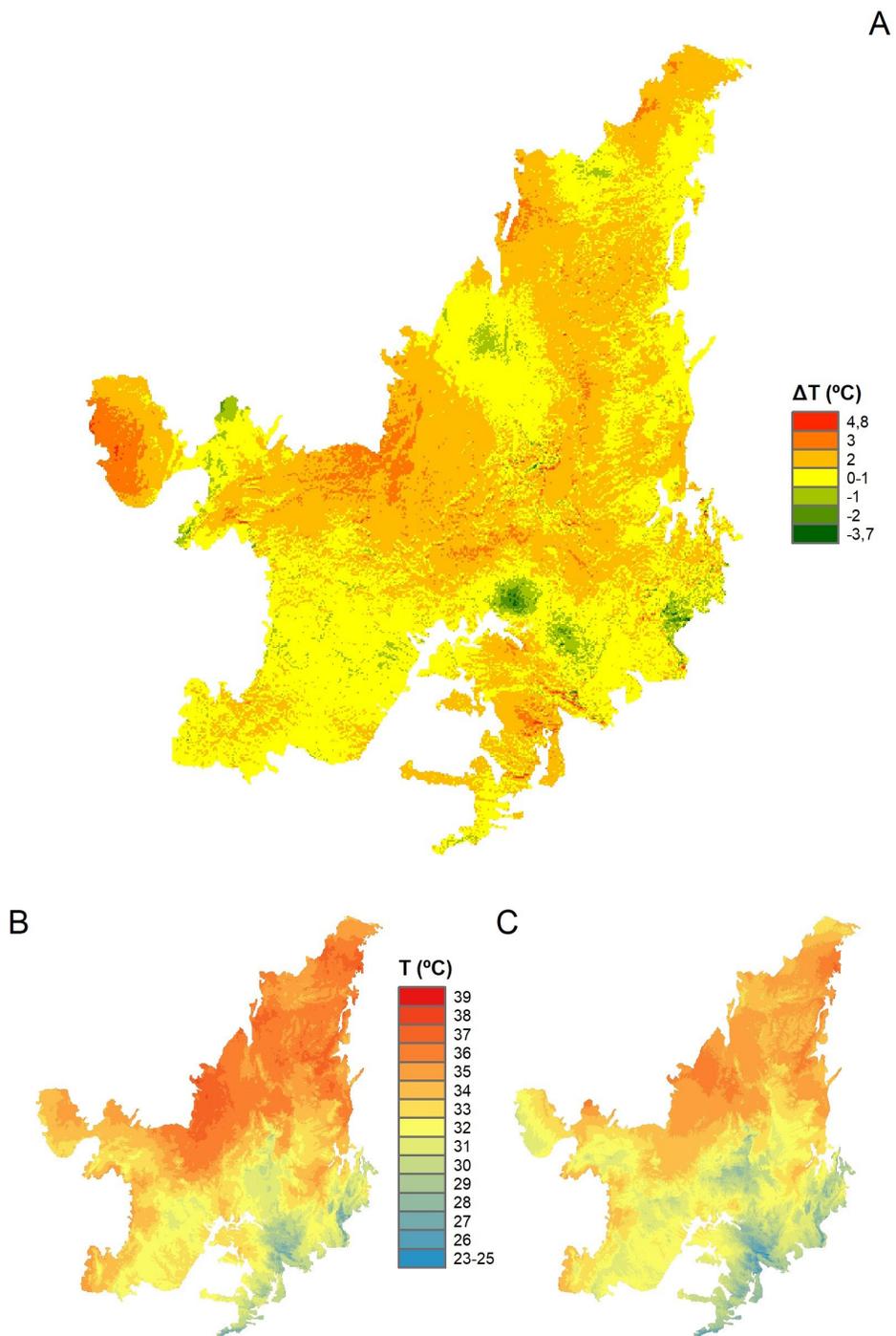


Figura 4 | Variação da temperatura máxima anual entre os dados históricos e os dados do período de desenvolvimento das espécies/clones amostradas (A); temperatura máxima anual no período de desenvolvimento das plantações (B); e temperatura máxima anual histórica (C), na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

A temperatura mínima, de forma geral, ocorre durante a noite, período em que as plantas não fazem fotossíntese e a taxa de transpiração é baixa. Quando há um aumento da temperatura noturna o metabolismo das plantas tende a acelerar, fazendo com que haja um aumento na transpiração e, neste caso, a maior parte da água transpirada ocorre via transpiração cuticular, ainda que possa eventualmente ocorrer também à transpiração pelos estômatos (TAIZ; ZEIGER, 2013). Em algumas regiões houve um aumen-

to de 5°C a 9°C na temperatura mínima (Figura 5A). Esse fato pode levar a inadaptação de determinada espécie/clone na área, ou redução de sua produtividade potencial, ou aumento no nível de susceptibilidade das plantas ao ataque de pragas e doenças.

A Figura 5 (C) mostra a grandeza da variação da temperatura mínima na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil e, como essa variação foi reduzida no período de desenvolvimento das plantações das espécies/clones amostradas (Figura 5B).

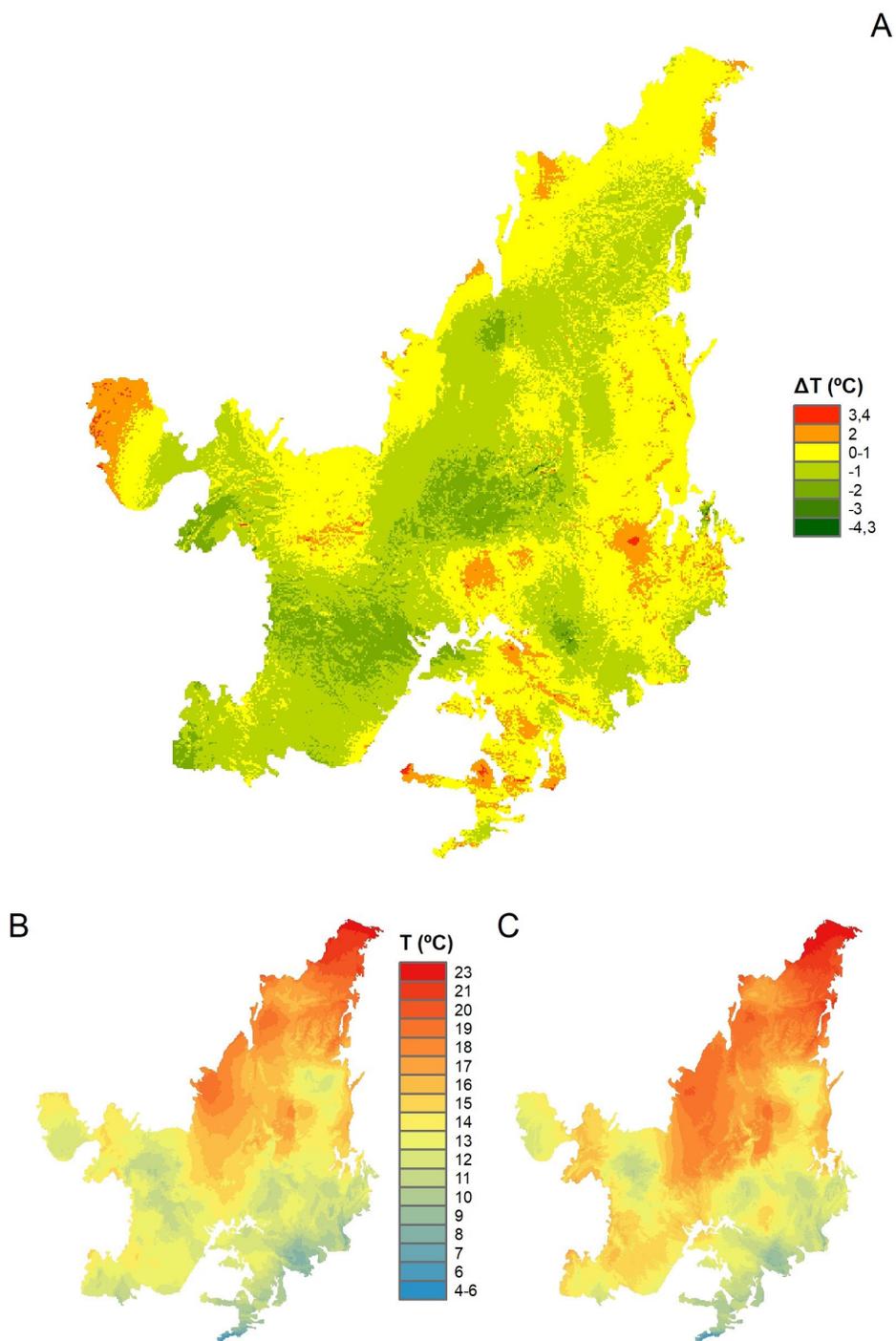


Figura 5 | Variação da temperatura mínima anual entre os dados históricos e os dados do período de desenvolvimento das espécies/clones amostradas (A); temperatura mínima anual no período de desenvolvimento das plantações (B); e temperatura mínima anual histórica (C), na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

A Figura 6 (A) ilustra as variações da temperatura média no trimestre mais seco do ano, ao longo do período de desenvolvimento das espécies/clones amostradas, comparada aos dados históricos da região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil. É possível observar que as regiões que apresentaram as maiores variações da temperatura média no trimestre mais

seco coincidem, de certa forma, com as mesmas regiões que apresentaram as maiores variações de temperaturas mínimas anuais (Figura 5A). Esse fato pode indicar que as plantações florestais tenham sido, possivelmente, ainda mais afetadas e, que os efeitos decorrentes da variação do clima podem ter resultado em maior impacto na produtividade.

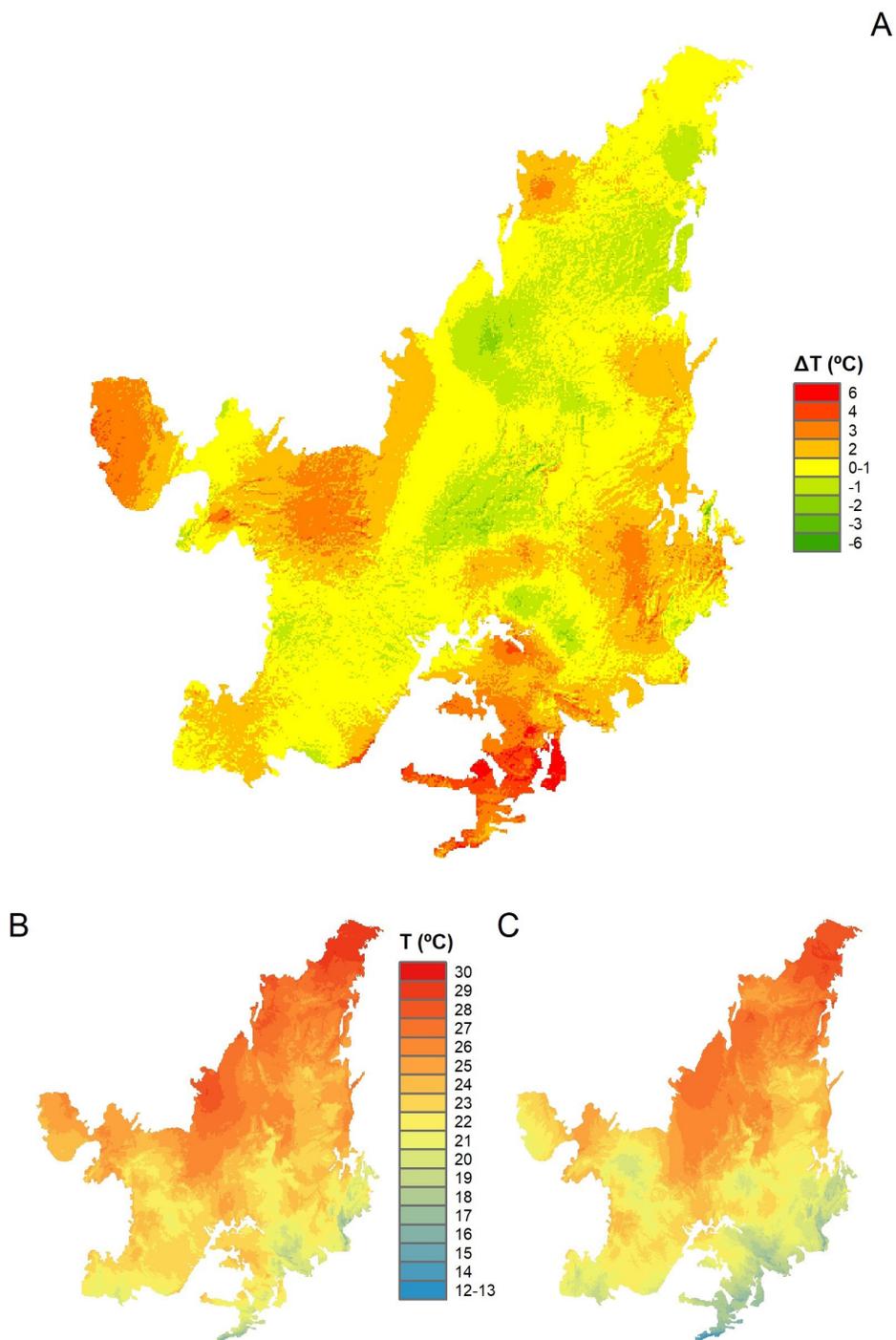


Figura 6 | Variação da temperatura média no trimestre mais seco entre os dados históricos e os dados do período de desenvolvimento das espécies/clones amostradas (A); temperatura média do trimestre mais seco no período de desenvolvimento das plantações (B); e temperatura média histórica do trimestre mais seco (C), na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

Segundo Taiz e Zeiger (2013) as taxas fotossintéticas mais elevadas são observadas a uma temperatura ótima, ou seja, quando a temperatura ótima para uma determinada planta é ultrapassada ou não atingida, as taxas fotossintéticas decrescem.

Em resumo, os dados climáticos do período de desenvolvimento das espécies/clones amostradas indicaram variações, quando comparadas ao histórico climático da região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil. De forma geral, observou-se menor índice de chuvas, tanto em sua média anual como no trimestre mais seco. Observou-se, também, um aumento das temperaturas máximas anuais e uma menor variação das temperaturas mínimas anuais, em determinadas regiões. Além disso, as regiões com maiores variações de temperatura mínima anual coincidiram com algumas das regiões com maiores variações de temperatura observadas no trimestre mais seco do ano.

3. Influência do clima no planejamento florestal

As plantações florestais no Brasil estão expandindo principalmente em áreas do Bioma Cerrado, onde a topografia é plana, a legislação permite ainda a mudança do uso da terra e, atualmente existem áreas disponíveis a menor custo. No entanto, essas áreas se caracterizam pela sazonalidade no regime de chuvas, e pela baixa fertilidade dos solos. Entretanto, conforme já salientado anteriormente, essas apresentam as vantagens de serem, geralmente, mais planas e que foram anteriormente ocu-

padadas por pastagens, não necessitando serem desmatadas (CARNEIRO FILHO; COSTA, 2016).

O uso dessas áreas, para expansão das plantações florestais, no entanto, deve ser baseado em um planejamento florestal cuidadosamente elaborado, considerando, primeiramente os cinco fatores descritos para a escolha da espécie/clone, conforme descrito no Capítulo 1. Posteriormente deve ser dada a máxima atenção aos aspectos relacionados às seguintes técnicas silviculturais: **a)** definição do espaçamento de plantio, em função das características edafoclimáticas; **b)** realização do plantio na época de maior disponibilidade hídrica ou plantio irrigado, se necessário; **c)** realização de adequada adubação complementar, levando em consideração os períodos secos, que o sistema de cultivo deverá enfrentar ao longo da rotação; e **d)** adoção de medidas de prevenção à incêndios florestais.

a) A definição do espaçamento de plantio é de suma importância para que se obtenha o produto desejado no tempo planejado. No entanto, o risco do investimento poderá aumentar, consideravelmente, se não forem considerados as características edafoclimáticas da região na tomada desta decisão, em função dos efeitos causados pelo déficit hídrico no desenvolvimento das plantas. Nem sempre um menor espaçamento entre plantas garante uma maior produtividade da plantação florestal. Isso porque, se não houver água e nutrientes disponíveis no solo nas quantidades demandadas, a competição entre as árvores se intensificará e como conse-

quência, a mortalidade das plantas e a redução da produtividade individual poderá se acentuar. Portanto, a densidade do plantio deve ser pensada considerando a capacidade da área em suprir as demandas por água da planta. Essa recomendação é válida, especialmente em povoamentos em que todos os indivíduos são plantados ao mesmo tempo e em maior densidade por área, como por exemplo, em um sistema de monocultivo. Em áreas com maior déficit hídrico, o sistema iLPF se mostra como uma boa alternativa. Geralmente a integração entre culturas, que ocupam diferentes extratos do dossel e profundidades de solo, apresenta uma tendência de diminuir a competição entre plantas por água e nutrientes, desde que não haja grande adensamento de árvores na linha de cultivo.

b) Para evitar os impactos negativos causados pela baixa disponibilidade de água para as plantas, deve ser analisado os dados referentes à distribuição da precipitação ao longo do ano, e assim definir a **época adequada de plantio**, que deve ser preferencialmente no início do período com maior índice de chuvas, uma vez que a presença de água é essencial quando as mudas, ainda jovens, não possuem raízes desenvolvidas para captação de água em maior profundidade. Nessa fase de desenvolvimento, denominado “pegamento”, a adequada disponibilidade de água é essencial para que a planta desenvolva um sistema radicular com boa distribuição em área e profundidade, para buscar não somente a água, mas também os nutrientes disponíveis no solo.

Caso não seja possível efetuar o plantio na época chuvosa, ou quando o mesmo for realizado nesta época mas ocorrer períodos de “veranicos”, é importante realizar irrigações até que se verifique um bom “pegamento” das mudas. No entanto, para que o produtor não seja surpreendido com os custos referentes a operação de irrigação é importante considerar, no planejamento, a necessidade da realização de ao menos uma ou duas irrigações no plantio e após o plantio.

c) Nas regiões consideradas tradicionais de cultivos florestais, regiões Sul e Sudeste do Brasil, assim como no Bioma Cerrado, é comum a realização da adubação complementar. As adubações são realizadas, no momento do plantio (adubação de base), até o período que antecede o chamado “fechamento de copa” (1 a 1,5 anos de idade), expressão muito utilizada em cultivos em sistema de monocultura (adubações de cobertura). Mas, conforme descrito no Capítulo 3, são observadas algumas diferenças na demanda nutricional para que se garanta a **adequada adubação complementar**, em plantações florestais localizadas em regiões com ocorrência de déficit hídrico. Nestas regiões deve-se levar em consideração os períodos secos que a plantação deverá enfrentar ao longo da rotação e, desta forma, a necessidade da complementação nutricional com, por exemplo a aplicação de boro (B), nos primeiros anos de desenvolvimento das plantas de algumas espécies/clones, antecedendo períodos secos. O Capítulo 3 abordará este tema com mais detalhes.

d) Em função da longa rotação, a **prevenção a incêndios florestais** é uma necessidade nas plantações florestais e no entorno das mesmas. Mas nas regiões de abrangência do Bioma Cerrado essa recomendação deve ser vista com ainda mais cuidado, devido as características climáticas descritas, que são muito favoráveis a ocorrência de incêndios: altas temperaturas somadas a longos períodos de seca. Para isso é importante incluir no planejamento a construção e manutenção de aceiros nos talhões, bem como retirar o excesso de materiais combustíveis restantes do uso anterior à implantação da plantação florestal; assim como manter o monitoramento da área ao longo do período de desenvolvimento das plantas, especialmente nas épocas mais secas.

4. Considerações finais

Os dados referentes à precipitação e temperatura ao longo do período de desenvolvimento das plantações florestais amostradas, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, demonstram que os cuidados com a seleção de espécies/clones para cultivo devem ser redobrados. Não basta apenas analisar os dados climáticos históricos da região, mas também analisar os dados dos últimos anos e possíveis fontes de informações que indiquem as previsões para os próximos anos, relativos à rotação de cultivo que se pretende implantar na propriedade.

É importante considerar também, ao longo do planejamento de plantio,

os aspectos descritos, que auxiliam na redução dos riscos de perda de produtividade, como por exemplo, o espaçamento de plantio, prevenindo possíveis restrições hídricas. E, conforme foi descrito inicialmente, é importante considerar a finalidade de uso da madeira e de rentabilidade da plantação.

Referências Bibliográficas

CARNEIRO FILHO, A.; COSTA, K. **A expansão da soja no Cerrado: Caminhos para a ocupação territorial, uso do solo e produção sustentável.** São Paulo, 30 p. 2016.

CHAVES, M. M. Effects of water deficits on carbon assimilation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.42, p.1-6, 1991.

FICK, S.E.; HIJMANS, R.J.. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology** 37 (12): 4302-4315. 2017.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE Climate Change – The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. **Cambridge Univ. Press**, Cambridge. 2007.

MARCUZZO, F. F. N.; CARDOSO, M. R. D.; FARIA, T. G. Chuvas no cerrado da região centro-oeste do Brasil: análise histórica e tendência futura. **Revista Ateliê Geográfico**, v.6, n.2, 112-130 p. 2012.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; SELUCHI, M. E.; CUARTAS, A.; ALVES, L. M.; MENDIONDO, E. M. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Rev USP**; 106: 31-44. 2015.

SETTE, D. M. Os climas do cerrado do Centro-Oeste. **Revista Brasileira de Climatologia**. Dez., v.1, n. 1, 29-42 p. 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 918 p, 2013.

XAVIER, T. M. T. **Efeito da restrição hídrica sobre o crescimento de clones de eucalipto**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) -Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 80p. 2010.

Capítulo 3

Importância em se conhecer o tipo de solo e as particularidades da adubação em áreas de cerrado

Luciana Duque Silva¹

Hellen Patricia Pecchi Leite²

Fabiana Gonçalves Bastos²

Luis Valentino Freire²

Antonio Rioyei Higa³

Daniel de Castro Victoria⁴

1. Características dos solos do Bioma Cerrado

Com a grande extensão pelo território brasileiro, o Bioma Cerrado é conhecido por ser uma região de topografia plana, que facilita a mecanização. Por serem de formação mais antiga em sua maior parte, os solos do Bioma Cerrado são distróficos, com poucas áreas naturalmente férteis, com altos teores de ferro e alumínio, além de apresentarem um pH ácido (COSTA; BORGES, 2009).

Antigamente, a área usada pela agricultura nesse bioma ocorria em solos de textura argilosa, que são considerados mais férteis (Figura 1). No entanto, com a expansão das áreas cultivadas nos últimos anos, os cultivos em solos

de textura média e arenosa (SANTOS; ALBUQUERQUE FILHO, 2020) e com menor capacidade de retenção hídrica, têm ganhado espaço.

Pode-se verificar na Figura 1 que, na maior parte das áreas do Bioma Cerrado, os solos são classificados como de textura média e arenosa (IBGE, 1992; FEAM/MG, 2010; OLIVEIRA et al., 1999; SEPLAN/MS, 1985). Os solos de textura média e arenosa são geralmente profundos, com estrutura fraca e baixos teores de matéria orgânica. Esses solos possuem alta suscetibilidade à erosão e alta lixiviação de nutrientes, devido à boa drenagem e menor capacidade de retenção de água, quando comparados a solos de textura argilosa, por exemplo.

[1] Professora da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

[2] Eng^o Florestal pela Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

[3] Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

[4] Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária.

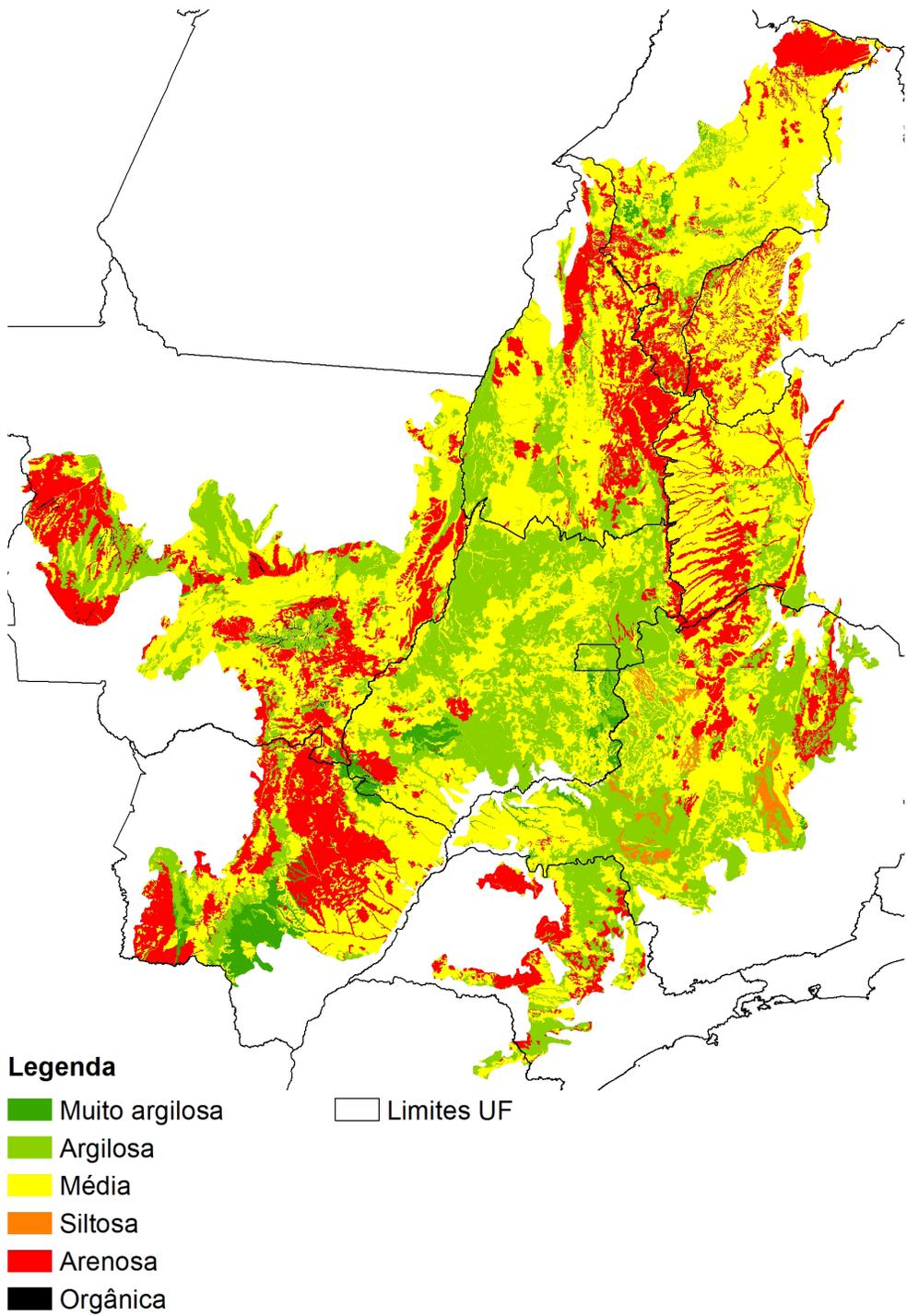


Figura 1 | Textura do solo na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.
 FONTE: IBGE, 1992; FEAM/MG, 2010; Oliveira et al., 1999; SEPLAN/MS, 1985.

A capacidade de retenção de água depende de alguns fatores do solo como, textura, teor de argila, distribuição e tamanho dos poros presentes no solo, coesão do solo, quantidade de matéria orgânica e da compactação (BEUTLER et al., 2002). Portanto, solos com menor capacidade de retenção de água possuem um maior escoamento superficial e, conseqüentemente, uma maior lixiviação dos nutrientes.

No entanto, como foi tratado no Capítulo 2, o Bioma Cerrado apresenta áreas com baixas precipitações e altas temperaturas que causam impactos na produtividade dos cultivos florestais. Assim, as informações sobre as características dos solos do Bioma Cerrado, juntamente com as informações climáticas dos locais em que se deseja implantar o cultivo florestal, devem ser consideradas, a fim de se identificar quais espécies/clones são adaptados a essas condições específicas (Capítulo 1).

É importante salientar, que a produtividade dos cultivos florestais, que tanto atrai a atenção de produtores rurais, empresários e investidores, não é resultado somente da escolha das melhores espécies/clones. Após levar em consideração as condições de clima e solo, para a escolha da espécie/clone, devem ser utilizadas boas práticas silviculturais e definido um bom plano de manejo florestal. Esses cuidados são fundamentais para que se possa obter boa produtividade e qualidade de madeira adequada à sua finalidade de uso, pois sem isto, os riscos para se conseguir boas produtividades madeireiras com cultivos florestais aumentam. Esses cuidados

valem tanto para o sistema de monocultivo quanto para o sistema iLPF (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta).

2. Adubação para cultivos em áreas do Bioma Cerrado

Conforme destacado anteriormente, é muito importante analisar as características do solo, quando se pensa em estabelecer um sistema de cultivo em áreas do Bioma Cerrado. O cultivo florestal nesse bioma está sujeito a riscos causados pelas variações climáticas. Muitas vezes, o estresse hídrico causado pela baixa disponibilidade de água, durante parte do ciclo de cultivo, é uma das maiores causas de baixas produtividades.

Nos períodos prolongados de seca, a água torna-se um fator fundamental e limitante ao crescimento das espécies vegetais, pois diminui a disponibilidade de nutrientes no solo, influenciando o comportamento das espécies (BARROS et al., 1997). Além disso, os solos no Bioma Cerrado apresentam, em geral, baixa fertilidade, e a correção do pH do solo é essencial para que se atinjam bons níveis de produtividade. Os principais efeitos dessas condições, no desenvolvimento das espécies florestais são: menores taxas de crescimento, tanto em altura quanto em diâmetro; redução do índice de área foliar e da taxa fotossintética.

Nesse sentido, algumas decisões são importantes para diminuir o impacto do estresse hídrico sobre a produtividade florestal. A primeira é escolher um espaçamento de plantio que promova melhor aproveitamento do uso da água, minimizando assim, as perdas causa-

das pelo déficit hídrico. A segunda é a realização da análise química do solo para quantificar a disponibilidade de nutrientes essenciais para as plantas, disponível no solo.

Em áreas com solos arenosos, profundos e nutricionalmente pobres, como os solos do Bioma Cerrado, a realização de adubação complementar é extremamente importante, para as plantas utilizarem melhor a água e alcancarem um desenvolvimento satisfatório (MELLO, 1968).

Assim, um bom diagnóstico nutricional e a realização da adubação complementar, bem como a reposição dos nutrientes do solo pós-colheita, são etapas importantes para garantir a sustentabilidade da produtividade e qualidade da madeira dos cultivos florestais (COSTA et al., 2007).

Os nutrientes minerais, que as plantas utilizam para se desenvolverem, são divididos em dois grupos: os macronutrientes e os micronutrientes. Os macronutrientes são aqueles que as plantas precisam em maiores quantidades, como o nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S). Os micronutrientes são aqueles que as plantas demandam em menores quantidades, são eles: zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), boro (B) e cloro (Cl).

Em cultivos florestais, principalmente em solos como os encontrados no Bioma Cerrado, o fósforo e potássio, são dois importantes nutrientes a serem considerados nas adubações complementares.

O fósforo é um dos nutrientes mais importantes para cultivos realizados no Bioma Cerrado, uma vez que, sua disponibilidade é baixa em condições naturais

do Bioma Cerrado. A disponibilidade do fósforo em solos que já sofreram mais com a ação do tempo é baixa, e acaba restringindo o crescimento inicial das plantas, alterando a produtividade (De SOUZA et al., 2016; RESENDE et al., 1999; GRANT et al., 2001).

Esse é um nutriente que apresenta grande importância para o metabolismo das plantas e, sua deficiência pode reduzir as taxas de respiração e fotossíntese (GRANT et al., 2001). Ao diminuir a respiração mais que a fotossíntese, a deficiência de fósforo acaba deixando as folhas com coloração verde-escura.

As limitações, geradas por falta de fósforo no início do ciclo de cultivo, pode ocasionar restrições irreversíveis no crescimento, mesmo com o suprimento adicional posterior de fósforo em níveis adequados (GRANT et al., 2001).

O potássio é outro macronutriente muito importante, utilizado pelas plantas em seu processo de crescimento, no movimento da água e na ativação de enzimas. Em locais com ocorrência de estresse hídrico as plantas demandam maior quantidade de potássio para manter sua fotossíntese (CAKMAK, 2005). Assim, o suprimento de potássio permite que as plantas fiquem mais resistentes a secas e geadas, em função da maior retenção de água (SILVEIRA; MALAVOLTA, 2000).

Logo, uma espécie/clone que não apresenta uma boa nutrição com potássio, poderá perder água por meio da transpiração (MOMENTEL, 2016), afetando seu crescimento, produtividade e sua capacidade em suportar períodos de déficit hídrico.

Por serem de formação mais antiga, os solos do Bioma Cerrado sofrem com lixiviação e, conseqüentemente, disponibilizam baixos teores de potássio para as plantas cultivadas (KINPARRA, 2003). Essa carência ocorre porque o potássio, utilizado nos cultivos, deve estar na forma solúvel, e assim este é lixiviado facilmente. Em situações que ocorrem déficit hídrico, a adubação complementar com potássio pode ajudar no uso eficiente da água (MUIANGA, 2013).

Um micronutriente importante neste processo é o boro, a principal fonte de boro é a degradação da matéria orgânica pelos microrganismos presentes no solo, portanto a deficiência desse nutriente é maior em solos arenosos que apresentam baixo teor de matéria orgânica.

É comum a deficiência de boro em solos brasileiros, especialmente em solos do Bioma Cerrado, pois sua disponibilidade é influenciada pelo déficit hídrico e a umidade do solo é importante para o transporte do nutriente até as raízes (SILVEIRA; MALAVOLTA, 2000; BARRETTO et al. 2007; MATTIELLO, 2009).

A deficiência de boro nos cultivos pode acarretar uma série de alterações, como a diminuição do crescimento das árvores. Outras modificações que podem ocorrer pela falta de boro estão relacionadas a disfunções metabólicas, integridade e bom funcionamento da membrana celular (ALVARENGA, 2020).

O boro é conhecido como um micronutriente que reduz a produtividade em plantações florestais quando está abaixo do ideal, e isso acaba se intensificando em cultivos no Bioma Cerra-

do (SILVEIRA et al., 2007). A atividade microbiana é menor nas condições de longos períodos de seca, o que diminui a mineralização da matéria orgânica e, conseqüentemente reduz a disponibilidade de boro (MALAVOLTA; KLIEMANN, 1985).

Outros fatores como pH, textura do solo, umidade do solo, temperatura, matéria orgânica e o teor de argila também podem afetar a disponibilidade de boro presentes no solo (SILVEIRA et al., 2007), impactando no desenvolvimento dos cultivos florestais.

Assim, além dos macronutrientes e micronutrientes, considerados importantes para cultivos em regiões com ocorrência de déficit hídrico, é muito relevante que o produtor avalie também o pH do solo. O pH do solo é uma medida que determina o quão ácido ou alcalino um solo está. Quanto menor o seu pH, maior sua acidez, enquanto um pH mais alto indica solos mais alcalinos.

Os solos do Bioma Cerrado são caracterizados por serem naturalmente mais ácidos (ZANCANARO, 2006). O nível do pH pode interferir na disponibilidade e absorção de vários macros e micronutrientes do solo, que são essenciais ao desenvolvimento das plantas (MALAVOLTA et al., 1997).

Assim, com base no conhecimento da disponibilidade dos nutrientes que estão presentes no solo (Figura 2) e do pH, o silvicultor poderá definir as quantidades adequadas de nutrientes a serem utilizadas nas adubações complementares, de forma que esses nutrientes possam ser absorvidos pelas raízes das árvores.

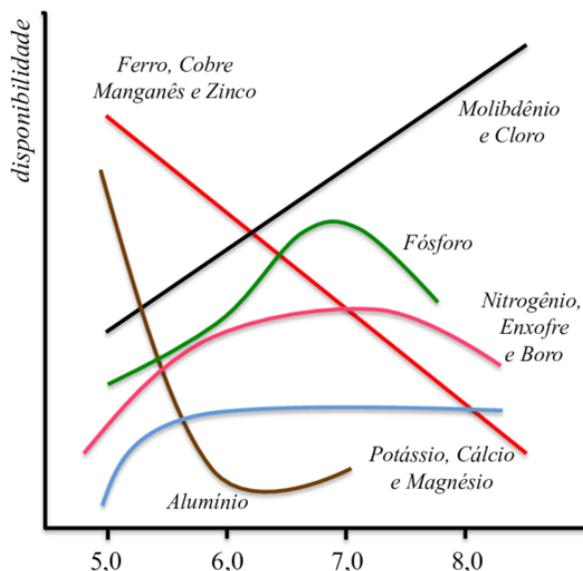


Figura 2 | Relação entre pH e a disponibilidade dos elementos no solo. Fonte: Malavolta (1979).

Na Figura 2 é possível observar que, a maioria dos nutrientes estão com boa disponibilidade para absorção, quando o pH do solo está na faixa dos valores 6,0 e 7,0. Esta faixa de pH possibilita por exemplo, que o alumínio, elemento que pode causar toxicidade às plantas, esteja pouco disponível. Por isso, é importante o produtor conhecer as características do solo e, os fatores que podem afetar a produtividade do cultivo florestal.

De acordo com Malavolta et al. (1965), o uso de calagem e da adubação fosfatada são de extrema importância, para se produzir em solos do Bioma Cerrado. A calagem é uma prática que visa aumentar o pH do solo, por isso apresenta grande relevância na correção do pH de solos ácidos. Além de elevar o pH do solo, diminuindo assim a acidez, a disponibilidade do alumínio, e o aumento do fósforo e cálcio, a calagem proporciona

uma maior retenção e disponibilidade de nutrientes (FAGERIA; STONE, 1999).

Vale destacar que, além dos macros e micronutrientes citados (fósforo, potássio, boro), existem outros importantes e que são comumente utilizados na silvicultura. Entretanto, foram citados os considerados mais importantes para locais com déficit hídrico e menor retenção de água.

Assim, após apresentar algumas considerações sobre os solos do Bioma Cerrado, é importante que o produtor se atente para os sintomas causados pela falta desses principais nutrientes, especialmente aos nutrientes que a espécie cultivada apresenta maior demanda. Alguns exemplos serão apresentados sobre espécies do gênero *Eucalyptus* sp., *Toona ciliata*, *Khaya* spp., *Tectona grandis* e *Pinus* sp..

No caso das espécies do gênero *Eucalyptus*, apesar de serem considerados pouco exigentes quanto à fertilidade do solo, o produtor deve ficar atento, pois, em algumas localidades a falta de adubação pode ocasionar algumas deficiências nutricionais (SILVEIRA et al., 1995). Além disso, os eucaliptos evoluíram em ambientes de solos ácidos e, portanto, apresentam tolerância aos mesmos, com mecanismos para reduzir a toxicidade do alumínio. A calagem nesses cultivos se faz necessária para suprir a demanda nutricional de Cálcio e Magnésio e não como correção de solo.

A deficiência de boro pode ocasionar algumas alterações em espécies mais susceptíveis, como é o caso do *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus maculata*, *Eucalyptus pilularis* e *Eucalyptus grandis* (TIRLONI, 2011). A seca do ponteiro pode gerar a quebra da gema apical e redirecionar o crescimento da árvore através das bifurcações dos galhos, uma grande desvantagem principalmente quando a madeira será destinada para serraria.

Apesar de se adaptar em algumas condições de seca, por um determinado tempo (SANTOS, 2016), o Cedro australiano (*Toona ciliata*) é uma espécie sensível às deficiências hídrica e nutricional. É relatado que espécies do mesmo gênero possuem pouca tolerância à seca em solos ácidos, por este motivo é necessário a correção do pH do solo (SOUZA, 2010). A aplicação de adubos a base de fósforo e enxofre é essencial para o desenvolvimento do cultivo e, a falta desses nutrientes pode ser limitante para o seu crescimento (VILELA; STEHLING, 2020).

O Mogno africano (*Khaya* spp.) tem sido cultivado e apresentado bom desenvolvimento no Bioma Cerrado,

mas quando o pH do solo é corrigido e realizado adubação complementar, em níveis que atendam às necessidades da cultura. Além da calagem, é importante, também, que o produtor fique atento às exigências da espécie em relação ao cálcio e magnésio (MUNIZ, 2015) e às adubações com fósforo e com nitrogênio para o desenvolvimento inicial das mudas (ARAÚJO, 2018). O fósforo é considerado um nutriente que proporciona um maior crescimento inicial nos cultivos, e também auxilia no estabelecimento das mudas de Mogno africano, em campo (SANTOS, 2019).

Entre as espécies do gênero *Khaya*, mais conhecidas popularmente como Mogno africano, a *Khaya senegalensis* já demonstrou ser pouco exigente em potássio na fase inicial de crescimento, contanto que esteja com suas outras necessidades nutricionais supridas (VASCONCELOS, 2016). O autor considera que a *K. ivorensis* é tolerante a estresses hídricos moderados quando jovem.

A Teca (*Tectona grandis*) é uma espécie exigente em termos de fertilidade do solo. A espécie não tolera solos muito pobres e apresenta melhor desempenho em solos de textura média. Pontes (2011) realizou uma análise das exigências nutricionais em áreas de cultivo no estado do Mato Grosso, onde se localizam as maiores áreas de cultivo com a espécie, e verificou que níveis adequados de fósforo, potássio e boro são importantes para garantir um bom desenvolvimento da espécie. Outro nutriente importante é o cálcio, visto que a sua falta pode causar raquitismo das árvores (LOCATELLI et al., 2006).

Pinus é um gênero importante no Brasil, cultivado também no Bioma Cer-

rado. As espécies de *Pinus*, assim como os Eucaliptos, são altamente tolerantes a solos ácidos, não se fazendo necessária a correção do pH do solo. Em locais mais secos, o potássio é visto como o nutriente relacionado às melhores produtividades de *Pinus* (SILVA, 2019). Apesar de ser considerado de baixa exigência nutricional, o *Pinus caribaea* var. *caribaea* responde bem à adubação com nitrogênio, potássio, fósforo, boro e zinco.

Dessa forma, mesmo que a espécie florestal de interesse não apresente respostas à fertilização, a mesma se faz de extrema importância na reposição dos nutrientes exportados pela colheita e, na garantia da sustentabilidade do sistema de produção. As doses dessas fertilizações irão variar com a espécie cultivada, o local em que se deseja implantar o cul-

tivo florestal, bem como com o sistema de cultivo (monocultivo ou iLPF).

A seguir serão apresentadas algumas Figuras (3, 4, 5, 6 e 7) que retratam diferentes superfícies dos solos encontrados no Bioma Cerrado. Mesmo sem realizar uma análise de perfil de solo, o produtor poderá visualmente obter algumas informações importantes, como a coloração do solo, presença ou não de matéria orgânica, se o solo apresenta uma maior coesão, maior ou menor presença de partículas de areia. Estas são algumas características que, junto com a análise química dos nutrientes do solo, podem orientar melhor o produtor a entender as necessidades e práticas de manejo mais adequadas a serem realizadas, bem como as espécies/clones que poderão ser mais aptas para cultivo no local.



Figura 3 | Solo de uma localidade no estado do Tocantins no Bioma Cerrado.



Figura 4 | Solo de uma localidade no estado de Minas Gerais no Bioma Cerrado.



Figura 5 | Solo de uma localidade no estado do Maranhão no Bioma Cerrado.



Figura 6 | Solo de uma localidade no estado de Goiás no Bioma Cerrado.



Figura 7 | Solo de uma localidade no estado do Mato Grosso do Sul no Bioma Cerrado.

3. Considerações finais

Entre tantas informações sobre o tipo de solo e a necessidade de realizar correções de solo e adubações complementares, para cultivos florestais, verifica-se que a orientação mais importante é que o produtor realize uma boa análise sobre a disponibilidade de nutrientes no solo, bem como avalie a necessidade nutricional da cultura a ser estabelecida, principalmente quando a mesma se localiza em região com ocorrência de déficit hídrico.

Para a realização desta análise de solo é indispensável contar com um bom apoio técnico, pois além de uma adequada adubação complementar é importante conhecer a quantidade de nutrientes que serão exportados pela colheita, garantindo, assim, uma boa conservação do solo e a sustentabilidade do sistema de produção.

Visitas a áreas com características climáticas e de solos semelhantes ao da propriedade rural, onde esteja sendo cultivada a espécie/clone escolhida pelo produtor, é recomendável para analisar os prováveis riscos e oportunidades inerentes à nova área de plantação florestal.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, M. S. **Desenvolvimento inicial e nutrição de mudas de mogno-africano transplantadas em viveiro em resposta à adubação nitrogenada e fosfatada**. Brasília: Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2018. 51 f. Dissertação (Mestrado).

ALVARENGA, A. **Uso de boro na produtividade de milho e soja**. 2020. Disponível em: < <https://rehagro.com.br/blog/uso-de-boro-na-produtividade-de-milho-e-soja/>>. Acesso em 06 dez. 2020.

BARRETTO, V. C. M.; VALERI, S. V.; SILVEIRA, R. L. V. A; TAKAHASHI, E. N. Eficiência de uso de boro no crescimento de clones de eucalipto em vasos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 76, 2007. 21-33 p.

BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. Nutrição e adubação de eucalipto. **Inf. Agropec.**, 1997. 70-75 p.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SOUZA, Z. M.; ANDRIOLI, I.; ROQUE, C. G. Retenção de água em dois tipos de Latossolos sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, 2002. 829-834 p.

CAKMAK, I. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 168, 2005. 521-530 p.

COSTA, M. G. C; TONINI, H.; SCHWENGBER, J. A. M. Aspectos sobre nutrição e adubação do Eucalipto: Fundamentos para pesquisas em Roraima. 2008. 36p. Embrapa Roraima - **Documentos** (INFOTECA-E)

COSTA, A. A.; BORGES, V. C. **Os solos do Cerrado brasileiro em cores, textura e arte**. 2009. Disponível em: < <http://www.observatoriogeografi>

coamericalatina.org.mx/egal12/Ense-
nanzadelageografia/Metodologiapa-
ralaensenanza/94.pdf>. Acesso em
26 nov. 2020.

DE SOUSA, D. M. G.; REIN, T. A.; SANTOS
JUNIOR, J. Manejo da adubação fosfa-
tada para culturas anuais no cerrado.
Embrapa Cerrados, 2016 - **Circular
Técnica** (INFOTECA-E)

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. **Manejo da
acidez dos solos de cerrado e de vár-
zea do Brasil**. Santo Antônio de Goiás:
Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 42p. (Em-
brapa Arroz e Feijão. Documentos, 92).

FEAM – Fundação Estadual do Meio
Ambiente. **Mapa de solos do Esta-
do de Minas Gerais**. Belo Horizonte,
Fundação Estadual do Meio Ambiente,
2010. 49p. Disponível em: <[http://www.
feam.br/noticias/1/949-mapas-de-so-
lo-do-estado-de-minas-gerais](http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais)>. Acesso
em 26 abr. 2018.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMA-
SIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. A
importância do fósforo no desen-
volvimento inicial da planta. **Infor-
mações agrônomicas**, n. 95, 2001.
Disponível em:<[http://www.ipni.net/
publication/iabrasil.nsf/0/43C5E32F-
5587415C83257AA30063E620/\\$FILE/
Page1-5-95.pdf](http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/43C5E32F-5587415C83257AA30063E620/$FILE/Page1-5-95.pdf)>. Acesso em: 28 mar.
2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia
e Estatística. **Mapa de Vegetação do
Brasil**. 1992. Disponível em: <[http://
www.visualizador.inde.gov.br/](http://www.visualizador.inde.gov.br/)>. Aces-
so em 26 abr. 2018.

KINPARA, D. I. A importância da estra-
tégia do potássio para o Brasil. Planal-
tina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2003.
27 p. Disponível em: <[https://www.
infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/
doc/568191/1/doc100.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/568191/1/doc100.pdf)>. Acesso em
27 Mar 2020.

LOCATELLI, M.; VIEIRA, A. H.; MACEDO,
R. D. S.; PEQUENO, P. D. L. Caracteriza-
ção de sintomas de deficiências em mu-
das de teca (*Tectona grandis* L. f.). 2006.
**Embrapa Rondônia-Circular Técnica
(INFOTECA-E)**.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA,
S. A. Avaliação do estado nutricional
das plantas: Princípios e aplicações.
2ed. Piracicaba: **Potafos**, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. Desor-
dens nutricionais do cerrado. Piracica-
ba, **Potafos**, 1985. 136p.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adu-
bação da laranja**. Ultrafertil, 1979.

MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O. J.; DE
ANDRADE, R. G.; ALVIZURI, C.; VEN-
COWSKY, R.; DE FREITAS, L. M. M. Es-
tudos sobre a fertilidade dos solos do
cerrado: I. Efeito da calagem na dis-
ponibilidade do fósforo (Nota prévia).
**Anais da Escola Superior de Agricul-
tura Luiz de Queiroz**, v. 22, 1965. 131-
138 p.

MATTIELLO, E. M.; RUIZ, H. A.; SILVA, I. R.;
BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; BEHLING,
M. Transporte de boro no solo e sua ab-
sorção por eucalipto. **R. Bras. Ci. Solo**.
v. 33, n. 5, p, 2009. 1281-1290 p.

MELLO, H. A. Efeitos da adubação mineral sobre a qualidade da madeira. Piracicaba: **IPEF**. ESALQ, 1968. 16 p. (Relatório Técnico).

MOMENTEL, L. T. **Crescimento e eficiência no uso da água por clones de eucalipto sob doses de potássio**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2016. 221 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais).

MUIANGA, M. R. D. **Relação entre o crescimento e respostas ecofisiológicas em clones híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* submetidos à diferentes doses de adubação potássica**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2013. 69 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais).

MUNIZ, C. O. **Desenvolvimento inicial do mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) submetido a diferentes saturações por bases e níveis de nitrogênio, fósforo e potássio**. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2015. 50 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M. CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 1999, 64 p.

PONTES, M. S. **Parametrização do modelo 3-PG para Teca (*Tectona grandis* L.f.) e dos sistemas FERTI-UFV e NUTRI-UFV para subsidiar o seu manejo**

nutricional. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 79 p. Dissertação (Mestrado).

RESENDE, A. V. de.; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIN, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.34, n.11, 1999. 2071-2081 p.

SANTOS, F. C. dos; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. **Importância da matéria orgânica e cobertura vegetal para os solos arenosos do Cerrado**. 2020 Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/importancia-da-materia-organica-e-cobertura-vegetal-para-os-solos-arenosos-do-cerrado>>. Acesso em: 09 dez. 2020.

SANTOS, A. M.; REIS, C.; DE AGUIAR, A. V.; KALIL FILHO, A. N.; CIRIELLO, E.; DA SILVA, J. A; BORGES, C. T. (2019). Aspectos silviculturais. 2019. 116-160 p. **Embrapa Florestas-Capítulo em livro científico (ALICE)**.

SANTOS, L. L. **Restrições hídrica e nutricional afetam aspectos fisiológicos e crescimento de mudas de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roem. var. *australis* (F. Muell.) *Bahadur*)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2016. Tese (Doutorado).

SEPLAN - Secretária de Planejamento e Coordenação Geral. Projeto. **Estudos Integrados do Potencial dos Recursos Naturais de MS**. Mapa Potencial Geambiental. Campo Grande/MS, 1985.

SILVA, V. E.; SILVA, P. R. T. D.; MONTANARI, R.; LISBOA, S. D. D. S.; BATELLO, E. R. B.; AGUILAR, J. V.; LISBOA, L. A. M.; ALBERTINI, M. M. Produtividade de *Pinus caribaea* VAR. *hondurensis* e suas relações com atributos químicos dos solos em região de Cerrado brasileiro. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, 2019. 292-306 p.

SILVEIRA, R. L. V. D. A.; CASARIN, V.; PAULA, T. D. A.; SILVEIRA, R. I. Nutrição e adubação com Boro em *Eucalyptus*. **Piracicaba: Agroflorestal**, 2007. (Boletim Técnico).

SILVEIRA, R. L. V. A.; MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação potássica em *Eucalyptus*. **Informações Agronômicas**, n. 91, 2000. 1-12 p.

SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N.; SILVEIRA, R. I.; BRANCO, E. F. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1995, Viçosa. **Levantamento do estado nutricional de florestas de *Eucalyptus grandis* da região de Itatinga – SP. I – Macronutrientes**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. 896-898 p.

SOUZA, J. C. A. V.; BARROSO, D. G.; ARAÚJO CARNEIRO, J. G. Cedro australiano (*Toona ciliata*). Niterói: **Programa**

Rio Rural, 2010. 12 p. – (Programa Rio Rural. Manual Técnico; 21).

TIRLONI, C.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; NOVELINO, J. O.; CARDUCCI, C. E.; HEID, D. M. . Crescimento de *Corymbia citriodora* sob Aplicação de Boro nas Épocas Secas e Chuvosas no Mato Grosso do Sul, Brasil. **Silva Lusitania.**, Lisboa , v. 19, n. 2, 2011. 197-206 p.

VASCONCELOS, R. T. de; VALERI, S. V.; CRUZ, M. C. P. da; BARBOSA, J. C.; BARRETTO, V. C. de M. Fertilização fosfatada na implantação de *Khaya senegalensis* A. Juss. **Scientia Forestalis**, v. 45, n. 116, 2017. 641-651p.

VILELA, E. S.; STEHLING, E. C. **Recomendações de plantio para cedro australiano – Versão Mudas Clonais 3.0**. Disponível em: <<https://www.belavistaflorestal.com.br/recomendacoes-mudas-clonais/#recomendacoes-de-calagem-e-adubacao>>. Acesso em 06 abr. 2020.

ZANCANARO, L. Correção é chave para eficiência produtiva no cerrado. **Revista Visão Agrícola**, n. 6, 2006. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visao-agricola/sites/default/files/va06-solos03.pdf>>. Acesso em 03 abr. 2020.

Capítulo 4

Plantações com espécies florestais/clones em monocultivos e sistema iLPF no bioma Cerrado

Luciana Duque Silva¹

Luis Valentino Freire²

Fabiana Gonçalves Bastos²

Hellen Patricia Pecchi Leite²

Antonio Rioyei Higa³

Daniel de Castro Victoria⁴

1. Apresentação

Como apresentado nos Capítulos 2 e 3, o Bioma Cerrado é bastante diverso em suas características climáticas e de solo. Assim também são as experiências das áreas cultivadas com espécies florestais em propriedades rurais, de produtores independentes, localizadas na região de abrangência do Bioma.

A crença popular de que, para cultivar uma espécie florestal basta apenas plantar as mudas e deixar a natureza fazer o resto, não é válida. Produtividades que viabilizam sistemas de cultivos com espécies florestais, inclusive em regiões com deficiência hídrica, só estão sendo atingidas com a correta escolha da espécie/clone e uso de técnicas silviculturais e de manejo.

O Brasil é considerado, internacionalmente, referência em silvicultura de eucaliptos e pinus. O país detém uma das maiores áreas com plantações de eucaliptos (4,3 milhões de hectares), a maior produtividade madeireira (36 m³/ha/ano) e um dos menores ciclos de rotação no mundo (6 a 7 anos) (IBÁ, 2019). Além das condições edafoclimáticas favoráveis, estes resultados foram alcançados em função de muitos investimentos em pesquisas nas áreas de melhoramento genético e manejo florestal, nesses últimos 50 anos.

As regiões compreendidas pelo Bioma Cerrado vêm atraindo o interesse do setor florestal, em função da facilidade de mecanização, disponibilidade e valor da terra. Isso têm resultado na expansão das áreas com florestas plantadas

[1] Professora da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

[2] Eng^o Florestal pela Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

[3] Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

[4] Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária.

nessa região, seja em monocultivo ou Integração Lavoura Pecuária e Floresta - iLPF.

Segundo dados publicados pelo IBÁ (2019), na última década (período de 2009 a 2018), observou-se uma expansão de aproximadamente 1 milhão de hectares em todo o Bioma Cerrado, que corresponde a um crescimento na área cultivada aproximado de 30%. Apenas o estado de São Paulo teve sua área com florestas plantadas reduzida em 9%. O Mato Grosso do Sul, foi o estado com maior expansão das plantações florestais no período (610.888 ha). Quando comparamos a expansão ocorrida nesses estados, à expansão do cultivo no Brasil, verificamos que essas áreas representam 94% e ao contabilizar somente as áreas efetivamente presentes em áreas de abrangência do Bioma Cerrado, a expansão representa 80% do total.

Porém, ainda encontramos muitos desafios para expandir as áreas de cultivo em regiões mais secas, como as áreas no Bioma Cerrado. Alguns dos principais desafios estão diretamente relacionados aos cinco fatores para a escolha da espécie, apresentados no Capítulo 1, como a **adaptação da espécie/clone ao ambiente de cultivo**, onde temos os desafios de: **a)** selecionar materiais genéticos das espécies/clones de interesse comercial, adaptados às condições edafoclimáticas dessa região; **b)** ao menos atingir a produtividade madeireira observada nas outras regiões de cultivos florestais do Brasil; e **c)** reduzir os riscos que podem ser causados por fatores abióticos e bióticos. Além disso, será preciso adequar o **conhecimento silvicultural** existente, para essas condições de culti-

vo, buscando: **a)** manejar as plantações para que haja a máxima expressão do potencial genético das espécies/clones selecionados para cultivo, considerando as particularidades do ambiente; e **b)** minimizar os impactos ambientais. Importante, também, é considerar os desafios implícitos relacionados ao mercado para a madeira a ser produzida e à rentabilidade da plantação florestal. Esses dois últimos fatores apresentados influenciaram muito na decisão de alguns produtores a reduzir suas áreas de cultivos florestais, abandoná-las e até mesmo dar outro destino ao uso da terra, casos como o descrito foram verificados em algumas propriedades nos estados do Piauí e do Tocantins, pela Equipe do Projeto Siflor Cerrado.

Quando analisamos a **disponibilidade de sementes e ou mudas para plantio**, que também foi apresentada como um dos fatores para a escolha da espécie/clone a ser cultivada (Capítulo 1), as entrevistas realizadas com os produtores rurais e ou seus responsáveis técnicos, revelaram que, no caso da maior parte dos produtores independentes entrevistados, a definição do material genético utilizado no plantio, seja clonal ou seminal, se deu muito mais em função da disponibilidade de mudas no viveiro florestal. Isso significa que não foi realizado uma avaliação prévia de desempenho do material genético e, no caso de uso de mudas clonais, sem se preocupar com a extensão de área cultivada com o(s) mesmo clone(s) próximo à propriedade. Essas precauções são importantes para o produtor rural de pequeno, médio e grande porte, que cultiva espécies florestais em sua propriedade(s), pois com base nelas será

possível tomar medidas para reduzir os riscos de seu investimento, principalmente quando se tratar de florestas clonais.

O uso de um reduzido número de clones em grandes extensões de área é um problema associado às florestas clonais de eucaliptos no Brasil. Isso se deve ao fato de existir um pequeno número de clones, testados e aprovados por empresas florestais como clones “elite”, que estão disponíveis atualmente no mercado para plantios comerciais e, pela preferência dos viveiristas florestais independentes, pela multiplicação clonal de clones considerados “plásticos”.

Alguns dos clones cultivados são considerados plásticos e outros específicos. Os clones plásticos são aqueles que, quando plantados em distintas condições edafoclimáticas, apresentam bom desempenho. Clones plásticos são mais difíceis de serem selecionados em programas de melhoramento genético. Ainda que as empresas, desenvolvedoras desses materiais genéticos, tenham interesse em desenvolver clones mais estáveis, quando plantados em condições distintas de clima e solo, nem sempre esses são os que apresentam melhor produtividade, condição essencial para ser considerado clones “elite”. Assim, o que geralmente ocorre é a seleção de clones de alto desempenho, porém recomendado para cultivo em condições específicas de clima e solo, o que caracterizam os clones específicos. Um outro agravante verificado pela Equipe do Projeto Siflor Cerrado é que, em muitas situações, a madeira oriunda dos clones cultivados nas propriedades rurais, onde foram avaliados os cultivos florestais,

teriam finalidade de uso diferente para os quais o clone foi selecionado.

Porém, as situações encontradas em campo do cultivo de materiais genéticos (mudas clonais ou seminais) selecionados para outras regiões, são esperadas na maior parte das áreas de abrangência do Bioma Cerrado. Isso porque, de forma geral, ainda não foi realizada a seleção de materiais genéticos especificamente para essas regiões e/ ou que os materiais genéticos selecionados ainda não estejam em domínio público ou disponíveis para silvicultores independentes. Desta forma, o plantio de clones desenvolvidos pelas empresas florestais é sim uma alternativa viável, inclusive para outras empresas que venham a cultivar em ambientes, para o qual essa não tenha seu próprio clone “elite” (XAVIER et al., 2009).

Verifica-se que há necessidade de aumentar os investimentos em desenvolvimento de novos materiais genéticos, das diferentes espécies florestais, para muitas regiões do Bioma Cerrado, ou teremos que conviver com os riscos gerados pelas restrições ambientais, com o uso de poucos clones em grande extensão de área e com a inadequação dos materiais genéticos ao uso final da madeira, em alguns casos.

2. Experiências de cultivo com espécies florestais/clones em monocultivos e sistemas iLPF no Bioma Cerrado

De forma geral, as propriedades rurais amostradas nas regiões mais ao sul do Bioma Cerrado no Brasil, localizadas próximas aos centros consumidores de madeira já consolidados, têm a seu favor

a disponibilidade de materiais genéticos de espécies/clones de eucaliptos, selecionados e adaptados para as condições ambientais e de mercado local. Estes silvicultores enfrentaram, inicialmente, desafios pelos quais agora, os produtores com áreas localizadas no interior e ao norte do Bioma Cerrado no Brasil estão enfrentando. Estas áreas apresentam diferentes, características climáticas e de solo e, muitas vezes, com o agravante da ausência de mercado consumidor.

A Equipe Técnica do Projeto SiFlor Cerrado avaliou sistemas de cultivos com diferentes espécies florestais e, constatou que as espécies avaliadas apresentam potencial para obter bom crescimento em ao menos algumas das áreas de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil. As espécies/clones amostradas em campo foram: Eucalipto, Mogno africano, Cedro australiano, Pinus e Teca. Vale destacar que, a maioria das espécies foi avaliada em sistemas de monocultivo e também em iLPF.

Curioso foi verificar que, as principais espécies plantadas pelos produtores, que tinham como objetivo a produção de toras de madeira em ciclos longos, para serraria e laminação, foram o Mogno africano, o Cedro australiano e a Teca. Entre essas espécies, a Teca foi a que apresentou os sistemas de cultivo com idades mais avançadas e cadeia de mercado mais consolidada no Brasil. Os produtores rurais que cultivam as outras duas espécies, assim como os produtores que cultivam a Teca, têm como foco o mercado internacional de madeira, por este, de forma geral, apresentar melhor valorização da madeira de qualidade e consequentemente melhor

remuneração. Os cultivos com Pinus, na região, tiveram como principal objetivo de uso a produção de goma-resina e a expectativa de uso final da madeira. Já os produtores que plantavam o eucalipto, visavam um mercado mais variável (carvão, celulose, serraria, etc.).

A experiência brasileira com silvicultura, especialmente de eucalipto, ainda não trouxe, para muitos dos produtores com áreas na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, a mesma segurança observada nas áreas com cultivos florestais localizadas nas regiões Sul e Sudeste do país. Porém, ainda considerando todos os desafios que se tem pela frente, a Equipe do Projeto SiFlor Cerrado pode verificar muitos casos de sucesso e, o potencial da região para cultivos com espécies/clones florestais, estes serão apresentados no Capítulo 5.

Ao longo das avaliações realizadas nos cultivos florestais foi possível constatar, também, algumas das causas que levaram certos produtores a terem a produtividade madeireira reduzida, assim como maiores taxas de mortalidade de plantas, e outros problemas causados pelo uso de material genético inadequado e ou a não adoção das técnicas silviculturais mais adequadas para o local de plantio.

Ainda que o eucalipto seja a espécie mais cultivada no Brasil e, de forma geral, os conhecimentos sobre as técnicas adequadas para seu cultivo estarem disponíveis, foi possível observar, que em plantios pioneiros com a espécie em regiões de maior restrição hídrica, era comum a mortalidade de todo o povoamento florestal, quando este atingia idades próximas ou superior aos três anos (Figura 1).



Figura 1 | Plantação com elevada mortalidade, de um clone de eucalipto considerado plástico, em região de restrições hídricas severas, em área de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

Situações como a apresentada na Figura 1, era ainda mais frequente quando o sistema de cultivo utilizado foi o monocultivo com espaçamentos mais adensados e em idades superiores a três anos. Nesses casos, a mortalidade das árvores era provocada pelo estresse hídrico em função da competição entre as árvores. Observou-se que, alguns produtores adequaram parte das recomendações silviculturais para cultivo nessas regiões, testando diferentes materiais genéticos, espaçamentos de plantio e alterando recomendações da adubação complementar.

O uso de espaçamentos de plantio mais amplos, visando viabilizar o cultivo com as espécies/clones na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, abriu ainda mais a oportunidade para expansão florestal, com a adoção do sistema iLPF. Interessante observar que, muitos dos cultivos visitados, mesmo utilizando apenas o cultivo da espécie florestal em monocultivo, adotavam espaçamentos semelhantes aqueles que poderiam ser considerados adequados para sistema de iLPF, em regiões com condições climáticas menos restritivas (Figura 2).



Figura 2 | Floresta clonal de eucalipto cultivado em sistema de monocultivo, com amplo espaçamento, próximo aos adotados em iLPF, em regiões com menor risco de ocorrência de estresse hídrico.

Verificou-se, também, que o cultivo em sistema iLPF viabilizou a produção florestal em regiões com restrições hídricas mais severas. Como exemplos, pode-se destacar os sistemas de iLPF amostrados em algumas regiões muito próximas a áreas de transição entre Cerrado e Caatinga, onde as restrições hídricas são ainda mais severas.

Além dos exemplos citados, foi possível observar uma positiva tendência entre alguns produtores de realizarem “testes” com diferentes espécies/clones e espaçamentos de plantio, em áreas onde o cultivo florestal tinha sido estabelecido há algum tempo. Nesses casos, observou-se uma ampla diversidade dos

espaçamentos de plantio em povoamentos mais antigos, além da diversidade de materiais genéticos. Já nas áreas mais novas de cultivos florestais, na mesma propriedade rural, era clara a redução do número de espécies/clones utilizados nos plantios, em função das experiências obtidas nos cultivos anteriores. O mesmo foi verificado para os espaçamentos de plantio, que eram mais amplos nas áreas com idades inferiores.

Entretanto, o fator observado, que apresentou grande impacto no sucesso ou não do cultivo florestal, em algumas propriedades rurais localizadas na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, foi a ausência de mercado. Esse fator levou alguns produtores a se desinteressarem, por exemplo, pelo cultivo de eucalipto. O interesse inicial era alto, pois esses produtores foram impulsionados a plantar florestas em suas propriedades após a divulgação da chegada de empresas consumidoras de madeira na região, ou de programas de incentivos governamentais. Essa motivação inicial resultou na super oferta de madeira em determinadas regiões. Esses fatos resultaram em frustrações entre alguns produtores rurais, que desistiram de renovar a base de cultivo florestal na propriedade, no futuro.

Em razão dessa falta de mercado, há povoamentos florestais com idades superior ao ciclo de corte previsto, ainda sem previsão de colheita. Por isso, essas áreas com cultivos florestais sofrem com a estagnação do crescimento e, devido ao estresse competitivo, há uma elevação na taxa de mortalidade das plantas (Figura 3).



Figura 3 | Povoamento de eucalipto, localizado em uma região do Bioma Cerrado no Brasil, com idade superior à prevista para o corte e sem previsão de colheita, devido à falta de mercado consumidor de madeira.

Na busca por mercados madeireiros de maior valor agregado, a Teca foi uma espécie que se destacou, principalmente em relação ao mercado de exportação. Essa espécie tem sido cultivada há algum tempo na Região Centro-Oeste do Brasil e possui alguns materiais genéticos desenvolvidos para regiões próximas a de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil. No entanto, é importante destacar que a espécie exige solos mais férteis, além da implementação de um bom plano de manejo florestal. Este plano de manejo deve contemplar a realização de podas e desbastes, para que a madeira produzida atinja as características exigidas, principalmente pelo mercado internacional.

As condições edafoclimáticas da região de abrangência do Bioma Cerrado

no Brasil, não são as mais adequadas para o cultivo da Teca. Ainda assim, provavelmente pela proximidade com áreas, no estado do Mato Grosso de região de abrangência do Bioma Amazônico, alguns cultivos com a espécie são encontrados e, por isso, foram amostrados em áreas do Bioma Cerrado, nesse estado. Entre esses cultivos uma situação comumente observada, era de povoamentos onde não foram empregadas as práticas silviculturais adequadas para a cultura, que resultou em menores produtividades, elevada mortalidade das plantas e árvores com galhos grossos. Foram também amostrados cultivos, em situação diferente a essa descrita, ou seja, povoamentos bem manejados em solos com características mais adequadas ao desenvolvimento da

cultura, tendo estes apresentado boas produtividades madeireira.

O Mogno africano e o Cedro australiano, são espécies cujo mercado de interesse também é o de exportação de madeira, destinada à produção de madeira serrada e laminação. Há uma clara expansão dessas culturas em áreas de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

Os produtores que optaram pelas espécies de Mogno africano ou de Cedro australiano, normalmente empregaram adequadas técnicas silviculturais e planos de manejo florestal cautelosos. Esses utilizaram assim, espaçamentos de plantios amplos, adubações complementares condizentes com os conhecimentos atuais de exigências nutricionais da cultura, quando cultivada em áreas com as condições edafoclimáticas, descritas nos Capítulos 2 e 3. Em alguns casos, utilizaram adubações até intensas e já realizaram operações de podas e desbastes, fazendo com que os cultivos florestais amostrados apresentassem, normalmente, bom potencial produtivo.

Interessante é que, em boa parte das propriedades rurais onde estas culturas foram amostradas, o foco da produção, ao menos até o momento, não eram o cultivo do Mogno africano e do Cedro australiano, sendo o principal investimento dos produtores o cultivo com eucalipto, culturas agrícolas ou pecuária, tendo as áreas com cultivo de Mogno africano e Cedro australiano como áreas em análise, para provável ampliação de investimento, de retorno a longo prazo.

As espécies florestais que tiveram destaque pela produção de produtos

não madeireiro foram algumas espécies do gênero *Pinus* e seus híbridos que, na maioria das propriedades rurais avaliadas, tinham como finalidade de uso a extração de goma-resina e o *Corymbia citriodora* que, em algumas regiões de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, a produção era destinada a indústria de óleos essenciais, baseada na extração das folhas das árvores. De forma geral os povoamentos manejados para este uso final foram amostrados em regiões com maiores restrições hídricas.

A produção de madeira, nestas áreas com *Pinus* e *Corymbia citriodora*, tinham o produto madeira como secundário. Em função do manejo para goma-resina ou óleos essenciais, a produção de madeira era de certa forma predcada, seja pelas características qualidade da madeira produzida ou pela baixa produção volumétrica. Porém, segundo relato dos produtores rurais, a produção destes produtos não madeireiros era bastante valorizado nessas regiões.

3. Considerações Finais

Há bom potencial para o uso da terra, em áreas de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, para cultivos com espécies florestais/clones. No entanto, é de fundamental importância que se faça a correta escolha da espécie/clone e sejam adotadas técnicas silviculturais adequadas às exigências da cultura e às condições edafoclimáticas da região.

A adoção de espaçamentos de plantio mais amplos nos cultivos com espécies florestais/clones gera boa oportunidade para a integração com

outras culturas, como o uso de sistemas iLPF. Além dos benefícios dos serviços ecossistêmicos, esse sistema integrado de produção resulta na diversificação da produção e de renda, gera benefícios como a amortização dos custos da cultura florestal utilizada melhorando a segurança financeira do produtor.

Por fim, as experiências mostram que, antes da implantação de sistemas de produção com uma espécie florestal, é de fundamental importância que se realize uma boa análise do mercado de madeira, para definir o foco da produção, sempre considerando a distância entre a propriedade rural e o mercado consumidor. Uma análise criteriosa da

oferta e demanda na região de consumo, do produto da futura plantação florestal, é a chave do sucesso e da sustentabilidade do produtor.

Referências Bibliográficas

IBÁ-INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Anual**. 2019. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>. Acesso em 22 jan. 2021.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. da. **Silvicultura clonal: Princípios e Técnicas**. Viçosa-MG, Editora UFV, 2009, p. 271.

Capítulo 5

Diagnóstico de Plantações Florestais no Cerrado Brasileiro

Luciana Duque Silva¹

Antonio Rioyei Higa²

Luis Valentino Freire³

Hellen Patricia Pecchi Leite³

Fabiana Gonçalves Bastos³

João Luís Ferreira Batista⁴

Daniel de Castro Victoria⁵

A realização de um diagnóstico de plantações florestais, nas áreas de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, tem como objetivo apresentar um panorama geral do cultivo de espécies/clones mais plantadas, atualmente, neste Bioma. O diagnóstico, elaborado com base em informações coletadas em áreas de cultivo florestal de produtores rurais independentes, possibilitou classificar as espécies/clones em diferentes níveis de aptidão, detectar os principais problemas e como esses, podem refletir na produtividade e riscos das plantações.

Para a realização do diagnóstico, a região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil foi estratificada em sub-regiões consideradas homogêneas em uma escala macro, que denominamos

de “dendrozonas de coleta de dados”. Como o principal fator limitante, para o desenvolvimento das espécies/clones no bioma é a restrição hídrica, foram selecionadas algumas variáveis climáticas relacionadas com a disponibilidade de água, características do solo, além do tipo de vegetação original que é determinada primordialmente pelas condições ambientais.

Para delimitar as dendrozonas de coleta de dados, foram utilizadas: 1) precipitação média anual; 2) precipitação no trimestre mais seco; essas duas variáveis foram avaliadas com base na série temporal de 1970-2000 [(HIJMANS et al., 2005 (WORLDCLIM)], em escala 30 arcseg (~1 km)]; 3) textura do solo (IBGE, 1992) em escala 1:250.000; (FEAM/MG,

[1] Professora da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

[2] Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

[3] Engº Florestal pela Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

[4] Professor da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

[5] Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária.

2010), em escala 1:650.000; (OLIVEIRA et al., 1999) em escala 1:500.000;(SEPLAN/MS, 1985), em escala 1:250.000; e 4) vegetação original do Bioma Cerrado (IBGE/RADAM, 1992), em escala 1:5.000.000.

A experiência de membros do projeto, em áreas de abrangência do Bioma Cerrado, também foi considerada na estratificação e, ao final foram definidas nove dendrozonas de coleta de dados, para a realização da amostragem.

Após a delimitação das dendrozonas de coleta de dados foi elaborado um mapa com a distribuição dos povoamentos florestais com os gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, bem como com a distribuição das denominadas "outras espécies", por município, com base no Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (IBGE, 2015). A partir da elaboração desse mapa foi possível alocar as parcelas amostrais.

É importante ressaltar que em parte do Bioma Cerrado, dentro dos limites das áreas delimitadas para a realização da amostragem, existem áreas que são protegidas por Lei devido à suas características naturais relevantes. Essas áreas são Unidades de Conservação e foram delimitadas a partir da base de

dados do patrimônio mundial da humanidade (UNESCO, 2018), e para fins de amostragem foram excluídas, pois são áreas onde não pode ocorrer o cultivo de espécies exóticas.

A prospecção de dados foi realizada entre novembro de 2016 a fevereiro de 2019, nas dendrozonas de coleta de dados. Para tanto, foi estabelecido um transecto em cada estado dentro dos limites de cada "dendrozona", para amostrar o máximo de espécies/clones.

Considerou-se, para fins de amostragem, as espécies/clones que se encaixavam em dois, dentre os cinco fatores apontados como importantes para a escolha de uma espécie/clone para cultivo (Capítulo 1), sendo eles: adaptação em relação às características edafoclimáticas do Bioma Cerrado e, conhecimento silvicultural do cultivo das espécies em monocultivos e/ou em iLPF (Integração Lavoura, Pecuária e Florestas). Desta forma, os seguintes gêneros/espécies foram alvos da amostragem: Eucaliptos (gênero *Eucalyptus* e espécie *Corymbia citriodora*); Pinus (gênero *Pinus*); Cedro australiano (*Toona ciliata*); Mogno africano (*Khaya* spp.); e Teca (*Tectona grandis*). A distribuição das áreas amostradas em campo está apresentada na Figura 1.

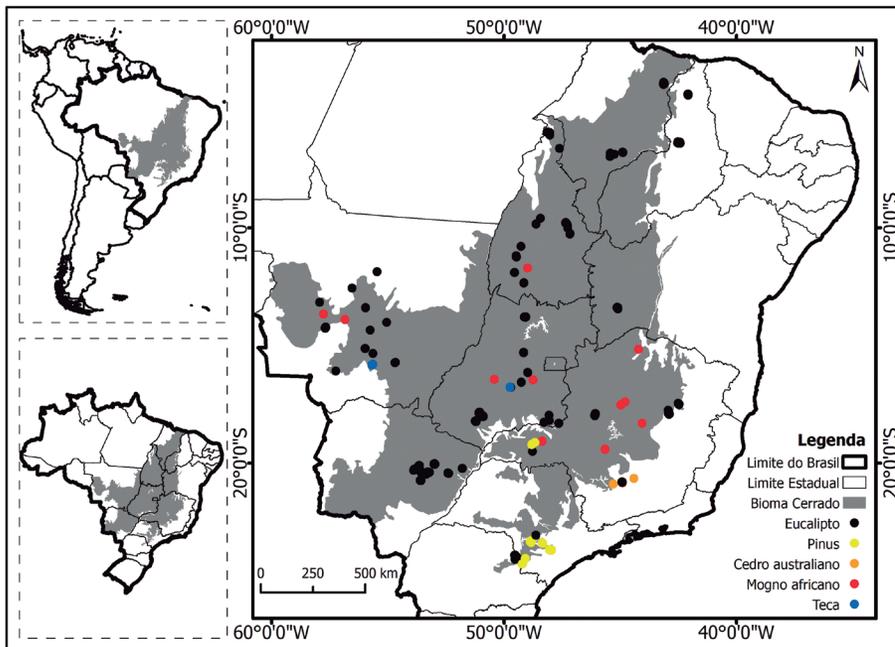


Figura 1 | Distribuição das parcelas amostrais das plantações de Eucaliptos, Pinus, Cedro australiano, Mogno africano e Teca, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

Ao todo foram alocadas 1.796 parcelas em campo que resultaram em uma análise de 88 espécies/clones. Os Eucaliptos representaram 91,03% das parcelas, o Pinus 3,95%, o Cedro australiano 0,95%, o Mogno africano 3,51%, e a Teca 0,56%.

A amostragem realizada em campo reflete, em partes, a ocupação de áreas com as diferentes espécies/clones no território nacional. Em 2018, as plantações com Eucaliptos representavam 75,2%, os Pinus 20,6% e outras espécies 4,2% das áreas de plantações florestais no país (PEVS/IBGE, 2018), segundo Florestas Brasil (SFB 2019). Na amostragem realizada, o Pinus se encontra em menor proporção, quando comparada ao seu percentual de ocupação de área em território nacional. Isso se deve ao fato que, no Brasil, sua maior área de

cultivo está localizada fora da região de abrangência do Bioma Cerrado.

A primeira etapa da amostragem de campo, foi aplicar um questionário ao produtor rural ou responsável, visando identificar quais espécies/clones havia na área, seus históricos, e as práticas silviculturais aplicadas desde a implantação da cultura. Com base nessas informações preliminares, foram instaladas parcelas no centro dos talhões e realizada a coleta das informações qualitativas e quantitativas.

Com as informações coletadas realizou-se, primeiramente, uma verificação dos nomes comerciais das espécies/clones cultivados nas áreas amostradas com as denominações oficiais adotadas no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Essa informação é importante para o produtor, pois

entre as regulamentações publicadas pelo MAPA para garantir identidade, qualidade da produção e comercialização de sementes e mudas, foi criado o Registro Nacional de Cultivares (RNC), que tem como princípio habilitar as cultivares e espécies para produção e comercialização no país. Essa deve ser uma das primeiras informações que o produtor precisa verificar no momento da aquisição das sementes ou mudas a serem utilizadas em seu sistema de cultivo, assim como é importante saber se a espécie/clone possui registro no RNC, no caso de uma cultivar, se faz necessário verificar se ela é protegida e em caso positivo, se o produtor/comerciante de mudas tem autorização de propagação e comercialização do material de propagação protegido.

Entre as espécies/clones amostrados, a maior parte estão registradas no RNC/MAPA, sendo que algumas delas são protegidas. Porém, algumas das espécies de Eucalipto amostrados, a maior parte das espécies de Pinus e o Cedro australiano não estão registrados como espécie, ou seja, não há número de registro para materiais seminais, assim como para alguns dos clones de Eucalipto. Ainda que, sem o número de registro no RNC, todas espécies/clones amostradas em campo foram avaliadas.

Considerando as respostas dos produtores rurais aos questionários, as informações derivadas das análises dos dados quantitativos, como a produtividade, e as características qualitativas avaliadas, como os níveis de riscos, a experiência dos profissionais que cola-

boraram durante a execução do projeto, a equipe do Projeto Siflor Cerrado classificou as espécies/clones avaliadas nos seguintes níveis de aptidão de cultivo:

1) Inapto; 2) Apto com Ressalvas; 3) Apto; e 4) Apto Superior.

1) Inapto: produção de madeira (m^3/ha) abaixo da produção média de madeira*, na região onde o cultivo foi estabelecido, que pode ou não ter sido em decorrência da elevada taxa de mortalidade, presença de pragas, doenças e estresses abióticos provenientes de inaptidão ao clima e solo ou pelo elevado percentual desses problemas nas plantações amostradas.

2) Aptos com Ressalvas: locais onde a espécie/clone apresentou bom potencial produtivo*, mas que, em algumas condições, foram afetadas negativamente por estresses bióticos e abióticos, podendo ser manejadas sem comprometer o cultivo, por exemplo, a suscetibilidade à quebra por ventos e a sensibilidade à adubação; e ou quando a espécie/clone foi amostrada em poucas parcelas.

3) Apto: indicado para cultivo no local, por apresentar produtividade madeireira em torno da média da região* e não apresentar registros de doenças bióticas e/ou abióticas que comprometam significativamente a produtividade.

4) Apto superior: indicado para cultivo no local, por apresentar produtividade acima da média definida para a região*, boas condições de homogeneidade e boa qualidade de

* informações baseadas em dados divulgados por órgãos governamentais e ou não governamentais, ligados ao setor florestal da região onde o cultivo foi estabelecido.

fuste, não apresentando registros de doenças bióticas e/ou abióticas que comprometam significativamente a produtividade.

É frequente o questionamento por parte de produtores, responsáveis técnicos, agentes financeiros e também de tomadores de decisões em nível governamental sobre a possibilidade de se cultivar uma espécie florestal, em monocultivo e/ou iLPF, em áreas com as restrições edafoclimáticas, como as encontradas no Bioma Cerrado no

Brasil. Assim, a classificação das espécies/clones, em níveis de aptidão com base nas experiências atuais, pode auxiliar esses profissionais na tomada de decisão sobre a possibilidade de se cultivar essências florestais nessa região, bem como qual delas podem ser as mais apropriadas em um determinado local.

A distribuição por nível de aptidão, das parcelas amostradas com as espécies/clones avaliadas no Bioma Cerrado, é apresentada na Figura 2.

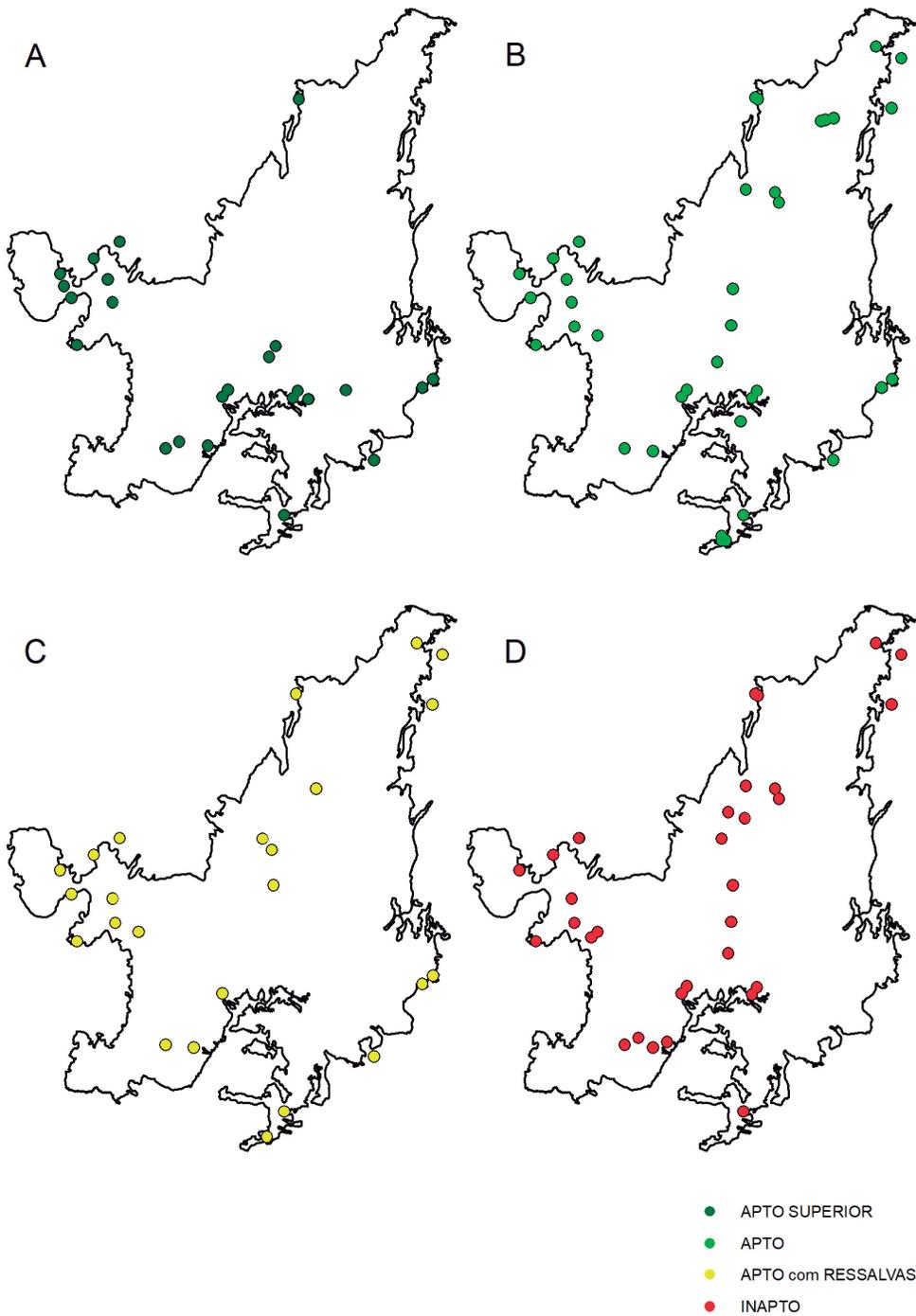


Figura 2 | Distribuição por nível de aptidão, das parcelas amostradas com as espécies/clones alvo do Projeto Siflor Cerrado, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil: Apto Superior (A); Apto (B); Apto com Ressalvas (C); e Inapto (D).

Com base nas informações apresentadas na Figura 2, é possível responder à questão levantada anteriormente, sobre a possibilidade de se cultivar uma espécie/clone de essência florestal na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, sendo a resposta positiva, desde que seja escolhida a espécie/clone apta para as condições edafoclimáticas da propriedade rural em questão. Pois, da mesma forma em que há espécies/clones classificadas como Apto Superior e/ou Apto (Figuras 2A e B) para todas as regiões de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, também há espécies/clones classificadas como Inapto e Apto com Ressalvas (Figuras 2C e D), nesta mesma região.

Conforme informações apresentadas no Capítulo 4, há exemplos de alguns clones que são considerados plásticos e outros específicos, entre os materiais genéticos avaliados. A maior parte dos clones de Eucalipto amostrados em campo pode ser considerado específicos, assim como algumas das demais espécies florestais avaliadas. Isso significa que, não é recomendável que o produtor rural considere que todas as espécies/clones de essências florestais, foco deste diagnóstico, possam ser cultivadas na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, nem mesmo um clone considerado plástico. Outra consideração a ser feita é que, é possível esperar diferenças de produtividade com o cultivo de uma espécie/clone, ainda que essa tenha recebido a mesma classificação em diferentes locais da região de abrangência do Bioma Cerrado, pois a classificação, com relação à produtividade é realizada em relação a um intervalo de classe, bem como são considerados outros fatores,

não apenas a produtividade.

Na tomada de decisão sobre a escolha da espécie/clone a ser cultivada, deve-se considerar também que, conforme apresentado no Capítulo 2, o clima durante o crescimento das plantações florestais amostradas em campo possa ter sido, de maneira geral, atípico quando comparado aos dados históricos da região. O que significa que as espécies/clones avaliadas podem apresentar respostas diferentes, que levem até mesmo, à mudanças na sua classificação, caso haja uma significativa alteração do clima em rotações futuras.

Uma síntese dos resultados obtidos após a análise das informações coletadas em campo, são apresentadas, a seguir, por gênero/espécies/clones, em alguns casos com destaque para os de maior ocorrência, afim de abordar aspectos que podem ilustrar situações observadas em campo e auxiliar o produtor rural na tomada de decisão, como: 1) amplitude da área cultivada com a espécie/clone, nas dendrozonas de coleta de dados; 2) diversidade de espécies por gênero e/ou de clones/espécies amostrados em campo; 3) informações sobre registro no RNC e quando for o caso, no Sistema Nacional de Proteção de Cultivares – SNPC, ambos do MAPA; 4) variação da produtividade, em relação à média geral da produtividade encontrada para a espécie/clone; neste caso é importante ressaltar que as informações apresentadas não refletem diretamente a exata produtividade no local; as variáveis qualitativas de maior ocorrência entre as avaliadas, sendo elas: 5) percentual de mortalidade das plantas; e 6) percentual de plantas bifurcadas, tortas e ou secas; bem como, 7) quadro geral

da classificação das espécies/clones em destaque na síntese dos resultados.

1. Espécies Florestais alvo do Projeto Siflor Cerrado

1.2 Eucalipto (Gênero *Eucalyptus* e espécie *Corymbia citriodora*)

Ao longo das avaliações realizadas o Eucalipto foi amostrado nas dendrozonas de coleta de dados 1, 2, 3, 4, 5, 7 e 8, não sendo amostrado na dendrozona de coleta de dados 6 por fazer parte de Unidade de Conservação e na dendrozona de coleta de dados 9, por ser uma região tradicional de cultivos de grãos.

As dendrozonas de coleta de dados que concentraram o maior número de parcelas de Eucalipto foram a 8 com 37,8%, a 3 com 16,7% e a 4 com 16,5%, sendo que a dendrozona de coleta de

dados 8 corresponde a região de fronteira com as tradicionais regiões de cultivos florestais no país.

No total foram amostradas 73 espécies/clones de eucalipto, em dois sistemas de cultivos, sendo 18,8% das parcelas em iLPF e 81,2% em monocultivos. As parcelas amostradas foram instaladas de forma a representar proporcionalmente as áreas cultivadas, considerando o sistema de produção utilizado e cada espécie/clonada plantada nas propriedades rurais avaliadas. Uma informação que chama a atenção é o fato de nove das espécies/clones representarem 60% das parcelas amostradas com Eucalipto, sendo que aproximadamente 30% correspondem a áreas cultivadas com apenas três clones: AEC 144, AEC 1528 e AEC 224. Na Tabela 1 são apresentados os percentuais de parcelas amostradas dessas nove espécies/clones, entre todas as espécies/clones de Eucaliptos amostradas.

Tabela 1 | Espécie/clones de eucaliptos com o maior percentual das parcelas amostradas nas plantações de Eucalipto, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

ESPÉCIE/CLONES	*DESCRIÇÃO DO MATERIAL GENÉTICO	Nº. DE PARCELAS (%)
AEC 144	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake	11,35
AEC 1528	<i>Eucalyptus</i> spp.	9,85
AEC 224	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake	8,77
GG 100	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake	7,15
IPB1	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake	7,15
<i>Corymbia citriodora</i>	<i>Corymbia citriodora</i> Hill & Johnson	4,68
CO 1277	SR	3,78
VM 01	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. x <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake	2,76
AEC 042	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake	2,64
		58,13

Legenda: * = Informações descritas no Registro Nacional de Cultivares - RNC do MAPA; SR = sem registro no RNC/MAPA.

A seguir serão apresentados alguns resultados obtidos, para os cinco clones com o maior percentual das parcelas amostradas nas plantações de Eucalipto, bem como a espécie que representou o

material seminal mais amostrado de Eucalipto, ou seja, os clones: AEC 144; AEC 1528; AEC 224; GG100; IPB1 e a espécie *Corymbia citriodora*.

1.2.1 AEC 144

AEC 144 é um clone derivado de um híbrido espontâneo de *Eucalyptus urophylla* desenvolvido pela empresa Aperam Bioenergia LTDA (REIS et al., 2014). Os mantenedores registrados no MAPA são a Aperam Bioenergia LTDA, GOS Florestal LTDA, Minas Verde Mudanças Florestais LTDA e Tecnoplant Viveiro de Mudanças LTDA (BRASIL, 2020), o mesmo foi registrado em setembro de 2007, como RNC 21874.

As áreas cultivadas com esse clone são as de maior amplitude em relação às condições ambientais amostradas, dendrozonas de coleta de dados 3, 4, 5, 7 e 8 (Figura 3), e também a de maior distribuição na área de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, sendo cultivado por produtores com propriedades em sete estados (BA, GO, MG, MS, MT, SP, TO) e corresponde a 11,35% das parcelas amostradas nas plantações com Eucalipto (Tabela 1), o que retrata sua extensa área de cultivo. Esse é o clone de Eucalipto mais cultivado no Brasil, como um todo, sendo considerado um clone “plástico” devido a sua adaptação em diferentes condições edafoclimáticas.

Nas prospecções de campo foi possível verificar que, o clone apresenta problemas de tombamento em regiões com ocorrência de ventos fortes. A partir dos questionários respondidos pelos produtores rurais que tiveram as plantações amostradas, verificou-se que esse clone não é mais cultivado nas dendrozonas de coleta de dados 1 e 2, por ter apresentado alta taxa de mortalidade em plantações com idade superior a três anos, devido a problemas relacionados

a adaptação, inviabilizando economicamente seu cultivo. Isso significa que, mesmo sendo considerado um clone “plástico”, o produtor rural deve avaliar as características edafoclimáticas de sua região e, se possível, as plantações com este clone localizadas próximas a sua propriedade, antes de realizar o plantio com o mesmo.

O fato do clone apresentar aptidão para cultivo em uma determinada região, não significa que o produtor irá obter a mesma produtividade, quando comparada a algumas plantações referências. Na Figura 3(A), pode ser observada a grande variação da produção volumétrica madeireira, em relação à média deste clone, estimada para um ciclo de sete anos, a partir dos dados amostrados em campo.

Os fatores edafoclimáticos, não são os únicos capazes de reduzir o potencial produtivo do clone, levando à diferença de produção observada (Figura 3A). Existem fatores relacionados às práticas silviculturais e de manejo, que também podem reduzir a produtividade da plantação, em função do percentual de mortalidade das plantas no plantio ou ao longo de seu desenvolvimento que reflete a heterogeneidade de crescimento individual (Figura 3B).

As informações relacionadas ao percentual de plantas bifurcadas, forma do fuste e plantas secas são importantes indicadores do reflexo causado nas plantas pela sua exposição à período(s) seco(s), ao longo de seu desenvolvimento. Na Figura 3 (C) são apresentadas informações sistematizadas sobre a ocorrência dessas características, nas árvores das plantações amostradas do clone AEC 144.

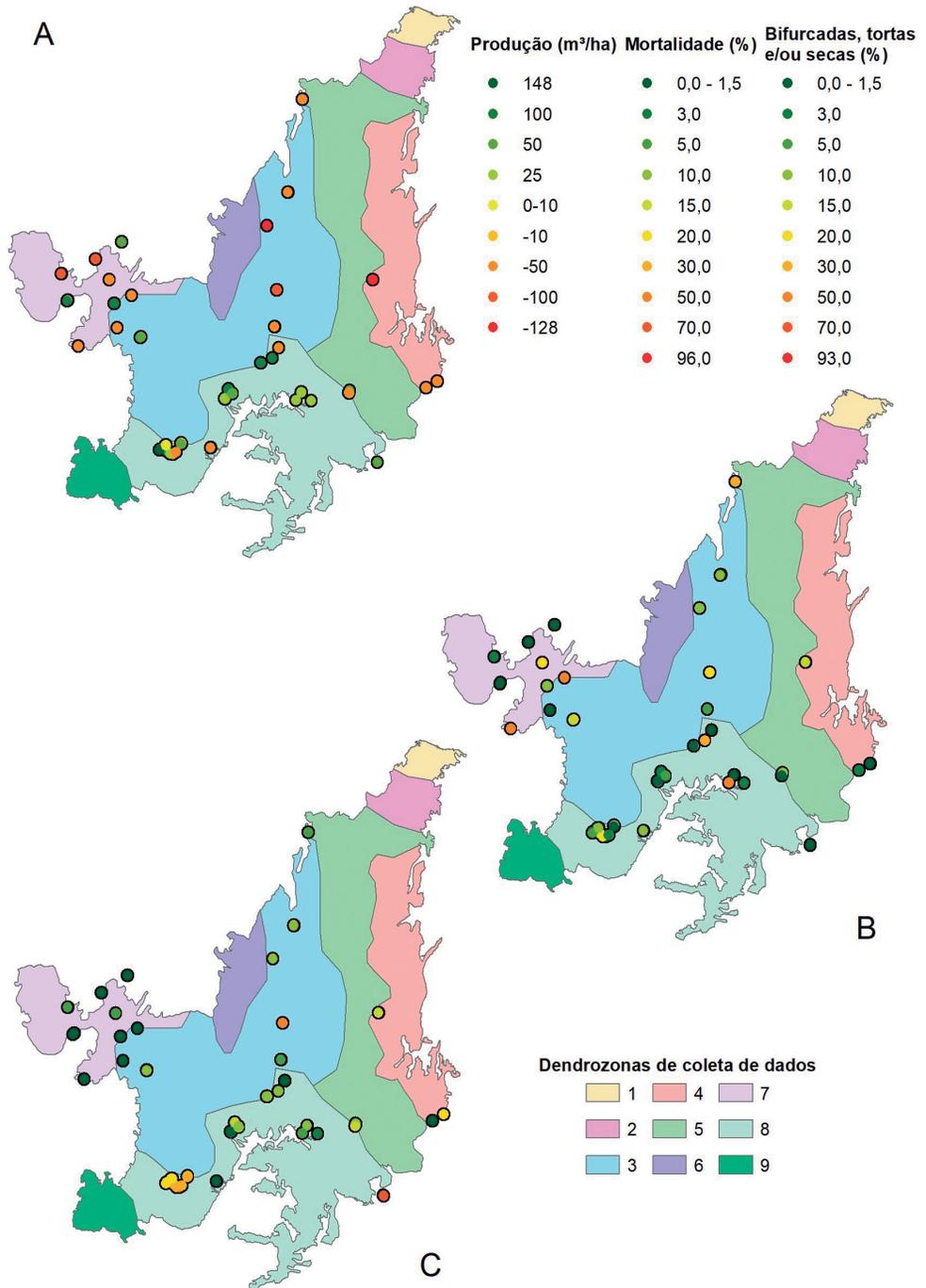


Figura 3 | Informações sobre o clone AEC 144, com base na amostragem realizada em campo, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil: variação da produção madeireira em relação à média das parcelas amostradas com esse clone (A); percentual de mortalidade das plantas (B); percentual de plantas bifurcadas, tortas e ou secas (C), com destaque ao fundo para as dendrozonas de coleta de dados.

1.2.2. AEC 1528

AEC 1528 foi o clone com o segundo maior percentual de ocorrência nas parcelas amostradas nas plantações de eucalipto, 9,85% (Tabela 1). É um clone híbrido resultante de uma polinização controlada entre *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* desenvolvido pela empresa Aperam Bioenergia LTDA (PALUDZYSZYN FILHO; SANTOS, 2013), no norte do estado de Minas Gerais na região do Vale do Jequitinhonha (Aperam Bioenergia, 2019). A Aperam Bioenergia é a única empresa registrada no MAPA como mantenedora desse clone (BRASIL, 2020). O mesmo foi registrado em julho de 2010, como RNC 27064 e se trata de um clone protegido pela Lei de Proteção de Cultivares (Cultivar Protegida 20090063).

Foram encontradas áreas cultivadas com esse clone nas dendrozonas de coleta de dados 3, 4, e 8 (Figura 4), quando se traça um paralelo com o clone AEC 144, verifica-se que a amplitude relacionada às áreas de cultivo é menor, porém ainda é grande a proporção de áreas cultivadas com esse clone nos locais amostrados. A menor ocorrência, quando comparado ao clone AEC 144 pode ser em função das restrições para adaptação do mesmo ou pelo fato desse clone ser protegido, o que gera ao viveirista um custo adicional para que lhe seja concedida autorização para a propagação vegetativa.

Plantações com esse clone foram encontradas em propriedades rurais localizadas em quatro estados do Brasil (BA, GO, MG, MS). De forma geral, o clone apresentou um bom desenvolvimento volumétrico. Entretanto, foi verificado problemas de exsudação de “goma” no tronco das árvores, conhecida popularmente

por “pau-preto”, com alta frequência nas diferentes regiões de cultivo, que inviabiliza o uso final da madeira para diversos fins e aumenta significativamente o risco do cultivo. Exceção foi observada para a região onde o clone foi desenvolvido, e áreas com as mesmas características edafoclimáticas, o que deixa claro que esse se trata de um clone “específico”.

Foi verificado, assim como para o clone AEC 144, que o clone AEC 1528 não é recomendado para cultivo nas dendrozonas de coleta de dados 1 e 2, além das demais regiões em que ele apresentou “pau-preto”. Nas dendrozonas de coleta de dados 1 e 2 não havia mais plantações com o mesmo, no momento da amostragem, por esse ter sido cortado em função da alta taxa de mortalidade apresentada.

Na Figura 4 (A), pode ser observada a distribuição dos pontos amostrais referentes ao clone AEC 1528, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, e sua variação de produção volumétrica de madeira em relação à média deste clone nas áreas amostradas. Os percentuais de mortalidade observados nas plantações com o clone AEC 1528 amostradas, e a síntese das variáveis qualitativas de maior ocorrência em campo são apresentadas, respectivamente nas Figuras 4 (B e C).

Entre os pontos amostrais representados na Figura 4 (B), em três, o percentual de mortalidade é considerado alto, sendo superior em no mínimo 10%, e em ambos os casos foi verificado uma forte relação com a ocorrência de “pau-preto”. Essa relação existente nesses pontos amostrais também gerou um aumento no percentual de plantas bifurcadas, tortas e ou secas (Figura 4C).

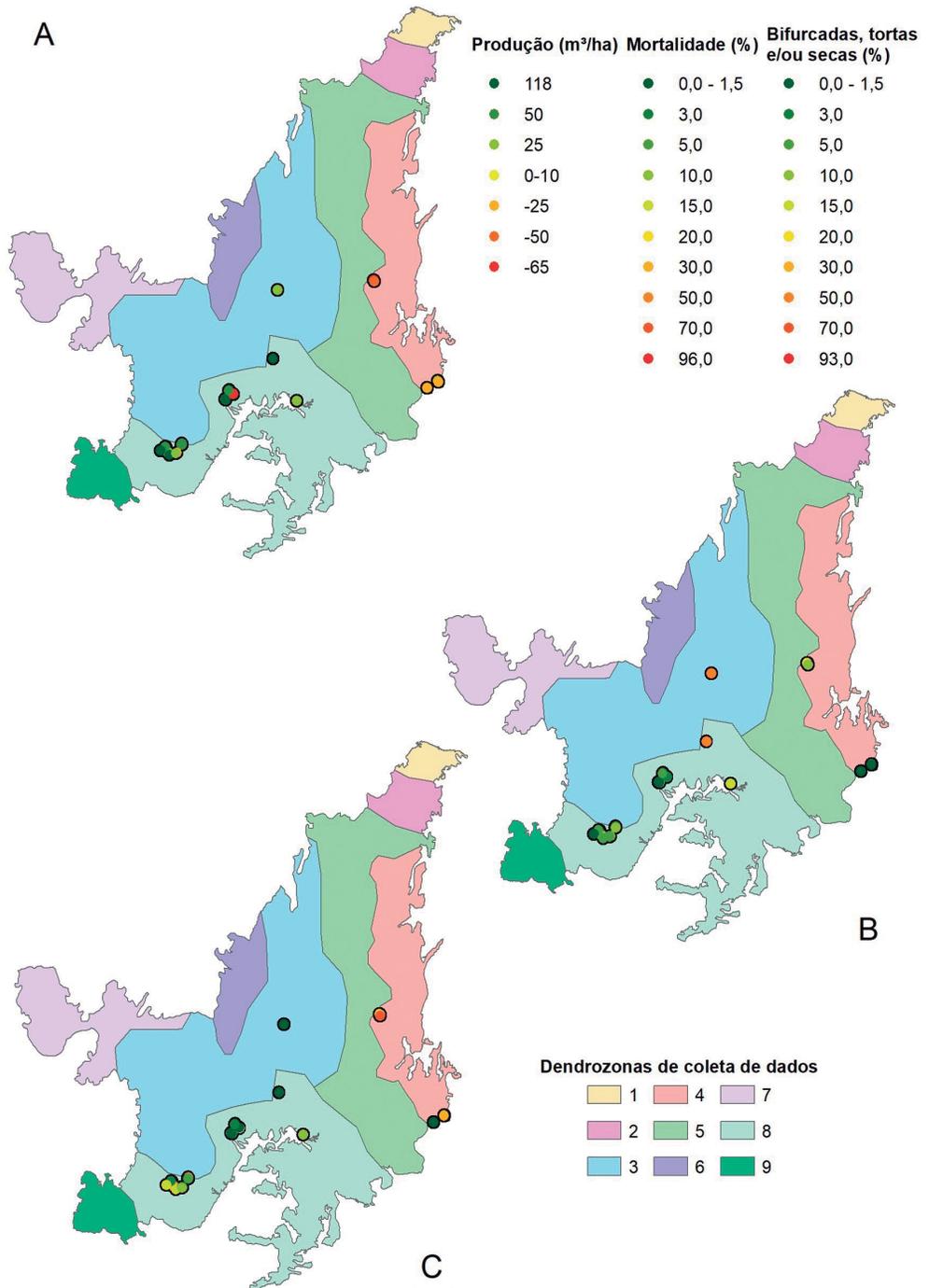


Figura 4 | Informações sobre o clone AEC 1528, com base na amostragem realizada em campo, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil: variação da produção madeireira em relação à média das parcelas amostradas com esse clone (A); percentual de mortalidade das plantas (B); percentual de plantas bifurcadas, tortas e ou secas (C), com destaque ao fundo para as dendrozonas de coleta de dados.

1.2.3. AEC 224

O clone AEC 224, também foi desenvolvido pela empresa Aperam Bioenergia LTDA, é descrito como um clone de *Eucalyptus urophylla* (BRASIL, 2020) e registrado como RNC 21876. Os mantenedores registrados no MAPA são a Aperam Bioenergia LTDA, GOS Florestal LTDA, Minas Verde Mudas Florestais LTDA e Tecnoplant Viveiro de Mudas LTDA (BRASIL, 2020). Interessante destacar que sua data de registro coincide com a do registro do clone AEC 144 (setembro de 2007), o que indica que ambos estão a mesmo tempo no mercado.

Ainda que tenham sido encontrados cultivos com o clone AEC 224, também nas dendrozonas de coleta de dados 3, 4, 5, 7 e 8 (Figura 5), mesmas regiões onde foram encontrados cultivos com o clone AEC 144 (Figura 3), verifica-se que a abrangência das plantações com o AEC 144 é maior. Deve-se considerar que a distribuição dessas plantações nos mesmos sete estados do Brasil (BA, GO, MG, MS, MT, SP, TO) não significa que esses tenham a mesma preferência entre os produtores e sejam igualmente cultivados nas propriedades rurais. As parcelas em que o clone AEC 224 foi amostrado representam 8,77% (Tabela 1) do total de parcelas amostradas com

Eucaliptos. Este é um clone considerado, de forma geral, menos tolerante ao déficit hídrico, quando comparado ao clone AEC 144, situação que pôde ser verificada em campo.

As condições climáticas do período em que se realiza o plantio têm forte influência no percentual de mortalidade das plantas, principalmente na região de abrangência do Bioma Cerrado. Se, o plantio for efetuado num período de baixa ou ausência de precipitação e alta temperatura e, ainda ocorrer atraso ou falhas nas operações de irrigação e replantio, por exemplo, o percentual de mortalidade das plantas aumenta, assim como o de outros problemas, como o de plantas bifurcadas em função da chamada “seca de ponteiro”. Como, em alguns casos, não tivemos acesso às informações detalhadas das práticas silviculturais realizadas nas plantações amostradas com o clone AEC 224 e, essas foram plantadas em anos e períodos distintos, não foi possível verificar a relação dos resultados encontrados e as particularidades existentes.

Na Figura 5 (B) são apresentados os percentuais de mortalidade e na Figura 5 (C) os percentuais de plantas bifurcadas, tortas e ou secas, observados nas plantações amostradas com o clone AEC 224.

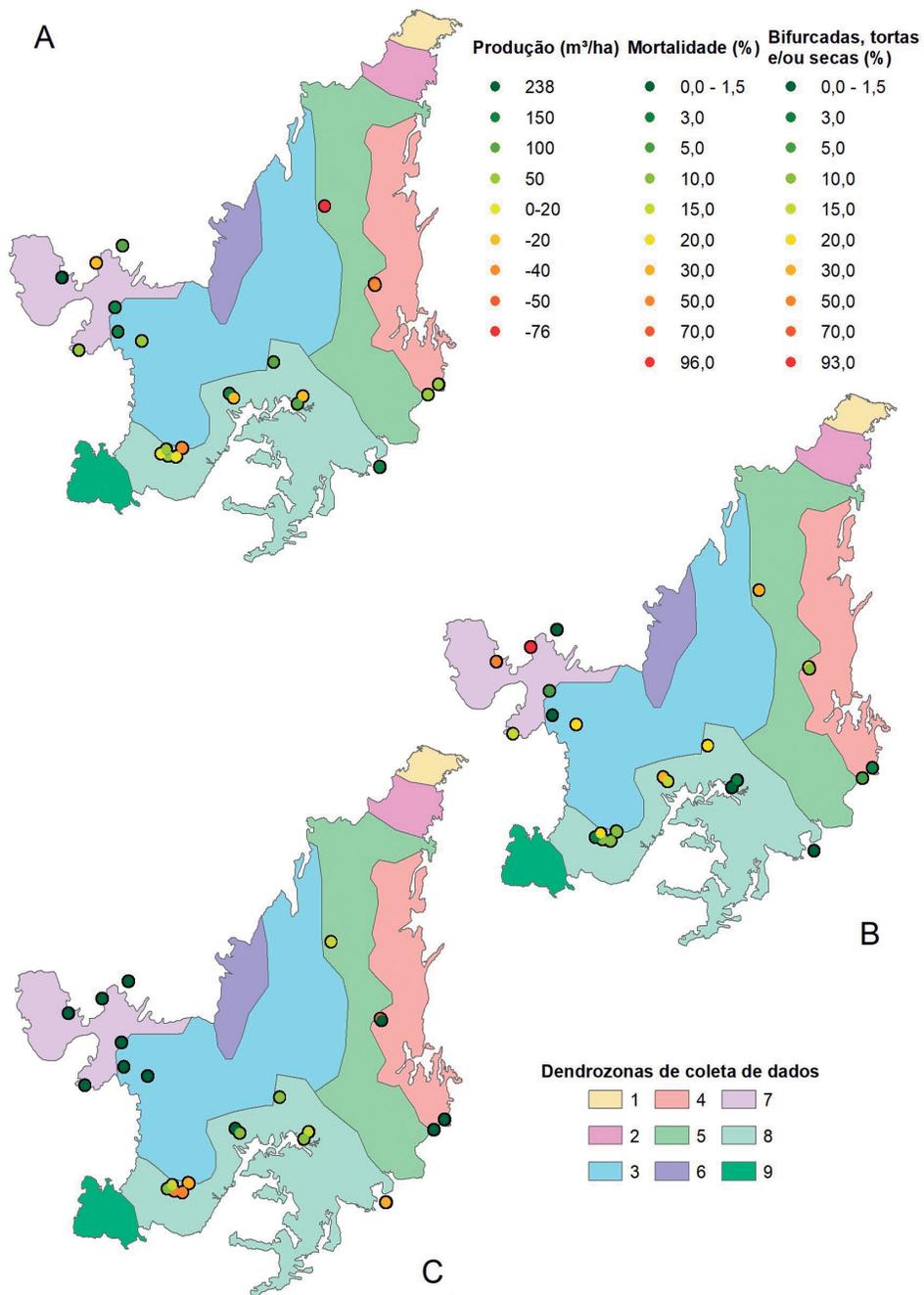


Figura 5 | Informações sobre o clone AEC 224, com base na amostragem realizada em campo, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil: variação da produção madeireira em relação à média das parcelas amostradas com esse clone (A); percentual de mortalidade das plantas (B); percentual de plantas bifurcadas, tortas e ou secas (C), com destaque ao fundo para as dendrozonas de coleta de dados.

1.2.4. GG100

O GG100, clone de *Eucalyptus urophylla* registrado em dezembro de 2006 como RNC 21277, foi desenvolvido pela Empresa Gerdau Aços Longos S.A. (BRASIL, 2020) e, como os clones AEC 144, AEC 1528 e AEC 224, desenvolvidos pela empresa Aperam Bioenergia LTDA, também foi desenvolvido no estado de Minas Gerais para a produção de carvão vegetal e está entre os cinco clones de maior percentual de parcelas amostradas em plantações de eucalipto localizadas na região de abrangência do Bioma Cerrado. Os mantenedores registrados no MAPA são a Gerdau Aços Longos S.A., GOS Florestal LTDA, Minas Verde Mudas Florestais LTDA e Tecnoplant Viveiro de Mudas LTDA (BRASIL, 2020).

Presente em menor percentual de parcelas, 7,15% (Tabela 1), esse clone foi encontrado em sete estados do Brasil (BA, GO, MG, MS, MT, SP, TO), nas mesmas cinco dendrozonas de coleta de dados (3, 4, 5, 7 e 8) que os clones

AEC 144 e AEC 224, conforme apresentado na Figura 6. No entanto, a área de abrangência de plantio com esse clone é menor (Figura 6), quando comparada às áreas cultivadas com os clones AEC 144 (Figura 3) e AEC 224 (Figura 5).

A variação da produção de madeira (Figura 6A), em relação à média das plantações amostradas com o clone GG100, foi a segunda maior observada entre os cinco clones de maior percentual de parcelas amostradas. Observou-se uma clara relação entre produção de madeira (Figura 6A), percentual de mortalidade das plantas (Figura 6B) e percentual de plantas bifurcadas, tortas e ou secas (Figura 6C).

Em geral, a maior ocorrência de mortalidade de plantas nas plantações estabelecidas com o clone GG100 resultaram em perdas de produção madeireira (Figura 6B). Porém, percentuais de mortalidade entorno de 5 a 10% ao final da rotação do cultivo de eucalipto são aceitáveis e inerentes às variações das condições ambientais.

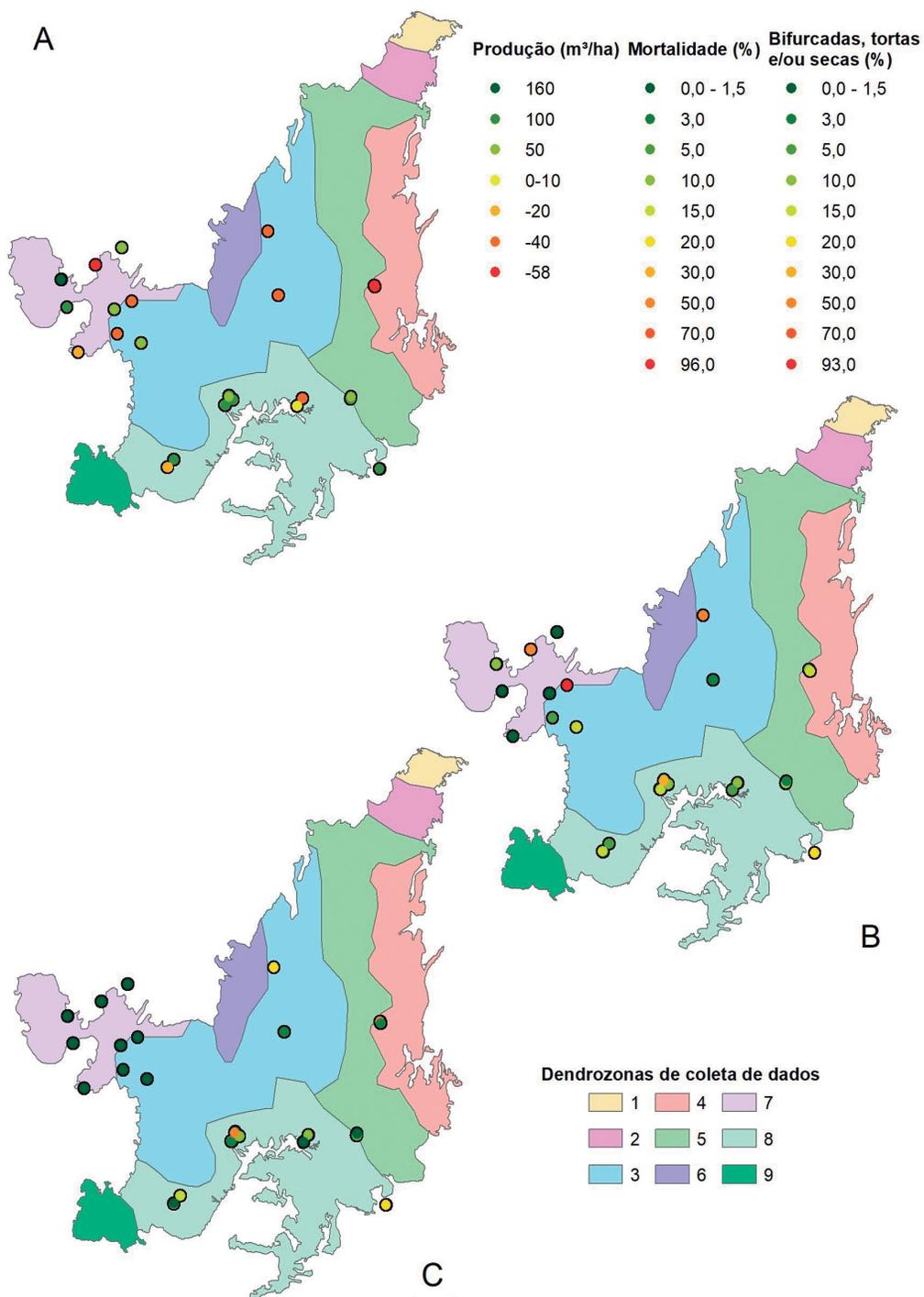


Figura 6 | Informações sobre o clone GG100, com base na amostragem realizada em campo, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil: variação da produção madeireira em relação à média das parcelas amostradas com esse clone (A); percentual de mortalidade das plantas (B); percentual de plantas bifurcadas, tortas e ou secas (C), com destaque ao fundo para as dendrozonas de coleta de dados.

1.2.5. IPB1

O IPB1 é o único clone de eucalipto, entre os cinco clones de maior percentual de parcelas amostradas, que não foi desenvolvido no estado de Minas Gerais. Esse clone de *Eucalyptus urophylla*, registrado em maio de 2003 no MAPA com o RNC 15533, foi desenvolvido no estado de São Paulo pela empresa Internacional Paper do Brasil, que atua no setor de celulose e papel. A empresa é a única mantenedora registrada no MAPA (BRASIL, 2020). Esse clone está entre as cultivares protegidas pela Lei de Proteção de Cultivares (Cultivar Protegida 413). No momento de seu registro recebeu a denominação de IPB1, porém foi por alguns anos conhecido e comercializado como H13. Por um período foi considerado um clone “plástico” entre os produtores rurais e empresas florestais, pela amplitude de área cultivada em diferentes condições edafoclimáticas e, resistência à ferrugem do eucalipto, uma doença causada pelo fungo *Austropuccinia psidii*. Após a quebra de resistência à ferrugem houve uma redução na amplitude da área cultivada com o mesmo.

Foram encontradas plantações com o clone IPB1 em três (3, 7, 8) dendrozonas de coleta de dados amostradas (Figura 7), localizadas em quatro estados (GO,

MS, MT, SP), que totalizaram 7,15% das parcelas amostradas com plantações de Eucalipto (Tabela 1). Problemas de qualidade do fuste foram observados nas áreas cultivadas com esse. Os profissionais de empresas de pesquisas e extensão dos estados localizados nas dendrozonas de coleta de dados 1 e 2, relataram que o clone não se adaptou as condições edafoclimáticas desses locais, em função dos eventos de déficit hídricos.

Conforme apresentado na Figura 7, os pontos amostrais, onde foram avaliadas plantações com o clone IPB1, se localizam em áreas de maior precipitação e de forma geral de menores temperaturas. Ambas no trimestre mais seco do ano, ao longo do período de desenvolvimento das plantações clonais de eucalipto amostradas, nas áreas de abrangência do Bioma Cerrado (Capítulo 2).

O fato desse clone já ter sido considerado um clone “plástico” e, nesse estudo ser encontrado em uma significativa parcela das plantações clonais de eucalipto avaliadas (Tabela 1), pode indicar que, o mesmo tenha sido testado nas demais dendrozonas de coleta de dados, e seu desempenho e ou adaptação não tenha atendido às expectativas dos produtores rurais, como relatado para as dendrozonas de coleta de dados 1 e 2.

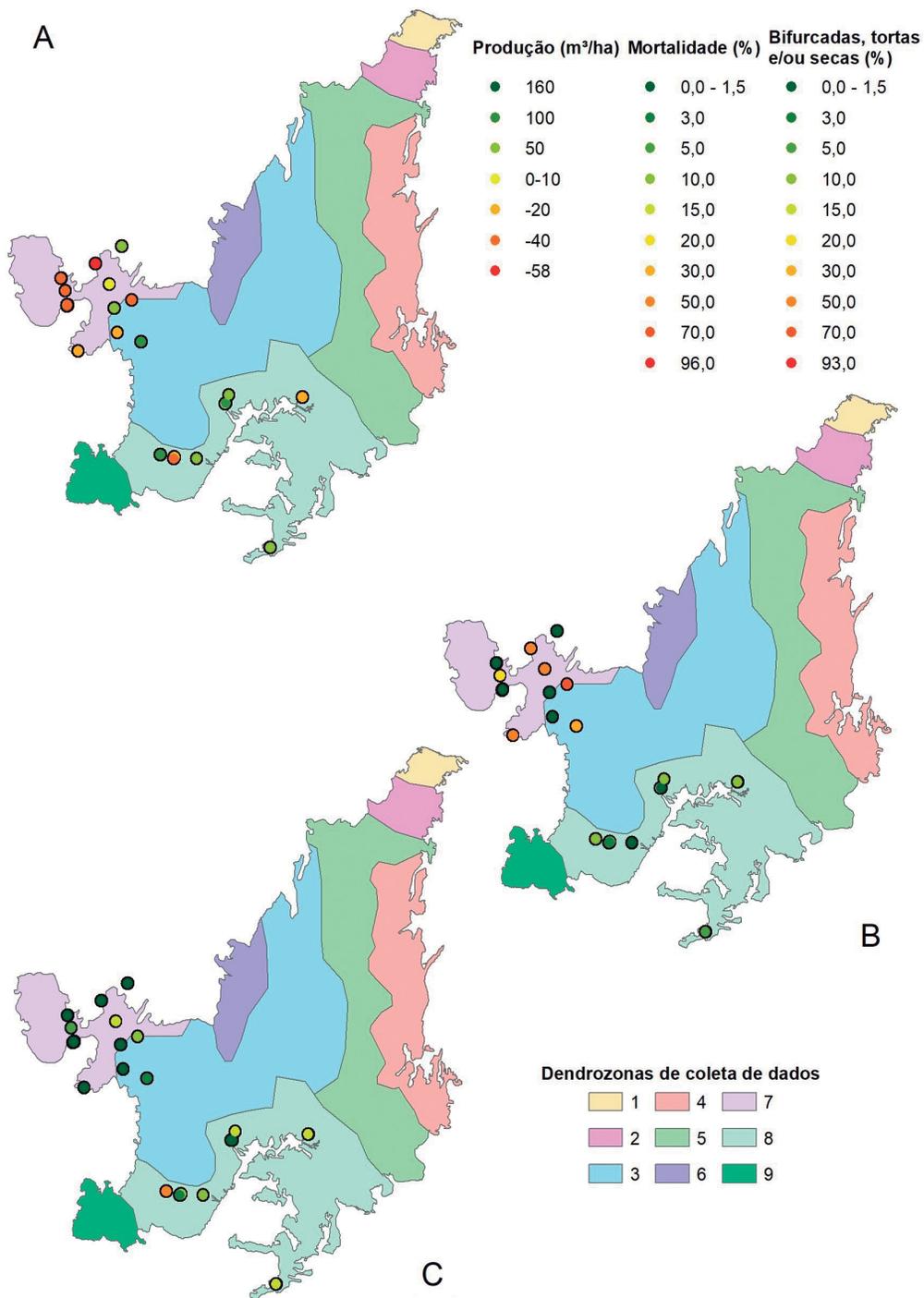


Figura 7 | Informações sobre o clone IPB1, com base na amostragem realizada em campo, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil: variação da produção madeireira em relação à média das parcelas amostradas com esse clone (A); percentual de mortalidade das plantas (B); percentual de plantas bifurcadas, tortas e ou secas (C), com destaque ao fundo para as dendrozonas de coleta de dados.

1.2.6 *Corymbia citriodora*

O material seminal de Eucalipto mais amostrado em campo foi de *Corymbia citriodora* Hill & Johnson. Apesar de ser um material genético bastante procurado por produtores rurais, esta espécie não está registrada no RNC do MAPA, assim como algumas das outras espécies alvos do Projeto Siflor Cerrado. As mudas utilizadas na maior parte das áreas amostradas com a espécie foram produzidas com sementes geneticamente melhoradas. Entre os produtores rurais entrevistados, havia um grande grupo que tinha como objetivo a produção de folhas para extração de óleo essencial.

As áreas cultivadas com *C. citriodora* representaram 4,68% (Tabela 1) das plantações amostradas com Eucalipto em campo. Foram encontradas áreas cultivadas com a espécie nas dendrozonas de coleta de dados 3, 5, 7 e 8 (Figura 8). A amplitude relacionada às áreas de cultivo com a espécie é maior quando comparada com alguns dos clones de eucalipto mais amostrados em campo. Pode-se considerar que a grande pro-

porção de áreas cultivadas com esta espécie nos locais amostrados deve-se à adaptação desta aos diferentes locais de cultivos, em função da maior variabilidade genética do material, seminal.

Plantações com a espécie foram encontradas em propriedades rurais localizadas em quatro estados do Brasil (GO, MG, MT e TO). De forma geral, a espécie apresentou uma significativa variação da produtividade madeireira entre as áreas amostradas (Figura 8A). Este fato está diretamente relacionado com a finalidade do cultivo, pois a produtividade é menor nas áreas manejadas para extração de óleo essencial das folhas, quando comparadas às áreas manejadas para produção de madeira destinada à serraria ou outras finalidades. Isso porque a coleta periódica da biomassa foliar afeta diretamente a taxa fotossintética e conseqüentemente a conversão de energia em madeira. Verificou-se, em campo, que o sistema de manejo também afetou a taxa de mortalidade das plantas (Figura 8B), assim como a taxa de plantas bifurcadas, tortas e ou secas (Figura 8C).

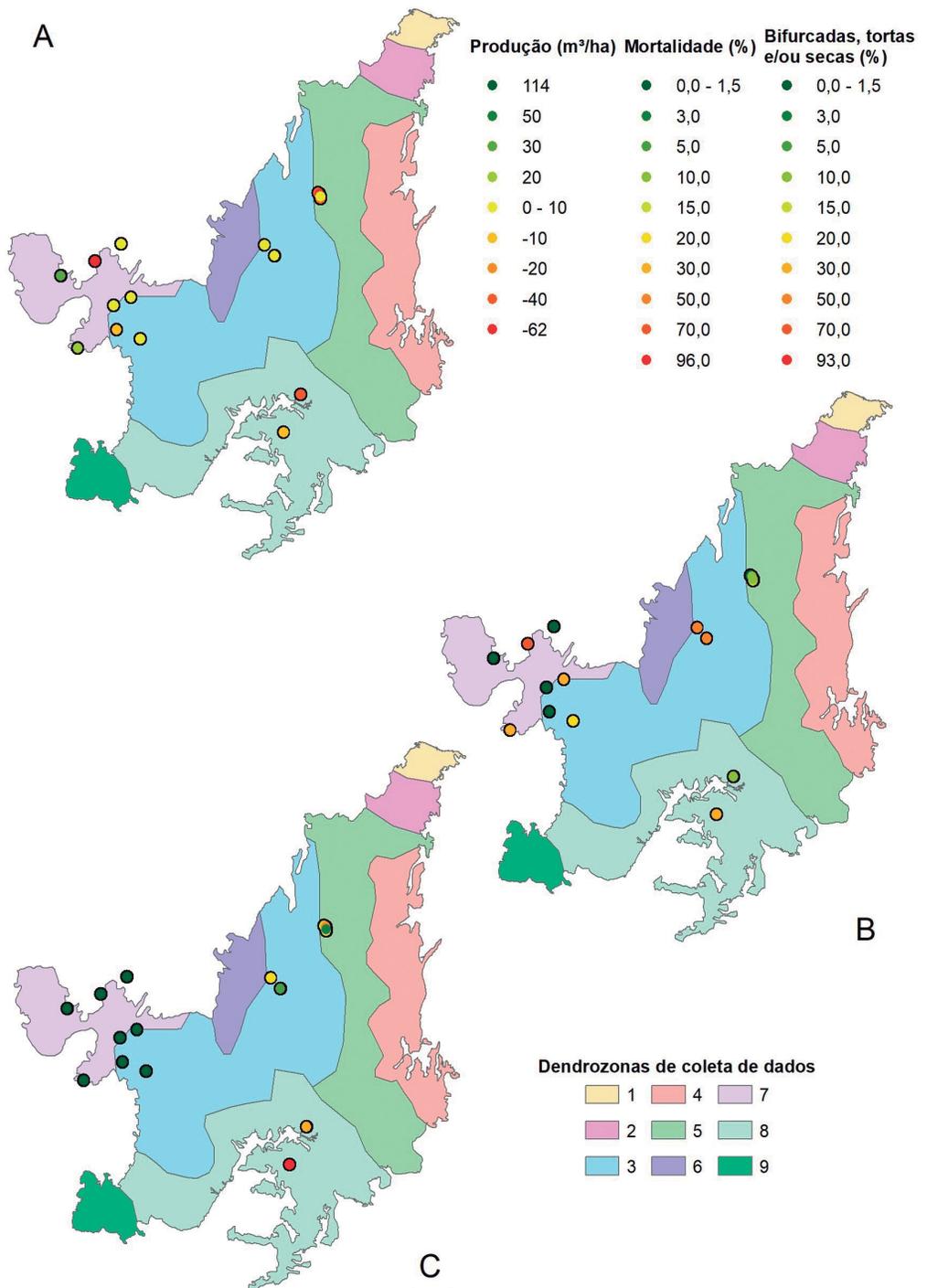


Figura 8 | Informações sobre o *Corymbia citriodora*, com base na amostragem realizada em campo, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil: variação da produção madeireira em relação à média das parcelas amostradas com a espécie (A); percentual de mortalidade das plantas (B); percentual de plantas bifurcadas, tortas e ou secas (C), com destaque ao fundo para as dendrozonas de coleta de dados.

1.2.7 Classificação de Aptidão - Eucalipto

A classificação dos clones/espécie em diferentes níveis de aptidão de cultivo tem por objetivo verificar, de forma geral, os níveis de risco do cultivo desses clones/espécie, nas áreas avaliadas.

Para essa classificação (Tabela 2), considerou-se: a) a síntese das informações apresentadas neste diagnóstico, referentes aos cinco clones com o maior percentual das parcelas amostradas nas plantações de Eucalipto, localizados entre as dendrozonas de coleta de dados no Bioma Cerrado no Brasil; b) a espécie que representou o material seminal mais amostrado de Eucalipto; c) as demais informações coletadas durante as prospecções de campo; d) a experiência dos membros do Projeto Siflor Cerrado e dos profissionais que colaboraram durante a execução do projeto.

AEC 144 é o clone com maior percentual de áreas amostradas classificado na classe Apto Superior, 65,71%, o que demonstra seu bom desempenho em boa parte das áreas cultivadas. Porém, quando se considera um clone como “plástico” deve-se tomar cautela quanto ao levantamento de informações que subsidiarão a decisão que levará à escolha do(s) clone(s) a ser(em) cultivado(s) na propriedade. Por exemplo, na Tabela 2 pode ser verificado que em 8,57% das situações avaliadas, o mesmo foi classificado como “Inapto ou seja, inadequado para cultivo no local”. Foi observado, também, que em 8,57% das situações foi classificado como “Apto com Ressalvas”, pois mesmo sendo observada uma boa produtividade, as características qualitativas das árvores indicavam que essas foram negativamente afetadas por estresses bióticos e ou abióticos, necessitando de boas e adequadas práticas

Tabela 2 | Classificação em nível de aptidão para cultivo comercial, de espécie/ clones de Eucaliptos com o maior percentual das parcelas amostradas nas plantações de Eucalipto, localizadas na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

ESPÉCIE/CLONES	INAPTO	APTO COM RESSALVAS	APTO	APTO SUPERIOR
AEC 144	8,57%	8,57%	17,14%	65,71%
AEC 1528	85,71%	NC	NC	14,29%
AEC 224	20,83%	12,50%	16,67%	50,00%
GG100	28,00%	12,00%	24,00%	36,00%
IPB1	13,64%	NC	50,00%	36,36%
<i>Corymbia citriodora</i>	8,33%	25%	66,67%	NC

Legenda: NC: o clone não foi classificado nesse nível de aptidão, nas áreas amostradas na região de abrangência do Bioma Cerrado do Brasil.

de manejo para que o cultivo não fosse comprometido.

Entre as informações apresentadas na Tabela 2, as que mais chamam à atenção, são as relacionadas ao clone AEC 1528 pois, nos locais onde essas plantações foram amostradas, o clone foi classificado somente nas classes extremas: “Apto Superior” em 14,29% dos casos e “Inapto” em 85,71%. A inadaptação do clone às áreas de cultivo foi determinada na maior parte dos casos, pela grande ocorrência de “pau preto” nas árvores. Esses resultados indicam que o AEC 1528 é realmente um clone “específico”, pois o mesmo apresenta alto desempenho na região onde foi selecionado e em áreas com características edafoclimáticas semelhantes.

As áreas cultivadas com os clones AEC 1528, GG100 e IPB1 foram as de menor abrangência (Figuras 4, 6 e 7), ou seja, áreas mais próximas geograficamente e, em alguns casos, mais similares do ponto de vista de clima e solo, quando comparadas às áreas cultivadas com os clones AEC 144 e AEC 224 (Figuras 3 e 5). Mesmo com uma menor abrangência, para os três clones citados, o percentual de áreas onde esses foram classificados como “Inapto” ao cultivo foi, no mínimo, superior a 10% (Tabela 2).

Quatro dos cinco clones (AEC 144 = 82,85%; AEC 224 = 66,67%; GG100 = 60%; IPB1 = 86,36%) e o material seminal de *Corymbia citriodora* (66,67%), foram considerados “Apto” e “Apto Superior”, ou seja, apresentaram boa aptidão para cultivo, em uma significativa porção das áreas avaliadas, Isso indica, inicialmente, menor risco para o cultivo desses clones/ espécie em diferentes condições edafoclimáticas, na região de abrangência do

Bioma Cerrado. Porém, quando se analisa o risco do cultivo em áreas extensas contíguas com o mesmo clone, e/ou com um pequeno número de clones, esse risco é sem dúvida maior. E essa é uma situação encontrada frequentemente nas áreas de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil. Cultivo de grandes extensões de áreas com um pequeno número de clones, uma minoria ocupando a maior parte da área cultivada e com o agravante de que esses tenham sido selecionados em condições diferentes do que as condições extremas de clima nas quais estão sendo cultivados.

Esses clones que se apresentam com a maior proporção de parcelas amostradas nas diferentes dendrozonas de coletas de dados do Projeto Siflor Cerrado foram registrados no Registro Nacional de Cultivares do MAPA, para serem comercializados em: AEC 144 – 03/09/2007; AEC 1528 – 06/07/2010; AEC 224 – 03/09/2007; GG100 – 22/12/2006; e IPB1 – 20/05/2003 (BRASIL, 2020). Se considerarmos o ciclo curto de rotação (7 anos) para plantações de eucalipto no Brasil, verifica-se que com a exceção do clone AEC 1528, os demais clones estão seguindo para a terceira rotação sucessiva de cultivo.

A maioria dos produtores, que responderam o questionário, escolheu o clone a ser plantado com base em informações de outros produtores, viveiristas ou responsável técnico. No entanto, poucos desses produtores se preocuparam com o tempo em que o clone está no mercado, com a grande extensão de área cultivada com poucos clones de eucalipto na região e, às condições específicas de clima que as plantações referências haviam se desenvolvido.

Segundo Xavier et al. (2009), os clones disponíveis no mercado podem estar nas diferentes etapas do processo de seleção, podendo ser desde árvores superiores selecionadas fenotipicamente em fase de resgate, até clones selecionados em testes clonais estabelecidos em vários ambientes. De modo geral, quanto maior o conhecimento sobre o clone disponível para a comercialização, maior será a probabilidade de sucesso com o cultivo do mesmo, considerando a afinidade e as peculiaridades do local de cultivo.

Alguns estudos indicam que, o desenvolvimento de clones híbridos com as espécies *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus brasiliensis* e, em nível levemente inferior *Eucalyptus pellita* e *Eucalyptus resinifera*, podem aumentar a resistência e consequentemente a capacidade adaptativa de clones de eucalipto às condições secas (FONSECA et al., 2010). Os mesmos autores destacam a importância de se estabelecer programas de melhoramento genético que sejam consolidados com base em: 1) produtividade, que deve ser expressa prioritariamente em função do produto final a que se destina a madeira; 2) qualidade, às propriedades da madeira ou à qualidade intrínseca da massa produzida que impacta o processo industrial ou o produto final; e 3) diversidade genética, manutenção de um nível de diversidade genética adequado que proporcione estabilidade e/ou segurança às florestas plantadas (FONSECA et al., 2010).

O desenvolvimento de programas de melhoramento genético de eucalipto no Brasil, tradicionalmente, é realizado por empresas florestais ligadas às indústrias de papel e celulose; indústrias de painéis

de madeira e pisos laminados; e siderurgia e carvão vegetal, cujas áreas plantadas representam 54% do total de áreas com florestas plantadas no país (IBÁ, 2019). Estima-se que, os restantes 46% de plantações florestais sejam de produtores independentes (29%), de investidores financeiros (10%); destinados a produtos sólidos de madeira (4%) e 3% não foram identificados pela pesquisa (IBÁ, 2019).

Além de ter sua própria equipe de pesquisa e desenvolvimento, a maioria das empresas que integram o primeiro grupo de produtores, está organizada em associações e participam de projetos de melhoramento genético desenvolvidos por instituições de pesquisas e universidades, visando o desenvolvimento de materiais genéticos superiores para as respectivas finalidades de uso e condições edafoclimáticas. No entanto, os integrantes do segundo grupo de produtores, cujas plantações correspondem a 46% das áreas cultivadas com florestas plantadas no país, compram sementes ou clones disponíveis no mercado.

Para que a expansão das plantações florestais seja realizada com menor risco, nas áreas de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, os governos federal e estaduais, deveriam adotar políticas que incentivem, ainda mais, as empresas de pesquisa e extensão, públicas e privadas, a investirem no desenvolvimento de novos materiais genéticos seminais e/ou clonais. Estes novos germoplasmas devem ser amplamente testados nas diferentes condições edafoclimáticas encontradas nas regiões de abrangência do Bioma Cerrado.

Quando se trata das áreas de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, essa situação é ainda pior, pois por se

tratarem de forma geral, de áreas de expansão do cultivo de eucalipto, ainda não existem clones selecionados especificamente para a maior parte dessa região, que estejam em domínio público ou disponíveis para produtores independentes. Assim, para os pequenos e médios produtores rurais, que não conhecem detalhadamente as características edafoclimáticas do ambiente de plantio, é recomendável plantar clones mais “plásticos”.

1.3 Pinus (*Pinus*)

A maior parte das plantações de Pinus no Brasil se encontram fora da região de abrangência do Bioma Cerrado, conforme mencionado anteriormente. Reflexo disso, as espécies de Pinus foram amostradas em apenas uma das nove dendrozonas de coleta de dados,

sendo essa a “dendrozona” 8. Todos os cultivos amostrados, foram estabelecidos em monocultivos e com mudas originadas de propágulos geneticamente melhorados, com foco de produção em diversas finalidades de uso, tendo entre as principais a madeira em tora e a goma-resina.

Entre as quatro espécies/híbridos de Pinus amostradas, apenas o híbrido *Pinus caribaea* var. *hondurensis* x *Pinus elliottii* é registrado no RNC, com número de registro 16656, dessas quatro espécies/híbridos, duas correspondem a um percentual maior que 70% das parcelas de Pinus amostradas em campo, com destaque para o *Pinus elliotti* (53,5%). Ao avaliar o percentual de parcelas amostradas com cada uma das espécies/híbridos, deve ser considerado que o maior percentual de parcelas representa uma maior área de cultivo com as espécies/híbridos na região (Tabela 3).

Tabela 3 | Percentual de parcelas por espécie/híbridos do gênero Pinus amostradas nas plantações de Pinus, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

ESPÉCIES	* DESCRIÇÃO DO MATERIAL GENÉTICO	Nº. DE PARCELAS (%)
<i>Pinus elliottii</i>	<i>Pinus elliottii</i> Engelm var. <i>elliottii</i>	53,5
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> x <i>Pinus elliottii</i> – HE	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> x <i>Pinus elliottii</i> - HE	19,7
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> x <i>Pinus tecunumanii</i> - HT	SR	14,1
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>hondurensis</i> (Sénéclauze) W. H. G. Barrett & Golfari	12,7
Total		100

Legenda: * = Informações baseadas nas informações descritas no Registro Nacional de Cultivares RNC do MAPA; SR = sem registro no RNC/MAPA.

O híbrido *Pinus caribaea* var. *hondurensis* x *Pinus elliottii* foi registrado no RNC (RNC 16656) em 01/10/2003, pela empresa Fazenda Pedra Maria, os mantenedores são Henrique Fernandes e Ricardo Dias Fernandes (BRASIL, 2020). Esse híbrido foi amostrado no estado de São Paulo, assim como o híbrido *Pinus caribaea* var. *hondurensis* x *Pinus tecunumanii* – HT e a espécie *Pinus elliottii*, já a espécie *Pinus caribaea* var. *hondurensis* foi amostrada no estado de Minas Gerais. Todos os materiais genéticos do Gênero *Pinus* amostrados no estado de São Paulo tinham como foco principal a produção de goma-resina e a espécie amostrada no estado de Minas Gerais a produção de madeira destinada para serraria.

Produtores rurais relataram durante as entrevistas que os dois híbridos com espécies do gênero *Pinus*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis* x *Pinus elliottii* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* x *Pinus tecunumanii* – HT, estavam deixando de ser plantados na região onde foram amostrados pela equipe do Projeto Siflor Cerrado,

por esses apresentarem baixo rendimento na produção de goma-resina.

Ainda que o foco da produção dos cultivos de *Pinus* amostrados no estado de São Paulo seja a produção de goma-resina, após o ciclo de extração deste produto não madeireiro, as árvores são cortadas e a madeira é destinada para serraria. Por esta razão e pelos cultivos localizados no estado de Minas Gerais terem como foco a produção de madeira em ciclo longo, a idade de corte estabelecida para a predição da produção madeireira, das espécies e híbridos de *Pinus* foi de 20 anos.

Na Figura 9 (A) é apresentada a variação da produção madeireira em relação à média das parcelas amostradas com as espécies/híbridos do gênero *Pinus*, onde pode ser observada uma significativa variação da produção madeireira entre as áreas amostradas. Quando analisamos o percentual de mortalidade das plantas (Figura 9B) e o percentual de plantas bifurcadas, tortas e ou secas (Figura 9C), a variação desses percentuais entre as áreas avaliadas não é tão grande.

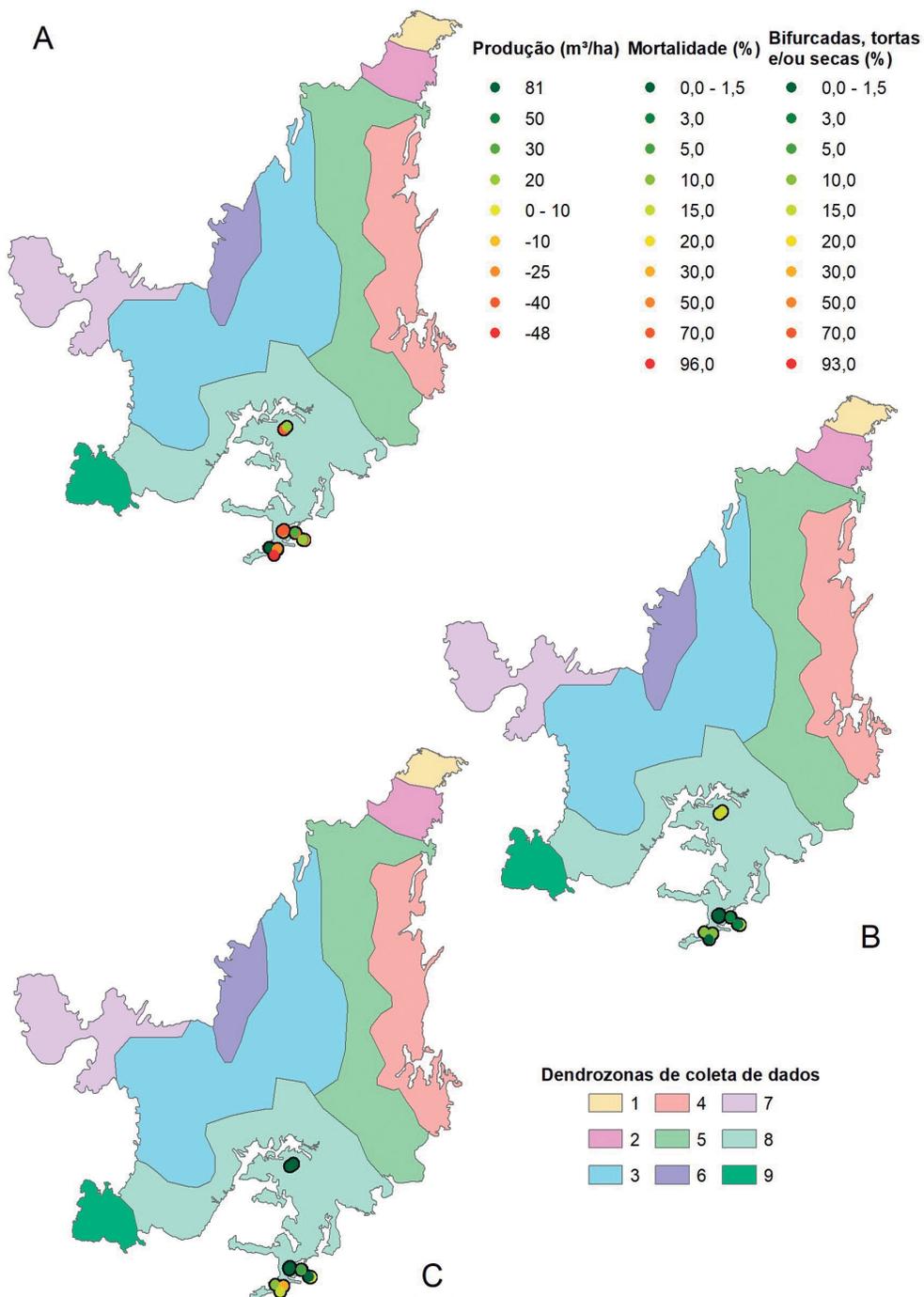


Figura 9 | Informações sobre as espécies/híbridos do gênero *Pinus*, com base na amostragem realizada em campo, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil: variação da produção madeireira em relação à média das parcelas amostradas com as espécies deste gênero (A); percentual de mortalidade das plantas (B); percentual de plantas bifurcadas, tortas e ou secas (C), com destaque ao fundo para as dendrozonas de coleta de dados.

1.3.1 Classificação de Aptidão - Pinus

Conforme descrito anteriormente a classificação de aptidão levou em consideração variáveis quantitativas, relacionadas ao crescimento das plantas, e variáveis qualitativas relacionadas a possíveis danos causados por fatores bióticos e ou abióticos. Desta forma, não foi considerado a produtividade dos sistemas de cultivo para fins não madeireiros, como é o caso da goma-resina.

Na Tabela 4 são apresentadas as classificações em nível de aptidão para cultivo comercial por espécie/híbrido do gênero *Pinus*, amostradas na região de

abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

Com base nos critérios estabelecidos para a classificação em nível de aptidão, todas as espécies/híbridos de *Pinus* foram classificadas como Apto (100%) para cultivo nas condições edafoclimáticas em que foram avaliadas. Porém, é importante fazer uma ressalva quanto a aptidão da espécie *P. elliotti*, que segundo as informações avaliadas em campo e as condições de solo e clima da região, foi verificado que esta classificação é bastante restrita para o local de amostragem, isto significa que esta classificação não se aplica a áreas em latitudes acima do Trópico de Capricórnio.

Tabela 4 | Classificação em nível de aptidão para cultivo comercial, de espécie/híbrido do gênero *Pinus* amostradas nas plantações de *Pinus*, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

ESPÉCIES	INAPTO	APTO COM RESSALVAS	APT0	APT0 SUPERIOR
<i>Pinus elliottii</i>	NC	NC	100%	NC
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> x <i>Pinus elliottii</i> - HE	NC	NC	100%	NC
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> x <i>Pinus tecunumanii</i> - HT	NC	NC	100%	NC
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	NC	NC	100%	NC

Legenda: NC: a espécie não foi classificada nesse nível de aptidão, nas áreas amostradas na região de abrangência do Bioma Cerrado do Brasil.

1.4 Cedro australiano (*Toona ciliata*)

O Cedro australiano é uma espécie que tem ganhado muito espaço nas propriedades rurais e conseqüentemente no setor florestal. Uma das características que pode ser verificada na cadeia de cultivo do Cedro australiano é a organização dos produtores rurais, com a cadeia de mercado a que a madeira se destina e o desenvolvimento de programas de seleção de materiais genéticos adaptados às regiões onde os cultivos estão sendo estabelecidos. Alguns dos resultados desta organização são: a seleção de clones superiores; realização de testes nas áreas de interesse para cultivo; registro desses clones no RNC; e a obtenção de direitos de proteção sob algumas cultivares desenvolvidas (clones).

O material seminal de Cedro australiano não está registrado no RNC do MAPA, já os cinco clones amostrados em campo, da espécie, têm registro no RNC e estão protegidos. Todos os clones amostrados têm como mantenedor a empresa Bela Vista Gestão Florestal Ltda - ME e foram registrados no RNC do MAPA em 11/11/2013 seguindo os

números de registro e de proteção de cultivar: clone BV 1110 RNC 31617 e registro de proteção da cultivar 20180137; clone BV 1321 RNC 31613 e registro de proteção da cultivar 20180142; clone BV 1120 RNC 31618 e registro de proteção da cultivar 20180138; clone BV 1121 RNC 31616 e registro de proteção da cultivar 20180139; e clone BV 1210 RNC 31614 e registro da proteção da cultivar 20180141 (BRASIL, 2020).

Nas prospecções de campo, realizadas pela equipe do Projeto Siflor Cerrado foram amostradas áreas implantadas com material seminal, assim como com materiais clonais. Chama a atenção a proporção das áreas que foram amostradas com clones de Cedro australiano, em relação ao material seminal, assim como o bom desempenho desses clones em campo. Os dois clones que tiveram a maior proporção de áreas amostradas foram BV 1110 e BV 1321, cada um deles com 29,4% das parcelas amostradas, seguido do clone BV 1120 com 23,5% das parcelas amostradas, enquanto os clones BV 1121, BV 1210 e o material seminal da espécie foram representados com 5,9% das parcelas amostradas, cada um (Tabela 5).

Tabela 5 | Percentual de parcelas por espécie/clones de Cedro australiano amostradas em plantações da espécie, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

ESPÉCIES	* DESCRIÇÃO DO MATERIAL GENÉTICO	Nº. DE PARCELAS (%)
BV1110	<i>Toona ciliata</i> M. Roem. var. <i>australis</i>	29,4
BV1321	<i>Toona ciliata</i> M. Roem. var. <i>australis</i>	29,4
BV1120	<i>Toona ciliata</i> M. Roem. var. <i>australis</i>	23,5
BV 1121	<i>Toona ciliata</i> M. Roem. var. <i>australis</i>	5,9
BV1210	<i>Toona ciliata</i> M. Roem. var. <i>australis</i>	5,9
<i>Toona ciliata</i>	<i>Toona ciliata</i> M. Roem. var. <i>australis</i>	5,9
		100

Legenda: * = Informações baseadas nas informações descritas no Registro Nacional de Cultivares RNC do MAPA

Apesar da equipe do Projeto Siflor Cerrado ter encontrado cultivos de Cedro australiano em propriedades rurais localizadas em diferentes dendrozonas de coleta de dados, somente na “dendrozona” 8 as plantações tinham idades superior a 3 anos, o que indica que há expansão de cultivos com a espécie/clones em áreas com características edafoclimáticas diferentes das áreas amostradas. Porém, com base nos critérios estabelecidos para amostragem, as prospecções de campo, foram realizadas nas áreas com idade superior a três anos, localizadas na dendrozona de coleta de dados 8 (Figura 10), todas no estado de Minas Gerais. Nessas áreas o sistema de cultivo adotado em 100% das propriedades avaliadas era o monocultivo, tendo como principal finalidade de

uso, a madeira destinada para serraria. Com base no desenvolvimento da cultura e ciclo de corte, foi estabelecida a idade de corte de 12 anos para a produção da madeira.

Em relação à produção média observada para a espécie/clones nas áreas amostradas, verifica-se que a maior variação da produção madeireira estimada foi positiva, o que significa que na maior parte das áreas a produção ficou próximo à média ou acima desta (Figura 10A). Outro ponto positivo verificado nas áreas de cultivo com espécie/clones de Cedro australiano foram os baixos percentuais de plantas mortas (Figura 10B), bifurcadas, tortas e ou secas (Figura 10C), o que reflete a boa adaptação aos locais onde foram amostradas.

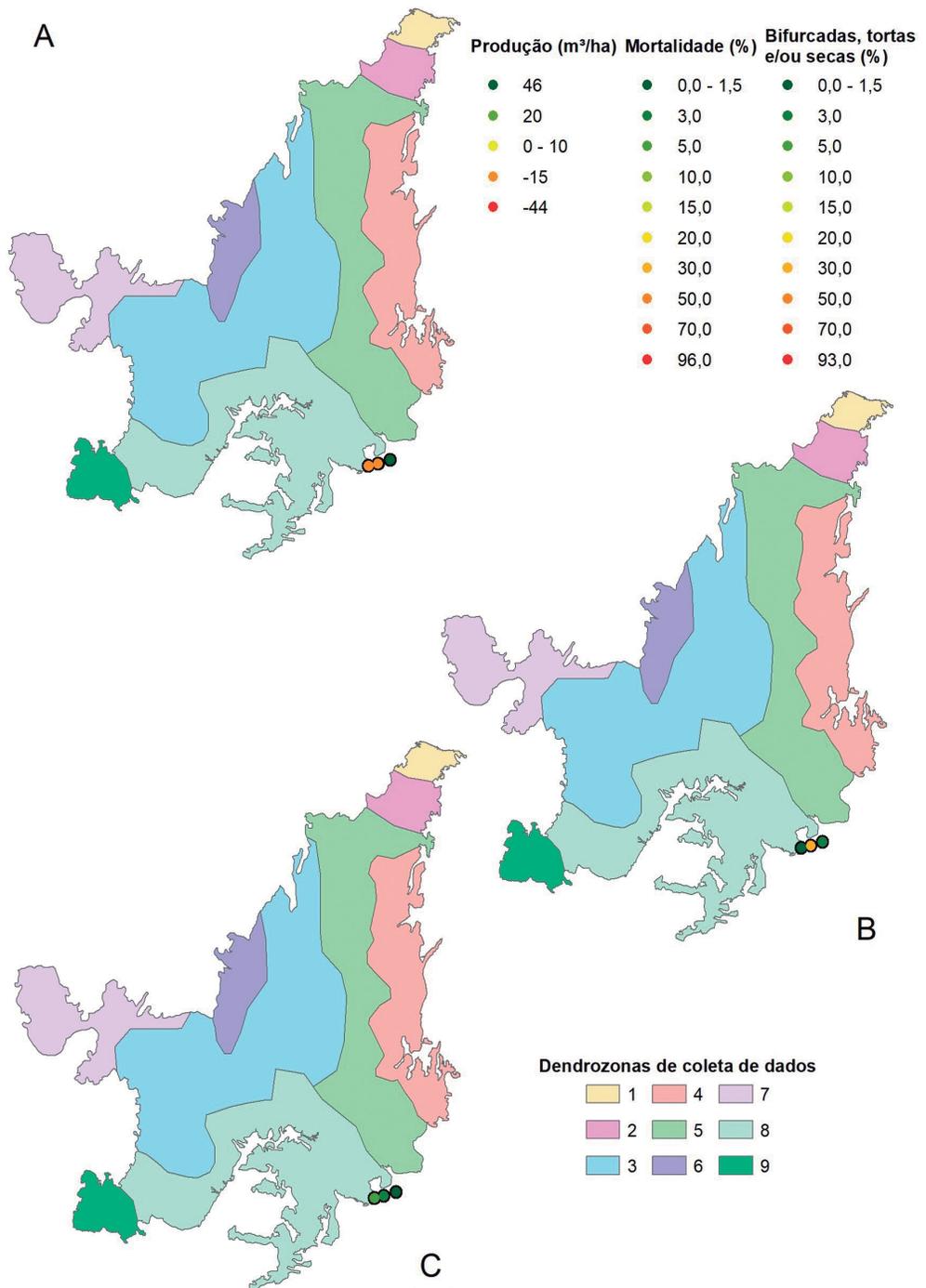


Figura 10 | Informações sobre espécie/clones de *Toona ciliata*, com base na amostragem realizada em campo, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil: variação da produção madeireira em relação à média das parcelas amostradas com a espécie/clones (A); percentual de mortalidade das plantas (B); percentual de plantas bifurcadas, tortas e ou secas (C), com destaque ao fundo para as dendrozonas de coleta de dados.

1.4.1 Classificação de Aptidão – Cedro australiano

Com base nas informações apresentadas e nos critérios estabelecidos para a classificação em nível de aptidão, todas espécie/clones de Cedro australiano foram classificados como Apto (100%) para cultivo nas condições edafoclimáticas em que foram avaliadas (Tabela 6).

Importante destacar que os clones avaliados foram selecionados nas mesmas condições edafoclimáticas que a das áreas amostradas e nessas a produção madeireira, assim como a uniformidade entre as plantas foram superiores à do material seminal amostrado, o que não significa que, esses terão desempenho semelhante em todas as demais áreas de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

Tabela 6 | Classificação em nível de aptidão para cultivo comercial, de espécie/clones de Cedro australiano amostradas em plantações da espécie, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

ESPÉCIE/CLONES	INAPTO	APTO COM RESSALVAS	APTO	APTO SUPERIOR
BV1110	NC	NC	100%	NC
BV1321	NC	NC	100%	NC
BV1120	NC	NC	100%	NC
BV 1121	NC	NC	100%	NC
BV1210	NC	NC	100%	NC
<i>Toona ciliata</i>	NC	NC	100%	NC

Legenda: NC: a espécie não foi classificada nesse nível de aptidão, nas áreas amostradas na região de abrangência do Bioma Cerrado do Brasil.

1.5 Mogno africano (*Khaya* spp.)

Mogno africano é a denominação comumente dada para algumas espécies do gênero *Khaya*, algumas dessas espécies como a *Khaya ivorensis* (provável *Khaya grandifoliola*) e a *Khaya senegalensis* tem ganhado muito espaço nas propriedades rurais na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil. Quando comparado ao Cedro australiano, a extensão do cultivo com as espécies de Mogno africano é ainda maior, assim como a idade é superior e há maior variação na adoção de diferentes sistemas de cultivo, como o monocultivo e as variações da Integração Lavoura Pecuária e Floresta – iLPF. É claro na visão dos produtores rurais que atualmente investem no cultivo das espécies de Mogno africano que o investimento, ou seja, o ciclo de cultivo, é de longo prazo, por essa e outras razões se observa uma grande articulação entre esses produtores, para que haja, além da correta implantação e manejo dos sistemas de cultivo, o estabelecimento e adaptações ao mercado de madeira considerado de maior valor agregado, o de serraria, mas sem deixar de explorar os usos de toras de madeiras extraídas nas primeiras operações de desbastes, que são destinadas para outras finalidades de uso.

Ao longo da prospecção de campo foi verificado, junto aos produtores rurais, que uma grande parte das mudas utilizadas nos sistemas de cultivo eram seminais e uma menor parcela

das mudas eram clonais, porém no processo de multiplicação vegetativa das mudas clonais não havia controle adequado da identidade genética do material de propagação, havendo alto percentual de misturas de clones, o que leva a uma maior variabilidade genética que é expressa em campo por níveis inferiores de uniformidade das plantas. Assim, para efeito das análises e da classificação em nível de aptidão não foi possível distinguir as áreas cultivadas com mudas seminais das áreas cultivadas com mudas clonais, considerando-se então todas as amostras como oriundas de mudas seminais, por essas representarem a maior parte das parcelas amostradas em campo.

As espécies de Mogno africano amostradas em campo estão registradas como espécie, no RNC do MAPA, ambas sem mantenedores, tendo sido registradas em 20/10/2008 a *Khaya ivorensis* com RNC 24942, em 24/11/2006 a *Khaya senegalensis* com RNC 21419 e em 06/09/2011 a *Khaya anthotheca* com RNC 28715 (BRASIL, 2020).

Entre as espécies de Mogno africano amostradas, a *K. ivorensis* foi a de maior destaque, por ter sido a espécie com maior extensão de área cultivada, o que refletiu no maior percentual de parcelas amostradas em campo, 65,1%, seguida da *K. senegalensis* com 33,3% das parcelas amostradas e com menor área de cultivo, desta forma, menos amostrada a *K. anthotheca* com 1,6% (Tabela 7).

Tabela 7 | Percentual de parcelas por espécie do gênero *Khaya* amostradas nas plantações do gênero, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

ESPÉCIES	* DESCRIÇÃO DO MATERIAL GENÉTICO	Nº. DE PARCELAS (%)
<i>Khaya ivorensis</i>	<i>Khaya ivorensis</i> A. Chev.	65,1
<i>Khaya senegalensis</i>	<i>Khaya senegalensis</i> A. Juss	33,3
<i>Khaya anthotheca</i>	<i>Khaya anthotheca</i> (Welw.) C. DC.	1,6
		100

Legenda: * = Informações baseadas nas informações descritas no Registro Nacional de Cultivares RNC do MAPA; SR = sem registro no RNC/MAPA.

Foram amostradas parcelas com cultivos das espécies de Mogno africano nos sistemas monocultivo (76,2%) e em iLPF (23,8%), localizadas nas dendrozonas de coleta de dados 3, 4, 5, 7 e 8, sendo que 85,7% das parcelas amostradas se localizavam nas dendrozonas de coleta de dados 5, 7 e 8, com 26,8%, 30,9% e 28% das parcelas, respectivamente (Figura 11). A *K. ivorensis* foi a única espécie encontrada em todas as dendrozonas de coleta de dados descritas, com cultivos nos estados de GO, MG e MT, foram amostrados cultivos com *K. senegalensis* nas dendrozonas de coleta de dados 5, 7 e 8, nos estados de MG, MT e TO. A única entre as espécies de Mogno africano amostradas em somente um sistema de cultivo foi a *K.*

anthotheca, que foi amostrada somente no estado do Mato Grosso em sistema iLPF.

Com base no crescimento do Mogno africano no Brasil e previsão de ciclo de corte, foi estabelecida a idade de corte de 20 anos para a previsão da produção madeireira. Vale destacar que não foi encontrado em campo áreas que tivessem atingido idades próximas ao ciclo de corte previsto para as espécies, o que demonstra que, as áreas de cultivos com essas espécies, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, foram implantadas mais recentemente, mas já apresentam uma grande amplitude de ocorrência, se considerarmos a distribuição desses cultivos (Figura 11).

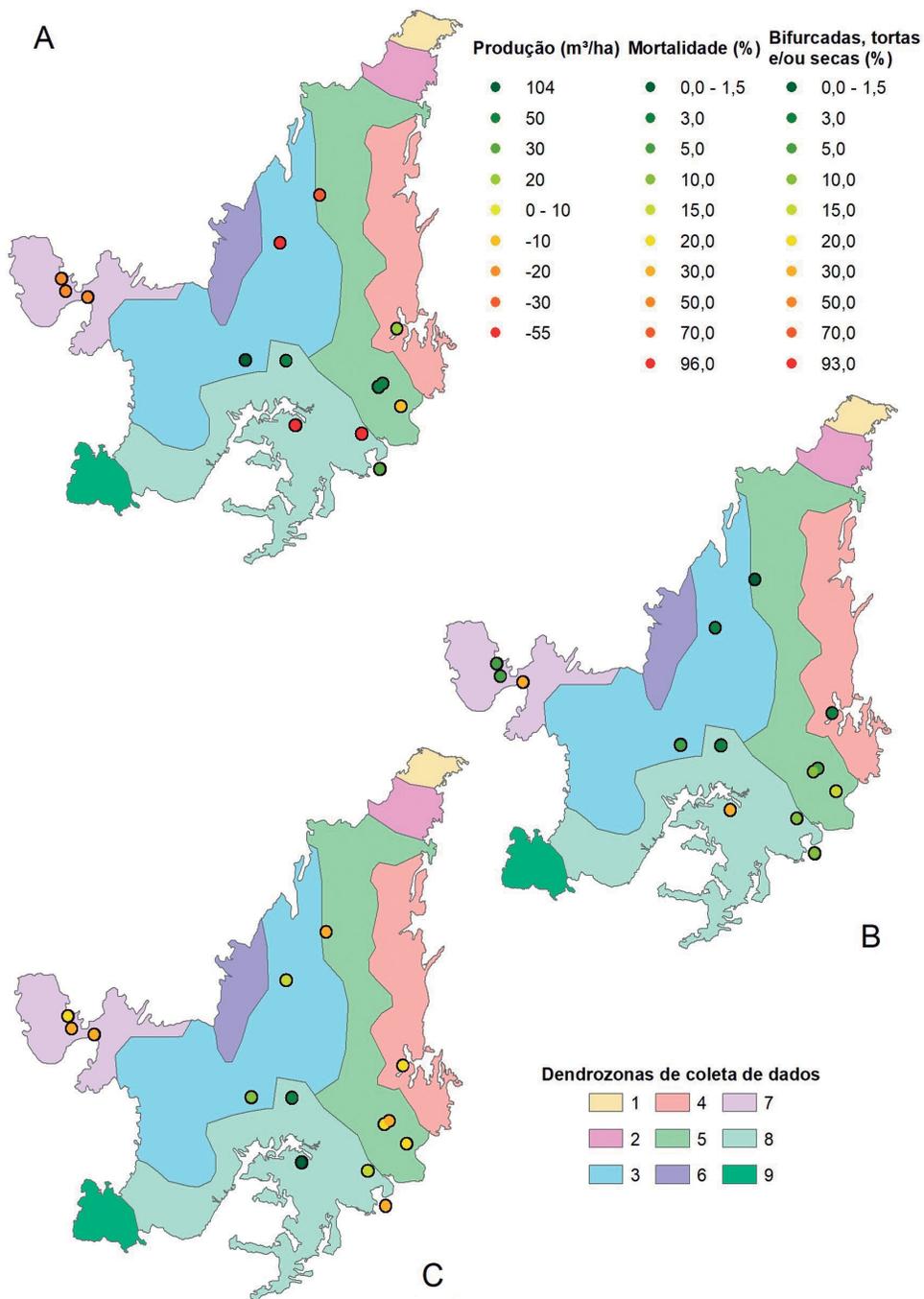


Figura 11 | Informações sobre as espécies de Mogno africano, com base na amostragem realizada em campo, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil: variação da produção madeireira em relação à média das parcelas amostradas com as espécies de Mogno africano (A); percentual de mortalidade das plantas (B); percentual de plantas bifurcadas, tortas e ou secas (C), com destaque ao fundo para as dendrozonas de coleta de dados.

As maiores variações em relação à produção média observada para as espécies nas áreas amostradas, se referem a variações positivas na produção madeireira, em relação à média observada em campo, e está mais relacionada com o desempenho das diferentes espécies (Figura 11A). Verifica-se que o percentual de mortalidade das plantas, no geral, é baixo (Figura 11B). Porém, há uma maior variação entre as áreas amostradas, quando se avalia as variáveis qualitativas relacionadas ao percentual de plantas bifurcadas, tortas e ou secas. Além dessas variáveis refletirem a adaptação das plantas em campo, algumas delas, como bifurcação e tortuosidade, também se relacionam com o aproveitamento da madeira no processamento na serraria (Figura 11C).

Nos povoamentos de Mogno africano já foram identificadas a ocorrência de algumas pragas e doenças, as quais tem controle conhecido, porém isso implica em aumento de custos para os produtores e deve ser considerado no planejamento do sistema de cultivo. A espécie em que há relatos mais frequente de problemas com pragas e doenças é a *K. ivorensis*, e a doença mais comumente reportada, é o cancro do córtex, considerada de fácil controle, mas que pode gerar prejuízos se não controlada.

1.5.1 Classificação de Aptidão – Mogno africano

Conforme descrito, as experiências com o cultivo das espécies de Mogno africano são recentes no país e verifica-se que sua expansão é uma das maiores, quando analisamos as denominadas outras espécies florestais, mais cultivadas. Para que a expansão do cultivo com essas espécies possa ser realizada com menor risco é importante que haja investimento em introdução de materiais genéticos de cada uma das espécies de interesse comercial, para que seja realizado um programa de melhoramento genético que selecione materiais seminais e clonais adaptados para os locais de cultivo e resistentes às pragas e doenças observadas em campo.

A classificação de aptidão das espécies de Mogno africano seguiu os critérios estabelecidos no Projeto Siflor Cerrado. Na Tabela 8 são apresentadas as classificações em nível de aptidão para cultivo comercial, por espécie amostradas na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

As principais razões que levaram à classificação do cultivo da espécie *K. ivorensis* em algumas regiões como Inapto (8,33%) e Apto com Ressalvas (58,33%) foi a detecção em campo da contaminação por doenças e ou presença de

pragas, nos cultivos amostrados. Nos cultivos de *K. senegalensis* não foram observados problemas significativos com pragas e doenças, porém foi verificado um número significativamente maior de plantas bifurcadas e ou tortas, que levou a classificar as áreas de cultivo em 50% Apto com Ressalvas e 50% Apto. Para que haja um menor comprometi-

mento da madeira no processamento, verificou-se que os produtores buscam minimizar essas características com a realização de podas nas plantas. As áreas cultivadas com *K. anthotheca* foram classificadas, em 100% como Apto com Ressalvas, muito em função da pequena representatividade das áreas amostradas (Tabela 8).

Tabela 8 | Classificação em nível de aptidão para cultivo comercial, de espécie de Mogno africano amostradas nas plantações localizadas, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

ESPÉCIE/CLONES	INAPTO	APTO COM RESSALVAS	APTO	APTO SUPERIOR
<i>Khaya ivorensis</i>	8,33%	58,33%	33,33%	NC
<i>Khaya senegalensis</i>	NC	50,00%	50,00%	NC
<i>Khaya anthotheca</i>	NC	100%	0,00%	NC

Legenda: NC: a espécie não foi classificada nesse nível de aptidão, nas áreas amostradas na região de abrangência do Bioma Cerrado do Brasil.

1.6 Teca (*Tectona grandis*)

Segundo dados apresentados no Relatório Anual do IBÁ, com base em levantamentos realizados em 2018, sobre a proporção das áreas cultivadas com espécies florestais, a Teca se destacava no cenário nacional, por ocupar a quinta posição entre as espécies florestais mais cultivadas no Brasil (IBÁ, 2019). Esse destaque se mantém, porém em função das exigências ecofisiológicas da espécie verifica-se uma maior restrição para a expansão de seu cultivo na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, devido às características edafoclimáticas. Essa é uma espécie mais exigente quanto às características de solo, segundo Caceres Florestal (2006) é uma espécie recomendada para cultivo em solos mais férteis, profundos e de textura média. Assim, a maior parte dos cultivos de Teca no Brasil se concentram fora da região de abrangência do Bioma Cerrado.

A madeira de Teca é considerada como uma madeira nobre, em função de suas características físico, mecânica, cor e durabilidade quando utilizada em ambientes externos. A maioria dos produtores rurais independentes, assim como as empresas que produzem madeira de Teca tem como foco o mercado internacional. O ciclo de seu cultivo no Brasil é entre 20 e 25 anos, na maior parte dos Planos de Manejo Florestal, em função do crescimento da espécie, que comparado com outros países trás boas vantagens comerciais. Ainda que as regiões de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil tenham condições edafoclimáticas menos favoráveis ao desenvolvimento da Teca, foram encon-

trados e amostrados em campo cultivos com a espécie em sistema de monocultivo (40%) e iLPF (60%). A amostragem realizada nesses diferentes sistemas de cultivo retrata adequadamente a opção dos produtores independentes que cultivam Teca no estado do Mato Grosso, por exemplo, que vêm aderindo em maior proporção ao sistema iLPF, quando comparado ao sistema monocultivo.

O uso de mudas clonais nos cultivos com a espécie é muito comum em áreas de empresas florestais e vêm crescendo nas áreas de produtores rurais independentes. Porém, nas entrevistas realizadas com os produtores rurais, das propriedades amostradas, os mesmos não souberam informar adequadamente as áreas que havia sido implantadas com mudas seminais e as áreas implantadas com mudas clonais. Desta forma, para fins de análise das variáveis quantitativas e qualitativas coletadas em campo, considerou-se a espécie como um único material genético (seminal), visto que o número de parcelas amostradas com Teca era pequeno, em função da menor área de cultivo desta na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil.

A Teca foi registrada no RNC do MAPA, em 30/10/2000 e os dados de registros podem ser encontrados pelo RNC 06632, o mantenedor do registro é a empresa Pró- Sementes Produção e Comércio de Sementes LTDA (BRASIL, 2020). Em 4/08/2020 foi publicado no Diário Oficial edição 148 - seção 1, os descritores mínimos definidos para que possa ser requerida a proteção de cultivares de Teca. Isso abre novas

possibilidades para o acesso a clones de Teca desenvolvidos por empresas florestais, por parte de produtores rurais, pois com a concessão do Certificado de Proteção da Cultivar os desenvolvedores de cultivares, ou seja, dos clones poderão ser remunerados pelo desenvolvimento das mesmas, por meio da cobrança de valores por mudas multiplicadas pelos viveiros florestais autorizados, pelo obtentor da cultivar, a realizar a produção de mudas da cultivar protegida.

A produtividade madeireira dos cultivos de Teca, implantados com mudas clonais nas áreas que apresentam condições edafoclimáticas semelhantes à do local de seleção do clone tem sido maior, quando comparado aos cultivos implantados com mudas seminais, além do maior nível de uniformidade entre as plantas. Por esta razão, a possibilidade de produtores rurais terem acesso a clones selecionados de Teca pode aumentar o diferencial competitivo destes, no mercado internacional.

Os cultivos amostrados com Teca pela equipe do Projeto Siflor Cerrado, se localizavam nos estados de Goiás e Mato Grosso, em duas dendrozonas de coleta de dados, sendo que a maior parte das áreas se concentraram na dendrozona de coleta de dados 3, com

73,3% das parcelas e dendrozona de coleta de dados 7, com 26,7% das parcelas (Figura 12). Como a maior parte dos produtores de Teca relataram que a idade prevista para o corte seria de 20 anos, esta foi a idade considerada como idade de corte para a predição da produção madeireira.

Nos locais amostrados, que apresentavam adequadas condições edáficas para o cultivo de Teca, a equipe do Projeto Siflor Cerrado verificou que o crescimento das plantas e suas características de forma do fuste, por exemplo, estavam condizentes com a expectativa dos produtores rurais. A variação da produção de madeira em relação à produção média observada para a espécie nas áreas amostradas não foi elevada (Figura 12A), porém verifica-se que entre as regiões de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, em que esses cultivos foram amostrados algumas apresentam maior potencial de produção. Os percentuais de mortalidade das plantas (Figura 12B) e os percentuais de plantas bifurcadas, tortas e ou secas (Figura 12C) observados entre estas áreas amostradas, indicam que a variação da produção madeireira, provavelmente não tenha sido afetada por características climáticas dos locais de cultivo e sim pelas características edáficas.

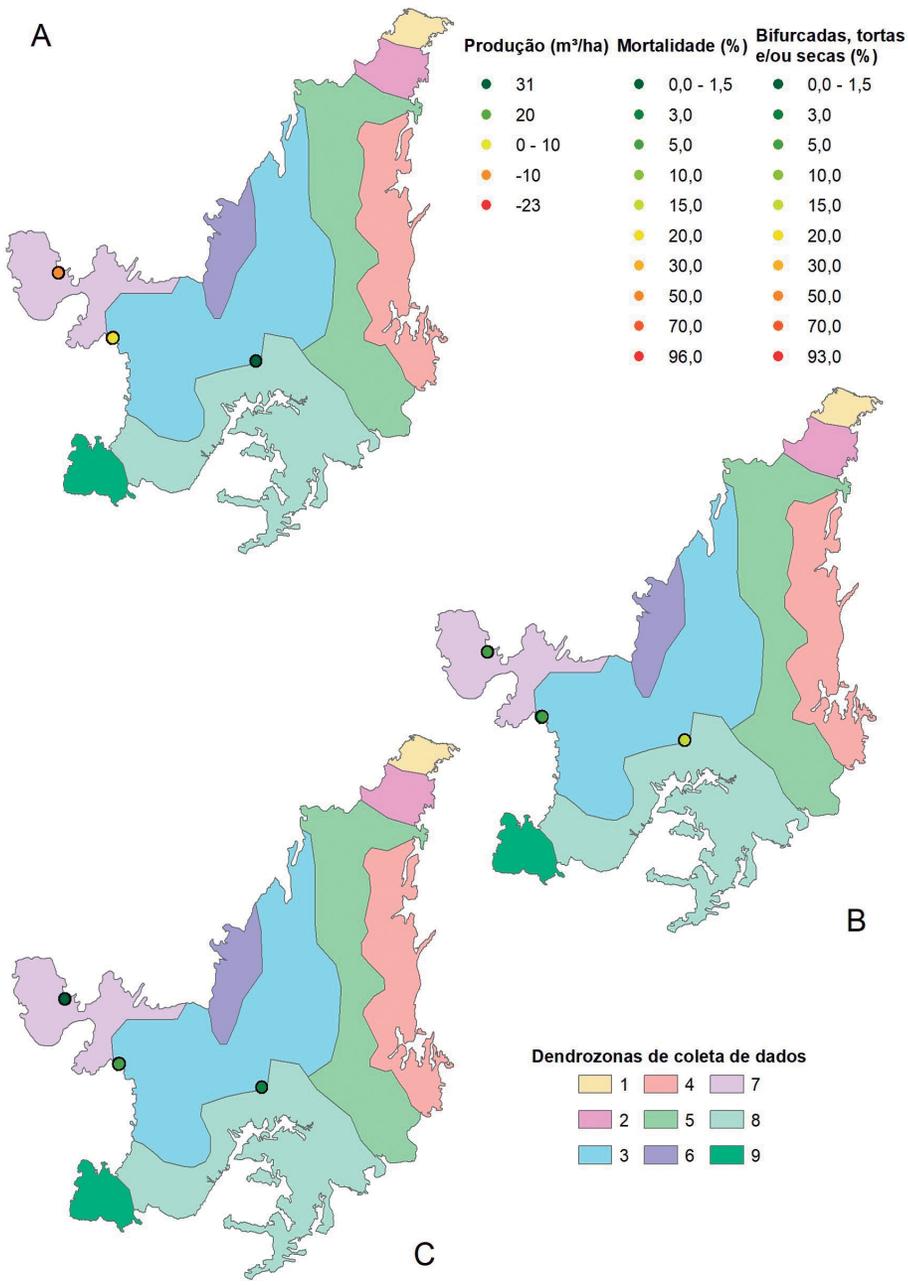


Figura 12 | Informações sobre Teca, com base na amostragem realizada em campo, na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil: variação da produção madeireira em relação à média das parcelas amostradas com a espécie (A); percentual de mortalidade das plantas (B); percentual de plantas bifurcadas, tortas e ou secas (C), com destaque ao fundo para as dendrozonas de coleta de dados.

1.6.1 Classificação de Aptidão – Teca

De acordo com as informações sobre as áreas cultivadas com Teca na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil e com os critérios para classificação de aptidão das espécies florestais para cultivo, a Teca foi classificada como Apto em 80% das áreas avaliadas e como Inapto em 20% das áreas. O resultado desta classificação deixa claro a importância de realizar um adequado levantamento das exigências ecofisiológicas da espécie a ser cultivada, das características edafoclimáticas do local de cultivo, assim como verificar “*in loco*” experiências existentes com o cultivo da espécie/clone que se pretende cultivar.

2. Considerações finais

As espécies e clones das culturas florestais alvo do Projeto Siflor Cerrado apresentam potencial para cultivo em ao menos uma área da região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, porém cabe ao responsável técnico que orienta o produtor rural definir entre elas, quais são as espécies/clones mais adequadas para as condições edafoclimáticas da propriedade rural e para a finalidade de uso da madeira ou produto não madeireiro que se deseja produzir, não deixando de analisar a cadeia de mercado.

É importante que seja definido um adequado Plano de Manejo para as áreas em monocultivo e iLPF implanta-

das na região de abrangência do Bioma Cerrado no Brasil, e que este plano esteja alinhado com a dinâmica de competição que se intensificará entre as plantas, ao longo do crescimento, desta forma, os riscos causados pela restrição hídrica no sistema de cultivo poderá ser minimizado. A adequada execução de um bom Plano de Manejo Florestal resultará no aumento da expressão do potencial da espécie/clone na área cultivada.

3. Ferramenta de auxílio na avaliação de adaptação de espécies/clones

Os resultados completos do Projeto Siflor Cerrado serão disponibilizados gratuitamente em uma ferramenta digital que apresentará de forma interativa as informações sobre clima, solo, ventos, radiação, relevo, vegetação de origem, classificação de adaptação das espécies/clones, informações sobre o registro no RNC e de proteção da cultivar, viveiros florestais cadastrados no MAPA para comercializar mudas de espécies florestais, entre outras informações complementares.

A equipe do Projeto Siflor Cerrado espera, com essa ferramenta, auxiliar as decisões tomadas por responsáveis técnicos, produtores rurais, pesquisadores, estudantes, gestores públicos e demais interessados, sobre a escolha da espécie/clone a ser cultivada, minimizando o risco de empreendimentos com florestas plantadas no Bioma Cerrado do Brasil.

Referências Bibliográficas

APERAM BIONERGIA. **Resumo Público do Plano de Manejo Florestal 2019.**

Disponível em: <<https://aperambioenergia.com.br/wp-content/uploads/2019/04/Resumo-P%C3%BAblico-do-Plano-de-Manejo-%E2%80%93-ano-2019-%E2%80%93-vers%C3%A3o-13a.pdf>>. Acesso em 04 dez 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Cultivares Protegidas.** Brasília, 2017. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protecao-de-cultivar/cultivares-protegidas>>. Acesso em: 23 de jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Cultivares.** Brasília, 2017. Disponível em <http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php>. Acesso em: 10 de mar. 2020.

CACERES FLORESTAL. **Manual do cultivo da Teca.** Publicação de janeiro de 2006. Disponível em: <http://www.caceresflorestal.com.br/Manual_do_cultivo_da_teca-Caceres_Florestal.pdf>. Acesso em 18 dez 2019.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>>. Acesso em 26 abr. 2018.

FONSECA, S. M. da; RESENDE, M. D. V. de; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M.S.; ASSIS, T. F.; GRATTAPAGLIA. **Manual Prático de Melhoramento Genético do Eucalipto.** Viçosa-MG, Editora UFV, 2010, p. 200.

HIJMANS, R.J., CAMERON, S.E., PARRA, J.L., JONES, P.G. JARVIS, A. **WorldClim - Global Climate Data.** 2005. Disponível em: <<http://www.worldclim.org/>>. Acesso em 26 abr. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base Cartográfica Contínua do Brasil.** 2015. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/>. Acesso em 26 abr. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Vegetação do Brasil.** 1992. Disponível em: <<http://www.visualizador.inde.gov.br/>>. Acesso em 26 abr. 2018.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ 2019, referente ao ano base 2018.** Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>. Acesso em: jan. 2019.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M. CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agrônômico; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 1999, 64 p.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. Escolha de cultivares de eucaliptos em função do ambiente e do uso. **EMBRAPA: Circular Técnica.** Colombo/PR, 2013, 11 p.

REIS, C. A. F.; SANTOS, P. E. T.; PALUDZYSZYN FILHO, E. Avaliação de clones de eucalipto em Ponta Porã, Mato Grosso do Sul. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 34, n. 80, 2014. 263-269 p.

SEPLAN - Secretária de Planejamento e Coordenação Geral. Projeto. **Estudos Integrados do Potencial dos Recursos Naturais de MS**. Mapa Potencial Geoambiental. Campo Grande/MS, 1985.

SFB – Serviço Florestal Brasileiro. **Florestas do Brasil em Resumo 2019**. 1. ed Brasília- DF, MAPA, 2019, p.207.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **World Heritage**. Disponível em: <https://whc.unesco.org/en/list/> >. Acesso em 30 maio 2018.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. da. **Silvicultura clonal: Princípios e Técnicas**. Viçosa-MG, Editora UFV, 2009, p. 271.

