

Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues
Jurandyr Luciano Sanches Ross
Georgia Teixeira
Oberdan Rafael Pugoni Lopes Santiago
Camila Franco

EUCALIPTO NO BRASIL

Expansão geográfica e impactos ambientais



Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues
Jurandyr Luciano Sanches Ross
Georgia Teixeira
Oberdan Rafael Pugoni Lopes Santiago
Camila Franco

EUCALIPTO NO BRASIL

Expansão geográfica e impactos ambientais

Uberlândia | MG
2021
Edição Revisada





Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Nelson Marcos Ferreira - CRB-6 / 3074

E86b Eucalipto no Brasil : expansão geográfica e impactos ambientais /
Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues ... [et al.]. -- Uberlândia :
Composer, 2021.
178 p. ; il.

ISBN 978-65-990365-5-2
Inclui bibliografia.
Texto de vários autores.

1. Eucalipto - Cultivo - Brasil. 2. Eucalipto - Doenças e pragas. 3.
Eucalipto - Relação solo. 4. Eucalipto - Madeira. I. Rodrigues,
Gelze Serrat de Souza Campos. II. Ross, Jurandy Luciano Sanches.
III. Teixeira, Georgia. IV. Santiago, Oberdan Rafael Pugoni Lopes. V.
Franco, Camila.

CDU: 633:582.883.4(81)

Todos os direitos reservados. Vedada a produção, distribuição, comercialização ou cessão
sem autorização do autor. Os direitos desta obra não foram cedidos.

Sumário

Apresentação	5
CAPÍTULO 1 - A EXPANSÃO DA EUCALIPTOCULTURA NO BRASIL	10
1. Introdução	10
2. São Paulo – o centro irradiador da eucaliptocultura no Brasil	12
3. Novos territórios do eucalipto – Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo e Mato Grosso do Sul	19
4. A dinâmica espacial da eucaliptocultura no século XXI	32
5. Comentários Finais	41
CAPÍTULO 2 - SISTEMAS AMBIENTAIS NATURAIS E NÚCLEOS DE CONCENTRAÇÃO DE EUCALIPTOS	46
1. Introdução	46
2. Principais Estados no Cultivo de Florestas de Eucalipto	49
3. Florestas Plantadas e os Sistemas Ambientais Naturais	53
4. Considerações finais	63
CAPÍTULO 3 - SILVICULTURA E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS	66
1. Impactos socioambientais de florestas plantadas	66
2. Silvicultura e impactos hidrológicos superficiais e subterrâneos	77
3. Silvicultura e impactos sobre a biodiversidade	89
4. Considerações finais	109

CAPÍTULO 4 - SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E SILVICULTURA	117
1. Introdução	117
2. O setor florestal e a redução de GEEs	120
3. Considerações Finais	128
CAPÍTULO 5 - O EUCALIPTO NO ESTADO DE MINAS GERAIS	132
1. Introdução	132
2. O princípio dos reflorestamentos no território mineiro	134
3. Políticas públicas, ciência florestal e avanços tecnológicos	139
4. A chegada da eucaliptocultura no DF do Vale do Jequitinhonha	143
5. Fim dos incentivos fiscais: reestruturação da silvicultura e sustentabilidade	146
6. O cenário atual da eucaliptocultura em Minas Gerais	152
7. A expansão da silvicultura em Uberlândia e Uberaba	157
8. Considerações Finais	171

Apresentação

Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues

Os recursos florestais sempre se constituíram elemento fundamental para o desenvolvimento das sociedades, devido ao aproveitamento da madeira em si ou de outros produtos não madeireiros, como tinturas, resinas e frutos. Ao iniciar o século XX, a industrialização crescente de São Paulo, o aumento da população e a instalação das ferrovias, exigiram grande quantidade de madeira para fins energéticos, que não podia ser mais atendida pela exígua vegetação nativa existente na região, o que motivou a busca por espécies arbóreas a serem plantadas que conseguissem atender as demandas das atividades econômicas e sociais.

E, assim, em 1903, a Companhia Paulista de Estradas de Ferro (CPEF) contrata Edmundo Navarro para iniciar os primeiros estudos em relação ao plantio de espécies que tivessem rápido crescimento e pudessem servir como recurso energético. Após o plantio das primeiras árvores, Navarro concluiu que o eucalipto além de ter ótima adaptação ao ambiente brasileiro, possuía as características requeridas pela CPEF, iniciando as primeiras experiências de melhoramento genético do eucalipto em solo brasileiro (LEÃO, 2000, p. 159).

Passado um pouco mais de um século, o Brasil se posiciona na segunda década do século XXI, como um dos mais importantes produtores de recursos madeireiros de florestas plantadas, com uma área de plantio de 9.983.095 hectares, compostas por 76% de euca-

lipto, 20% de pinus e 4% de outras espécies, como teca e seringueira (IBGE, 2020), responsáveis pelo fornecimento de matéria-prima para produtos que vão desde fraldas descartáveis até etanol celulósico e carvão vegetal.

As discussões ambientais sobre a expansão das monoculturas florestais, no entanto, são bastante antagônicas. De um lado se postula ser uma atividade econômica de baixo carbono e impactos ambientais pouco significativos e do outro, uma monocultura que provoca danos de grande magnitude principalmente para a biodiversidade, disponibilidade hídrica e manutenção dos pequenos proprietários rurais que desenvolvam outra atividade econômica.

Decorrente dessas perspectivas contraditórias e da envergadura do plantio do eucalipto em termos espaciais e econômicos, optou-se no presente livro tratar-se especificamente de algumas questões que envolvem o seu cultivo: Como ocorreu o processo de expansão territorial e econômica do plantio de eucalipto no Brasil? Como se deu a consolidação da eucaliptocultura em Minas Gerais, fazendo com que esse estado se tornasse o maior produtor de eucalipto em 2019? Há relação entre as condicionantes físicas e a localização das áreas de plantio de eucalipto? O plantio comercial de eucalipto causa impactos socioambientais de grande magnitude? O plantio de eucalipto presta serviços ou desserviços ecossistêmicos?

Questões que refletem o caráter híbrido do tema e cujas respostas demandam o enfoque convergente da Geografia Ambiental (SOUZA, 2018, p. 295). Embora estudos sobre tal temática possam fornecer importantes contribuições para o planejamento territorial, sob o viés ambiental, a produção é escassa. Em 2012, Santos (2012, p. 43) ao fazer o levantamento da produção acadêmica sobre “celulose e papel”, “eucalipto” e “complexo florestal”, verificou que a contri-

buição da geografia se resumia a alguns poucos trabalhos sobre mudanças no uso do solo e na paisagem, e que as raras pesquisas que tratavam de impactos eram voltadas aos aspectos sociais e conflitos entre empresas e comunidades locais (SANTOS, 2012, p. 43).

Nesse sentido, os capítulos que compõem o presente livro buscam responder as indagações anteriores, procurando refletir sobre a sustentabilidade ambiental da eucaliptocultura no Brasil. Processo que exigiu grande esforço multidisciplinar no sentido de incorporar questões de cunho ambiental, econômico, político e social, à luz de conceitos próprios à geografia, principalmente referentes ao território.

No primeiro capítulo, “Dinâmica Territorial da eucaliptocultura no Brasil”, a autora aborda a expansão territorial do eucalipto no Brasil, apresentando uma proposta de periodização da eucaliptocultura brasileira, desde o início do século XX, quando se iniciou o seu emprego com finalidade econômica, até o segundo decênio do século XXI. No capítulo são identificadas as características específicas de cada período e da materialização no território brasileiro das orientações políticas e econômicas dadas em cada fase, colocando-se em relevo as peculiaridades territoriais e socioeconômicas que viabilizaram a expansão do setor nos estados brasileiros.

No capítulo seguinte, “Sistemas ambientais e núcleos de concentração de eucalipto”, o autor analisa a relação entre o Zoneamento Ecológico Esquemático, elaborado pelo IBDF na década de 1970, e as áreas de concentração de florestas plantadas de eucalipto no contexto dos sistemas ambientais naturais do Brasil. Esse zoneamento identificou inúmeras Zonas Bioclimáticas com potencialidades ou restrições para a prática da silvicultura com florestas plantadas de espécies exóticas como eucalipto e pinus. O autor busca colocar em evidência as áreas geográficas com maior presença atualmente de

cultivos do eucalipto, associando tais concentrações às condições naturais da base geológica, do relevo, dos solos e da disponibilidade hídrica definida pelo regime das chuvas anuais.

No terceiro capítulo, “Silvicultura e impactos socioambientais”, os autores colocam em discussão os impactos socioambientais decorrentes da silvicultura, sublinhando a importância da observação das especificidades das técnicas de manejo florestal empregadas.

O quarto capítulo, trata dos serviços ecossistêmicos que eventualmente podem ser atribuídos a sistemas agrossilvipastoris. Os autores procuram discutir como o setor florestal brasileiro, com destaque para a silvicultura do eucalipto, se insere nas ações brasileiras para mitigar os efeitos das mudanças climáticas a partir das reduções de emissões de carbono, como importante serviço ecossistêmico a ser prestado.

No capítulo cinco, “O eucalipto no estado de Minas Gerais”, as autoras apresentam a trajetória geográfica dos reflorestamentos no território mineiro, alicerçados em políticas públicas de crescimento econômico e desenvolvimento industrial, focando os Distritos Florestais do Vale do Jequitinhonha e do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Por meio de uma análise socioambiental, relatam como as florestas plantadas de eucalipto se estabeleceram nestas regiões, fazendo com que as áreas plantadas de eucalipto no estado de Minas Gerais se posicionassem no ano de 2019, como as de maior dimensão no país.

Por fim, não poderíamos deixar de agradecer à FAPEMIG, que por meio do Edital de Demanda Universal (Processo APQ – 2125/16), possibilitou o desenvolvimento da pesquisa que resultou na produção do presente livro; à Universidade Federal de Uberlândia e Universidade de São Paulo, instituições de origem dos autores. Aos

gestores da Arcelor Mittal Bioflorestas (Carbonita, MG), Eldorado Brasil Celulose (Três Lagoas, MS), Duratex (Nova Ponte e Uberaba, MG) e Floresta Estadual Edmundo Navarro (Rio Claro, SP), por aceitarem nossas visitas técnicas.

Referências

IBGE. **PEVS – Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, 2019**. BRASIL: IBGE, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2019>. Acesso em: 5 out. 2020.

LEÃO, R. M. **A floresta e o homem**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000.

SANTOS, Jefferson Rodrigues dos. **A dinâmica territorial das indústrias de celulose e papel: a expansão no Brasil e a incorporação do Rio Grande do Sul**. Tese de doutorado. RS, Porto Alegre: UFRGS, 2012.

SOUZA, M. L. DE. Quando o trunfo se revela um fardo: reexaminando os percalços de um campo disciplinar que se pretendeu uma ponte entre o conhecimento da natureza e o da sociedade. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, v. 22, n. 2, p. 274–308, 2018.

A EXPANSÃO DA EUCALIPTOCULTURA NO BRASIL

Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues

1. Introdução

Embora seja difícil precisar quando o eucalipto foi introduzido no Brasil, há relatos das primeiras mudas terem sido trazidas para o Rio de Janeiro, com finalidade ornamental, no início do século XIX, e terem sido plantados por Dom Pedro I, no ano de 1825, no Jardim Botânico (PINHEIRO; PINHEIRO; COUTO, 2013; QUEIROZ e BARRICHELLO, 2007, p. 18; VENTURIN et al., 2014, p. 22). Durante os aproximadamente 200 anos de sua presença em terras brasileiras, o seu uso econômico se ampliou. Primeiramente, extremamente atrelado ao uso energético, como lenha de locomotivas e de indústrias, sobretudo siderúrgicas, nos dias atuais possui relevante importância no setor de papel e celulose e de processamento de toras em compensados, lâminas e chapas.

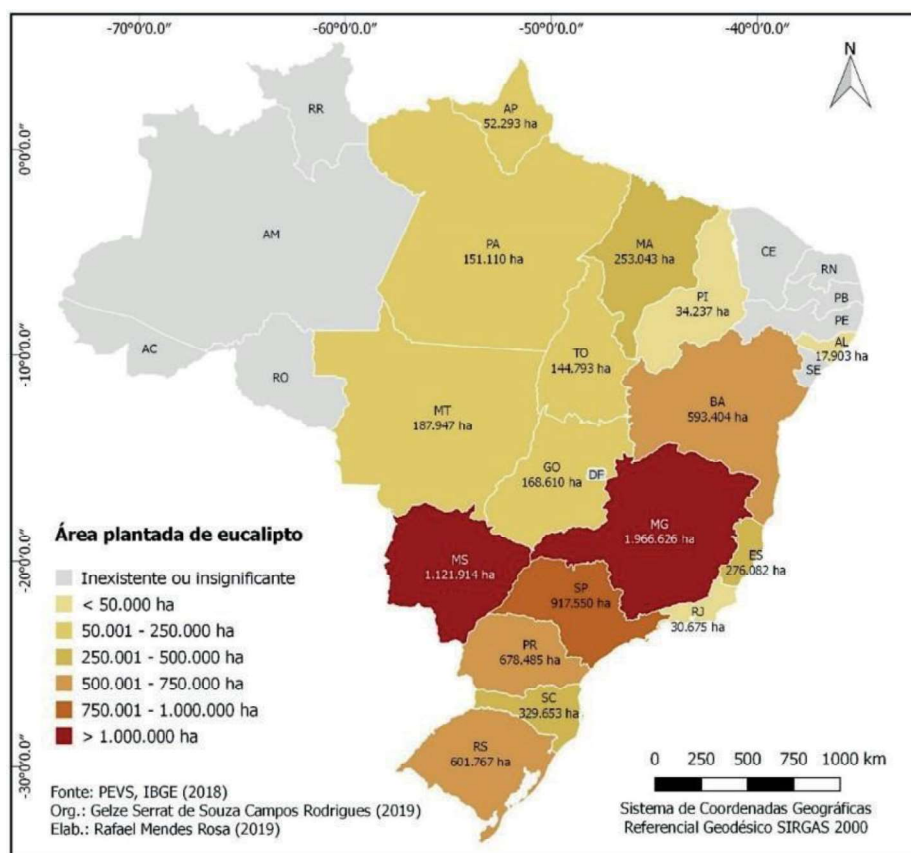
Atualmente, o eucalipto é cultivado em 7,5 milhões de hectares, em várias regiões, sendo Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, os estados que detêm a maior área de cultivo de eucalipto, seguidos por São Paulo (Figura 1).

As orientações políticas e econômicas, determinadas pelos interesses nacionais e internacionais, promoveram, principalmente ao longo do século XX, a expansão da eucaliptocultura, em fases com características bastante específicas. A periodização desse processo foi trabalhada por Antonangelo e Bacha (1998), que pautados em modelos econométricos, procuraram explicar a expansão das áreas reflorestadas considerando as influências dos preços da madeira no

mercado, dos incentivos fiscais, da produtividade e dos custos dos insumos e dos fatores de produção, desde 1500 até o final do século XX.

A concepção da Antonangelo e Bacha é extremamente importante para a compreensão das mudanças de base econômica e técnica da silvicultura, mas além de ter a sua temporalidade marcada pelo final do século XX, não prioriza as implicações territoriais decorrentes do surgimento de indústrias de setores específicos e a consequente expansão e deslocamento do cultivo do eucalipto no território nacional.

Figura 1 – Estados do Brasil com as respectivas áreas plantadas com eucalipto (hectares) em 2019



Fonte: PEVS, IBGE (2019). Org.: Gelze Serrat S. C. Rodrigues (2019).

Nesse sentido, o presente capítulo objetiva apresentar uma proposta de periodização da eucaliptocultura brasileira, desde o primeiro emprego com finalidade econômica até o segundo decênio do século XXI, identificando as características específicas de cada período e da materialização no território brasileiro das orientações políticas e econômicas dadas em cada fase, colocando em relevo as peculiaridades territoriais e socioeconômicas que viabilizaram a expansão do setor nos estados brasileiros.

Diante desse objetivo, o capítulo foi dividido em três momentos: o primeiro, quando ocorreu a introdução do eucalipto no estado de São Paulo e o seu cultivo começou a ser efetivado de forma científica, com as funções de insumo energético e de matéria-prima para as primeiras indústrias de papel; o segundo momento, quando os incentivos fiscais federais estimularam a expansão do cultivo de eucalipto e a implantação das indústrias siderúrgicas e de celulose, nos Estados do Sudeste e do Sul, e em Mato Grosso do Sul, Bahia e Espírito Santo; e, o terceiro momento, marcado pelo liberalismo econômico, quando a eucaliptocultura passou a se expandir mais intensamente nos estados de Mato Grosso do Sul e de Minas Gerais.

2. São Paulo – o centro irradiador da eucaliptocultura no Brasil

Desde o século XV, se desenvolveu no Brasil uma atividade florestal extrativista, considerada por Antonangelo e Bacha (1998) como nômade. Nessa fase, árvores, sobretudo da Floresta Pluvial Atlântica, foram cortadas, aproveitadas como lenha e na manufatura de vários objetos do dia-a-dia, dando lugar à cana-de-açúcar, ao café, à pastagem e, posteriormente, às outras grandes monoculturas.

Ao final do século XIX e início do século XX, contudo, a industrialização crescente, o aumento da população e a instalação das

ferrovias no estado de São Paulo, exigiu grande quantidade de madeira para fins energéticos. Deve-se destacar que “Até o ano de 1972, a madeira representava a primeira fonte de energia do País. Somente em 1973 é que a sua liderança foi perdida para a energia derivada do petróleo, e somente em 1978 é que ela foi suplantada pela hidroeletricidade” (BRITO, 1995, p.221).

Como a depauperada vegetação do estado não era suficiente para atender todas as demandas de uso, a Companhia Paulista de Estradas de Ferro (CPEF) decidiu instalar plantios homogêneos de espécies arbóreas que pudessem ser utilizadas como postes e dormentes das ferrovias e como combustível nas locomotivas (LEÃO, 2000, p. 159).

Com esse intuito, em 1903, foi contratado Edmundo Navarro de Andrade para o cargo de diretor do Horto Florestal de Rio Claro da CPEF. Ao final da primeira década do século XX, diante dos bons resultados dos primeiros experimentos de Navarro de Andrade, a CPEF adquiriu cerca de 3 mil hectares em Rio Claro, criando o Horto Florestal de Rio Claro (VENTURIN et al., 2014, p. 23), onde foram realizadas as primeiras tentativas de melhoramento genético do eucalipto em solo brasileiro (LEÃO, 2000, p. 216) e iniciada a comercialização dessas sementes melhoradas pela metade do preço da importação, prática mantida até os idos dos anos de 1970 (TEIXEIRA, p. 35, 2018).

Em 1909, foi publicada a primeira obra de Navarro de Andrade, intitulada “A Cultura dos Eucalyptus”, onde foram apresentados os resultados dos primeiros anos de sua pesquisa e destacadas as qualidades do eucalipto australiano, como rápido crescimento e durabilidade da madeira. Além disso, era ressaltada a facilidade de adaptação do eucalipto às mais variadas condições edafoclimáticas (TEIXEIRA, p. 34/35, 2018).

Nesse mesmo período, a CPEF iniciou o cultivo do eucalipto

em larga escala, com o plantio de 52.600 árvores. Foram formados mais 17 hortos florestais em São Paulo, muitos em antigas fazendas de café, cujos cafezais eram mantidos para custear parte das plantações florestais, sendo substituídos à medida que a área de eucalipto era ampliada. Tal processo fez com que, em 1917, já houvessem sido plantadas 2.720.400 árvores de eucalipto (TEIXEIRA, p. 34, 2018).

Dessa forma, Navarro de Andrade (Figura 2) pode ser considerado o grande patrono da eucaliptocultura brasileira e a CPEF o grande polo distribuidor, responsáveis pelo desenvolvimento do cultivo do eucalipto em São Paulo, irradiado posteriormente para outros estados brasileiros.

Figura 2 – Edmundo Navarro de Andrade, o “pai da silvicultura brasileira”



Fonte: Horto Florestal de Rio Claro. Autora: Gelze Rodrigues (maio de 2019).

Em 1918, em decorrência da preocupação do Estado em estimular o plantio de árvores que pudessem ser utilizadas como fonte energética, é promulgado o Decreto Federal n.º 12.897, que fixa o valor de 150 réis para cada árvore de eucalipto e de outras essências florestais plantadas, em área com mais de 500 árvores, com idade mínima de 18 meses, a ser pago pelo Tesouro Nacional. Tal norma estimulou de modo ainda mais incisivo o plantio de eucalipto por parte da CPEF, chegando em 1960 a um total de 44.758.194 de árvores plantadas (MARTINI, 2004, p. 75).

Nos anos de 1960, segundo cálculos do Serviço Florestal do Ministério da Agricultura, o Brasil possuía 560 mil ha. de área re-florestada, das quais 447 mil estavam localizadas no Estado de São Paulo (LEÃO, 2000, p. 159). Nessa época a evolução acelerada no consumo de papéis e conseqüentemente de celulose no Brasil, alcançando em menos de uma década um aumento superior a 150% (Tabela 1), fez com que os interesses começassem a se direcionar para o uso da fibra de eucalipto na produção de pasta de celulose.

Tabela 1 – Consumo de papel e celulose no Brasil – 1965-1973

Anos	Papel (1.000 t)	Celulose (1.000 t)
1965	758,9	338,8
1967	929,6	488,9
1969	1.1108,8	562,4
1971	1.448,6	757,5
1973	1.890,6	903,3

Fonte: PNPC (1974). Org.: Gelze Serrat Rodrigues (2018).

Acredita-se que as primeiras iniciativas de produção industrial

de papel no Brasil ocorreram em Caieiras, São Paulo, em 1870, onde o coronel Antônio Proost Rodovalho fundou a Cia. Melhoramentos. Logo depois, em 1889, em Itu, São Paulo, foi fundada a fábrica de Melchert e Companhia e, no ano seguinte, inaugurada a M. F. Klabin e Irmão que, em 1909, passou a se chamar Companhia Fabricadora de Papel (LEÃO, 2000, p. 96).

A fabricação de papel nessa época era quase que exclusivamente baseada em celulose de fibra longa, proveniente de coníferas (LEÃO, 2000, p. 96). Como o maior mercado consumidor estava localizado no eixo Rio de Janeiro-São Paulo e apenas a parte meridional do país apresentava condições climáticas favoráveis para o plantio de coníferas, era em São Paulo que as maiores empresas fabricantes de papel estavam localizadas. O Paraná, pela sua proximidade com São Paulo e por possuir extensas áreas cobertas por araucárias, foi também locus inicial importante do setor (SANTOS, 2012, p. 121-128).

Embora essas indústrias produzissem parte do papel utilizado no país, a maior parte da matéria-prima e parcela do próprio papel ainda eram importados (MONTEBELLO e BACHA, 2013, p. 271), principalmente dos países escandinavos e dos Estados Unidos. Em 1930, importava-se 46% de todo o papel consumido, assim como praticamente toda a celulose utilizada nas indústrias nacionais (SANTOS, 2012, p. 122).

Em 1943, esse quadro começou a mudar quando o governo de Getúlio Vargas passou a conceder empréstimos e incentivos financeiros para a instalação de uma grande fábrica de papel no Paraná, conduzida pela Família Klabin (LEÃO, 2000, p. 96). A ideia era substituir as importações de papel e de celulose pela produção nacional. Para isso, os Klabin adquiriram terras no segundo planalto do Paraná, com 144 mil hectares cobertos com araucária – a Fazenda Monte Alegre (SANTOS, 2012, p. 129).

A implantação dessa indústria no Paraná redefiniu a relação entre a indústria de papel brasileira a posicionando também como uma indústria de celulose. Ela simbolizou a possibilidade da matéria-prima deixar de ser importada, para ser explorada e fabricada pela própria empresa. Além disso, colocou o Paraná como importante estado no setor de papel e celulose (SANTOS, 2012, p. 131).

Embora estudos de Gerhard Reimann e do próprio Edmund Navarro, ainda nos anos de 1920, houvessem comprovado a possibilidade do emprego da fibra de eucalipto na produção de papel, não se acreditava que o seu uso pudesse originar um produto de boa qualidade.

Apenas na década de 1950 foi que a iniciativa da Companhia Suzano de produzir papel a partir do uso de celulose de eucalipto deu estímulo ao aproveitamento dos eucaliptais ociosos, que não eram mais utilizados pelas companhias férreas, já que as locomotivas passaram a utilizar motores a diesel ou elétricos, após a Segunda Guerra Mundial. Data desse período também o início do plantio de eucaliptos pelas empresas do setor de papel e celulose (SANTOS, 2012, p. 137-138).

Mas, somente nos anos de 1960, é que o setor foi de fato convencido da aplicabilidade do eucalipto na indústria de celulose, quando a Champion Celulose S.A começou a empregar a fibra do eucalipto na produção de 120 toneladas/dia de papel, associadamente ao preço mais competitivo da matéria-prima brasileira em comparação com a europeia e norte-americana (LEÃO, 2000, p. 96/97).

Na realidade, entre 1930 e 1940, na denominada era Vargas, a sequência de fatos - Grande Depressão, Revolução de 30 e Segunda Guerra Mundial, ocasionara a necessidade da substituição dos produtos importados e conseqüentemente o desenvolvimento do setor industrial brasileiro, não só de papel e celulose, mas também o siderúrgico e o metalúrgico (TEIXEIRA, 2018, p. 44).

No governo de Getúlio desenvolveu-se uma

[...] fundamentação político-ideológica eminentemente nacionalista: era preciso estabelecer uma indústria nacional que controlasse a exploração das reservas de ferro do país, resguardando-as dos interesses estrangeiros. Ou seja, a siderurgia passou a ser vista não somente como pedra de toque da industrialização brasileira, mas também como meio de conservar o poder sobre as riquezas do país. (MORELLO, 2009, p. 71).

Desde o século XIX, pequenas fundições fabricavam de modo semiartesanal o ferro, utilizando carvão vegetal, principalmente em Minas Gerais. Na década de 1920, a Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira começou o plantio de sementes de eucalipto, adquiridas nos hortos da CEPF, com o intuito de utilizá-los na produção de ferro gusa. Com a fundação de outra unidade em João Monlevade, leste mineiro, em 1937, a empresa promoveu “[...] a primeira experiência de integração entre siderurgia e a atividade de produção de florestas plantadas de eucaliptos com a finalidade de suprir a demanda de carvão vegetal da indústria (SAMPAIO, 1958).” (VENTURIN et al., 2014, p. 26).

Ao final da década de 30, a Belgo-Mineira se transformava “[...] na maior e mais moderna siderúrgica brasileira a carvão vegetal” (TEIXEIRA, 2018, p. 44). Em 1944, foi inaugurada em Timóteo (MG), a segunda usina a carvão vegetal - a Companhia de Aços Especiais Itabira (Acesita). Nos anos de 1950, o impulsionamento da substituição das importações, a política federal de integração nacional juntamente com a melhoria da infraestrutura de transporte, que conec-

tou Minas Gerais a outros estados mais desenvolvidos, levaram ao intenso desenvolvimento da indústria básica mineira, que passou a ser responsável pelo suprimento de matéria-prima para o Rio de Janeiro e São Paulo (TEIXEIRA, 2018, p. 46).

O carvão, portanto, começou a ser produzido em escala industrial no estado de Minas Gerais, responsável já na década de 1950 e 1960 por 90% da produção de ferro-gusa do país, tornando-se nos anos de 1970 o maior polo siderúrgico a carvão vegetal do mundo.

Grande parte do abastecimento de carvão vegetal dessas usinas, contudo, continuava a ser feito com o uso da vegetação nativa (TEIXEIRA, 2018, p. 44), o que se colocava como potencial fator limitante à expansão da produção siderúrgica a carvão vegetal.

Além disso, o carvão oriundo da vegetação nativa possuía características muito heterogêneas em decorrência do uso de diversas espécies para a sua fabricação. Outra questão era o aumento da distância para extração da madeira, devido à eliminação da vegetação nativa mais próxima das indústrias, principalmente da Floresta Pluvial Atlântica e do Cerrado, o que aumentava os custos do frete do carvão até as siderúrgicas. Tal fato fez com que a demanda por árvores, como o eucalipto, aumentasse.

O incremento do uso do eucalipto nos setores siderúrgico, de papel e celulose, iniciou uma nova fase de territorialização do eucalipto, onde os incentivos fiscais governamentais tiveram papel decisivo para a consolidação da eucaliptocultura em São Paulo e para a sua expansão nos Estados de Minas Gerais, da Bahia, do Espírito Santo e de Mato Grosso do Sul.

3. Novos territórios do eucalipto – Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo e Mato Grosso do Sul

Embora Antonangelo e Bacha (1998) considerem, na periodi-

zação da silvicultura no Brasil, a segunda fase se iniciando em 1965, com os incentivos florestais do Estado, consideramos que o segundo período tenha se estabelecido a partir dos incentivos governamentais do 1º Plano de Metas do governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961). Tal proposição se justifica porque sob nossa perspectiva é impossível dissociar os impulsos à implantação de indústrias de base, como siderúrgicas e papel e celulose, dos incentivos às florestas plantadas, sobretudo de eucalipto..

No 1º Plano de Metas de JK, investimentos significativos foram efetuados no setor de papel e celulose e de siderurgia, seguindo o modelo de substituição das importações, já iniciado no governo Getúlio Vargas, havendo logo após incentivos fiscais para o plantio de espécies florestais que serviriam como matéria-prima para essas indústrias. Em 1957, a Lei Aduaneira, concedeu financiamentos a longo prazo com baixas taxas de juros e períodos de carência para amortização, estimulando a implantação de várias indústrias de papel e celulose, que se beneficiaram da abundância de araucárias existentes no sul e sudeste do país e da demanda de países compradores (LEÃO, 2000, p. 223).

A meta de produção anual estabelecida no Plano de Metas de JK que era de 200 mil toneladas de celulose e de 450 mil toneladas de papel, foi rapidamente superada, alcançando em 1961, 323.235 e 533.412 toneladas, respectivamente (MONTEBELLO e BACHA, 2013, p. 273).

No quesito crédito, a atuação do BNDE, o qual tinha em seu histórico apenas duas operações de crédito para o setor, realizadas em 1955, tornou a conceder empréstimos a partir de 1957. A terceira operação de crédito deu início à trajetória de financiamentos da instituição às indústrias produtoras de celulose a partir do eucalip-

to. No caso em questão, tratou-se da empresa Panamericana Têxtil, localizada em Mogi-Guaçu, estado de São Paulo. O financiamento cobriu tanto o investimento na planta industrial quanto a atividade florestal. A Panamericana Têxtil concluiu seu projeto em 1959 e foi adquirida em 1961 pela empresa norte-americana Champion (SOTO, 1992; JUVENAL E MATTOS, 2002), a qual, por sua vez, foi adquirida em 2000 pela também norte-americana International Paper. (SANTOS, 2012, p. 140).

Ao final dos anos de 1950, a produção de celulose a partir das araucárias, predominantemente da Klabin, no Paraná, havia sido ultrapassada pela celulose de eucalipto, produzida pela Suzano e Panamericana Têxtil (SANTOS, 2012, p. 140). Esse fato é extremamente importante, pois explica a extensão das plantações de eucalipto a partir dessa década no Estado de São Paulo.

A partir da segunda metade dos anos de 1960 uma série de deliberações legais de âmbito federal proporcionaram a expansão das áreas plantadas de eucalipto no território brasileiro. De acordo com Bacha (1993, p. 112), o conjunto de atos normativos (leis, decretos-lei, decretos e portarias) de âmbito federal, concebidos no período de 1965 a 1988, voltados ao setor da silvicultura constituem o que pode ser denominado de Programa de Incentivos Fiscais ao Florestamento e Reflorestamento (BACHA, 1993, p. 112)

Nesse sentido, em 1965, a promulgação de um novo Código Florestal, com caráter mais protetivo em relação às florestas, impulsionou a expansão do setor florestal, ao tornar, no seu Artigo 20, compulsória a reposição de florestas abatidas pelas indústrias consumidoras de matéria-prima florestal, em proporção produtiva equivalente à consumida para o seu abastecimento (TEIXEIRA, 2018, p. 51; SANTOS, 2012, p. 147). Além disso, o Código de 1965, em seus

artigos 38 e 41, previam isenções do imposto de renda, do imposto territorial rural e prioridade na concessão de créditos para os projetos de florestamento e reflorestamento.

Na mesma direção, a Lei Federal n.º 5.106/1966 que dispôs sobre abatimentos ou descontos nos rendimentos das pessoas físicas e jurídicas das importâncias empregadas em florestamento e reflorestamento, estimulou ainda mais o plantio de eucaliptos e de coníferas (Lei Federal n.º 5.106/1966, Art. 1º).

Para a efetivação dessas normativas, foi criado o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), em 1967, com atribuições de analisar e autorizar projetos subsidiados pelos incentivos fiscais, de orientar a política florestal nacional no sentido da conservação dos recursos naturais renováveis e, ao mesmo tempo, de estimular o desenvolvimento do setor florestal (BRASIL, 1967).

Ao mesmo tempo, por meio da Resolução 276/67 do BNDE, passou-se a aprovar apenas projetos industriais do setor de papel e celulose com capacidade superior a 250 ton/dia de papel imprensa, 10 ton/dia de celulose e 50 ton/dia dos demais papéis (SANTOS, 2012, p. 153). Foram assim implantadas a Aracruz Florestal e as Florestas Rio Doce da Companhia Vale do Rio Doce (MONTEBELLO e BACHA, 2013, p. 273-274).

O cultivo de eucalipto passou, portanto, a se difundir em outros estados, além de São Paulo e Minas Gerais. As florestas da Companhia Vale do Rio Doce - CVRD plantadas em Minas Gerais e Espírito Santo, foram direcionadas inicialmente para a manutenção da ferrovia Vitória-Minas. Posteriormente, serviram de matéria-prima para a indústria de papel e celulose CENIBRA – uma *joint venture* formada pela CVRD e por um grupo japonês formado por 18 das maiores empresas produtoras de papel (SANTOS, 2012, p. 160).

A Aracruz Florestal adquiriu as áreas de eucalipto da COFAVI –

Companhia de Ferro e Aço de Vitória - e na década seguinte iniciou o processamento na sua planta industrial no Espírito Santo (SANTOS, 2012, p. 154). Além da Suzano, outras empresas passaram a utilizar o eucalipto como matéria-prima: as Indústrias Reunidas Matarazzo, a Indústria Papel Simão e a Melhoramentos (LEÃO, 2000, p. 97). Em 1970, o Brasil tornou-se “[...] o único país onde o eucalipto predominava na produção de celulose e papel: 58% da pasta de celulose nacional eram provenientes da fibra curta.” (LEÃO, 2000, p. 97).

Buscando-se o aceleramento da implantação das áreas reflorestadas, o governo promulgou o Decreto Lei n.º 1.134/1970, que estipulava o abatimento do imposto de renda com a simples aprovação do projeto de plantio pelo IBDF, antes mesmo dele ser efetivado, autorizando ao mesmo tempo a associação de investidores em um mesmo projeto florestal (DECRETO LEI n.º 1.134/1970).

Dessa forma, paulatinamente as reflorestadoras independentes foram se afastando do mercado, sendo adquiridas pelas empresas integradas e as bases florestais de eucalipto foram sendo formadas para abastecer a grande demanda das indústrias.

A crise de petróleo mundial, em 1973, fez com que seu preço no mercado internacional, em torno de US\$ 2,91/barril, fosse quadruplicado. Considerando que 80% do petróleo utilizado no país era importado, a sua compra implicava em um dispêndio anual de US\$ 8,6 bilhões, causando grave desequilíbrio nas contas externas nacionais (SHIKIDA, 1998, p. 34). Consequentemente, novamente os esforços do governo concentraram-se em políticas que favorecessem a expansão da indústria de insumo básico, a substituição de importações e o crescimento das exportações.

Nesse contexto foi instituído o II Plano Nacional de Desenvolvimento (IIPND), entre 1975 e 1979, onde foram inseridos o Programa Nacional de Papel e Celulose (PNPC), o Plano Siderúrgico a Carvão

Vegetal e o Programa de Substituição Energética, que ofereceram outros estímulos para a expansão das indústrias siderúrgica, de papel e celulose, e conseqüentemente, para o plantio de eucalipto e de pinus (ANTONANGELO; BACHA, 1998).

Embora a produção interna de celulose até o início da década de 1970 fosse suficiente para cobrir as necessidades internas e até para realizar exportações, a taxa de crescimento na produção de papéis não acompanhou a taxa de consumo, sendo que entre 1971-73 a quantidade de papel importado apresentou um acréscimo em torno de 60%, o mesmo ocorrendo com a pasta mecânica, utilizada para a produção de papéis para imprensa, o que determinou o aumento de cerca de 90% na despesa cambial (BRASIL, 1974, p. 17).

Após análise dos dados estimados de consumo e disponibilidade de madeira entre 1974 e 2000, e tendo-se em vista o suprimento do consumo interno de celulose e pasta mecânica, o relatório do PNPC chegou à conclusão de que o suprimento de madeira para a indústria de celulose seria insuficiente após a década de 1980, e, que, a partir desse período, para o atendimento das demandas de madeira, seria necessário reestimular o plantio nos próximos anos (BRASIL, 1974, p. 31-32; MONTEBELLO e BACHA, 2013, p. 276).

Nesse mesmo período, o Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal do Brasil (PRODEPEF), criado em 1973, apoiando o IBDF, instituiu a pesquisa florestal integrada no país, fornecendo o treinamento dos técnicos para o desenvolvimento dos estudos florestais, o desenvolvimento de análises silviculturais e tecnológicas com finalidade econômica e o auxílio na solução de problemas intrínsecos à silvicultura (LADEIRA, 2002, p. 63).

Em 1974, “[...] o Decreto-Lei n.º 1.376, de 12 de dezembro de 1974, criou o Fundo de Investimentos Setoriais (FISSET) com o objetivo de destinar os incentivos fiscais para diferentes setores e regiões,

englobando o turismo, a pesca e o reflorestamento, cuja administração era de responsabilidade do Banco do Brasil com a supervisão do IBDF”. (TEIXEIRA, 2018, p. 58).

Apesar desses incentivos fiscais terem sido o grande impulsionador dos plantios de eucalipto e da maior parte do reflorestamento ter sido realizado por subsidiárias de grandes empresas, alguns plantios se deram sem estimativa dos custos de plantio e com baixo padrão, por reflorestadoras criadas com o único objetivo de captar os incentivos fiscais, sem nenhum vínculo com as indústrias.

Em Minas Gerais, por exemplo, plantios foram realizados em solos litólicos, em áreas com deficiência hídrica, com baixo uso de tecnologia ou com técnicas inadequadas, o que tornava inviável, pela baixa qualidade dos maciços florestais, o seu aproveitamento pela indústria (MULS, 1997, p. 14).

Diante dessas falhas, em 1974, a Lei 1.307 determinou que a dedução no imposto de renda nos projetos de silvicultura não fosse superior a cinquenta por cento do respectivo montante de inversões totais, e que com exceção das áreas de atuação da SUDENE e da SUDAM, a partir de 1975, os recursos oriundos dos incentivos fiscais em projetos de florestamento ou de reflorestamento não ultrapassassem os seguintes percentuais do Imposto de Renda devido:

Ano base de 1974 - quarenta e cinco por cento;
Ano base de 1975 - quarenta por cento;
Ano base de 1976 - trinta e cinco por cento;
Ano base de 1977 - trinta por cento;
Ano base de 1978 e seguintes - vinte e cinco por cento.
(Lei 1.307/1974, art. 4º)

Apesar dessa alteração,

Em 1975, a Acesita ocupou o segundo lugar em área reflorestada, com 40.000 ha de eucalipto nos arredores de Coronel Fabriciano. Neste mesmo ano, a Belgo-Mineira tornou-se a proprietária do maior maciço de eucalipto por uma só empresa em escala global, com uma área na ordem de 90.000 ha, cuja finalidade era produzir carvão vegetal para os seus altos fornos. (GOLFARI, 1975; TEIXEIRA, 2018, p. 48).

Outras duas importantes ações foram executadas, com o intuito de oferecer a base para a implantação de áreas de silvicultura de forma racional e planejada: a criação dos “Distritos Florestais”, em 1975, em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), a Organização de Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO) e o IBDF; e a elaboração do “Zoneamento Ecológico Esquemático para Reflorestamento no Brasil”, de 1978, apresentado com maiores detalhes no capítulo 2.

De acordo com a proposta inicial do Programa Nacional de Papel e Celulose, deveriam ser criados 12 Distritos Florestais, até 1979, como parte de um planejamento de longo prazo, ao final do qual se contabilizaria um total de 30 Distritos. Efetivamente, foram criados 15 Distritos: cinco no Estado de Minas Gerais, dois na Bahia, um nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Espírito Santo (MERCANTE, 1994, p. 64).

Os Distritos Florestais eram uma área geográfica, dimensionada em função do desenvolvimento integrado dos empreendimentos florestais e industriais. No interior de cada Distrito foi estabelecida a região

prioritária, onde deveriam ser disciplinados o uso da terra para florestamento, reflorestamento e uso industrial (MERCANTE, 1994, p. 65).

A delimitação dos Distritos Florestais baseou-se na determinação do potencial crescimento quantitativo das essências florestais, das condições topográficas, do valor do terreno e das condições mínimas de infraestrutura para a implantação da indústria (SBS, 1976, p. 18).

A área mínima de um Distrito Florestal situava-se em torno de 400.000 hectares, exceto nas regiões onde o reflorestamento visasse satisfazer necessidades conservacionistas estabelecidas como prioritárias pelo IBDF. A ideia era evitar a dispersão de áreas com florestas plantadas a fim de impedir a especulação e a ocupação de terras aptas à atividade agrícola (SBS, 1976, p. 18).

O Distrito Florestal no Rio Grande do Sul ocupava a metade leste do Estado e procurava integrar a atividade silvicultural às atividades tradicionais de cereais, hortifrutigranjeiros e pecuária. Em Santa Catarina, o Distrito Florestal abrangia sobretudo o Planalto das Araucárias e a Planície Costeira Meridional. No Paraná, o Distrito Florestal foi determinado em função de potenciais polos industriais localizados em Curitiba, Ponta Grossa, Guarapuava, União da Vitória, Telêmaco Borba, Ibaiti e no Litoral (SBS, 1976, p. 20-21).

Em Minas Gerais a localização dos cinco Distritos Industriais: Triângulo Mineiro, Vale do São Francisco, Centro-Oeste, Vale do Jequitinhonha e Vale do Rio Doce, baseou-se na localização das indústrias siderúrgicas, de papel e celulose e de madeira para serraria e chapas. Áreas com grande concentração de eucalipto no Brasil estão justamente localizadas no Distrito Florestal do Vale do Jequitinhonha, que abrangia 19 municípios, entre Diamantina e São João do Paraíso, ocupando uma área de 4.547.200 ha (TEIXEIRA, 2018, p. 64).

Em São Paulo, o Distrito Florestal abrangia o Vale do Paraíba do Sul, o Planalto Atlântico e a Depressão Periférica Paulista. No Espírito

Santo, o Distrito Florestal abrangia toda a porção nordeste do Estado (SBS, 1976, p. 27).

Na Bahia os Distritos Florestais estavam localizados no litoral norte e no extremo sul do Estado. Em Goiás, o Distrito Florestal foi delimitado próximo do Distrito Federal, sendo orientado que as áreas de reflorestamento não deveriam ocupar os melhores solos, os quais deveriam ser usados para a produção agrícola (SBS, 1976, p. 30-31).

No Mato Grosso do Sul, o Distrito Florestal abrangeu o eixo Campo Grande - Três Lagoas, incluindo os municípios de Campo Grande, Jaraguari, Ribas do Rio Pardo, Brasilândia, Água Clara e Três Lagoas. E, em Mato Grosso, o eixo Cuiabá-Barra do Garças, incluindo os municípios de Cuiabá, D'Aquino, Juciara, Rondonópolis, Poxoréo, Itiquira (SBS, 1976, p. 32).

Dessa forma, no período 1971-74 a área com cultivo de eucaliptos foi triplicada quando comparada com o período de 1967-1970 (SOTO, 1992), geridas por empresas rurais, geralmente subsidiárias das indústrias que demandavam a matéria-prima florestal, localizadas nesses estados (ANTONANGELO; BACHA, 1998, p. 216).

Nesse período a indústria nacional de celulose se aproximou dos grandes grupos mundiais do setor (norte-americanos, japoneses e escandinavos). Apoiados nos organismos de créditos governamentais, leia-se BNDE, posteriormente BNDS, a indústria brasileira se equipou, para atender o mercadomundial de matéria-prima semi-elaborada (GOLDSTEIN, p. 1, 1975).

O início da reorganização da distribuição geográfica das áreas produtoras mundiais de madeira ocorreu devido a vários fatores. O aspecto altamente poluidor da fabricação da pasta de celulose foi um deles (GOLDSTEIN, 1975, p. 36). Na fabricação de papel são utilizados intensamente produtos químicos poluentes, tais como enxofre, cloro e soda cáustica, proibidos a partir dos anos de 1970 nos países escandinavos. Como o produ-

to final dessas indústrias possui pequeno valor agregado, tornou-se mais interessante o investimento em outras regiões do mundo, onde as preocupações com a conservação ambiental eram incipientes, como no caso do Brasil, do que investir em onerosos sistemas antipoluentes. Além disso, no Brasil havia mão-de-obra abundante, terras disponíveis para o plantio de pinus e eucalipto e incentivos fiscais governamentais (GOLDSTEIN, 1975, p 36; MONTEBELLO e BACHA, 2013, p. 276).

Outra questão relevante considerada foi a comparação entre a produtividade tanto do eucalipto como do pinus no Brasil, de cerca de 7 e 25 anos respectivamente, com a de outros países, como por exemplo na Escandinávia, onde para o crescimento, as folhosas levam cerca de 30 anos e as coníferas, 70 anos (SANTOS, 2012, p. 57).

O BNDE teve papel preponderante na formação e consolidação do setor de celulose e papel no Brasil, também por meio de financiamentos a pesquisas, incentivos fiscais para a implantação e expansão das indústrias. Foi com o seu apoio que foram instaladas a Aracruz Celulose S/A, no Espírito Santo (obteve 55,2% de investimentos do BNDES na fase de instalação), a Cenibra S/A (Japão), a Riocell S/A e a Jari Celulose S/A (EUA). A ideia era além de fornecer a matéria-prima para a produção de papel também tornar o Brasil um grande exportador de celulose (KUDLAVICZ, 2014, p. 64; MONTEBELLO e BACHA, 2013, p. 276).

Os anos de 1980, considerados como a década perdida na economia brasileira, para a indústria de celulose foi de expansão e modernização. Ao final de 1987, no governo de José Sarney, foi lançado “[...] outro programa nacional de papel e celulose, o II PNPC, representando um novo ciclo de investimentos e incentivando mais uma vez a expansão e modernização do setor.” (MONTEBELLO e BACHA, 2013, p. 278).

Foram fundadas a Bahia Sul Celulose S/A, da Inpacel (atual unidade da International Paper no Paraná), a Companhia Florestal Monte Dourado (reativando o antigo projeto Jari) e a VCP (Votorantim Celulose e Papel), que passaram a exportar grande parte da sua produção. O Grupo Votorantim adquiriu a antiga Cia. Guatapar de papel e celulose, que possuía cerca de 80 milhões de eucaliptos na região de Capão Bonito e São Paulo (MONTEBELLO e BACHA, 2013, p. 280).

Os incentivos fiscais tanto para a indústria siderúrgica, como para o setor de celulose e para o reflorestamento, entre 1970 e 1986, provocou grande modernizao tanto no parque industrial quanto na pesquisa voltada para o plantio, colheita e processamento do eucalipto. A “[...] produo de celulose, de 304,2 toneladas em 1961, saltou para 6.342,102 toneladas em 1997, e 6.719.060 ton. no ano seguinte, passando o Brasil de 13 para o 6 maior produtor mundial.” (LEÃO, 2000, p. 223/224). O mesmo não ocorreu com a indústria papelreira, devido às ínfimas possibilidades de exportao de papel, com exceo dos papéis para embalagem e impressão (MONTEBELLO e BACHA, 2013, p. 278).

Em relao ao uso de carvão vegetal na indústria siderúrgica, de 1979 a 1988, o consumo oriundo de mata nativa teve um crescimento em torno de 189%, enquanto o proveniente de florestas plantadas cresceu 369%, equivalente a 16 milhões de metros cúbicos de madeira (MOTA, 2013).

O eucalipto nos anos de 1980 se firmou como a espécie prevalente a ser utilizada no reflorestamento, com a Bahia e o Espírito Santo consolidando a sua posio como estados grande produtores de eucalipto, devido às aoes da Suzano (Projeto Bahia Sul) e da Ara-cruz (SANTOS, 2012, p. 170).

A entrada dos anos de 1990, trouxe mudanças bastante importantes para a economia brasileira, pois o Estado deixou de atuar

ativamente em alguns setores produtivos. A retirada do capital estatal, fez com que o capital privado nacional e o capital estrangeiro passassem a reestruturar suas parcerias, no sentido de aumentar a eficiência e encarar a concorrência internacional. Esse processo foi acompanhado

[...] pela presença crescente do setor empresarial na esfera política. Por um lado, os diferentes Estados-nação passaram a empenhar-se em gerar condições favoráveis à atração de investimentos internacionais, o que resultou em níveis variáveis de desregulação social e ambiental. Frente às facilidades oferecidas à operação de transnacionais nas economias latino-americanas, os processos de acumulação de riqueza passaram a assumir predominantemente uma forma extensiva, expressa notadamente na expansão territorial das frentes da mineração, do agronegócio, monoculturas de árvores, exploração de petróleo e gás. A demanda crescente da economia chinesa por recursos naturais, juntamente com o afrouxamento das restrições sociais e ambientais aos negócios das multinacionais, favoreceu uma onda de aprofundamento da divisão internacional do trabalho do tipo da que prevalecera na primeira metade do século XX, especializando a economia brasileira nas exportações de produtos primários. Desta feita, sob a égide do capital financeiro e, durante certo período, estimulado por governos progressistas na América Latina, esta nova configuração econômica é dita neoextrativista. Por outro lado, a aplicação das políticas orientadas por preceitos de desregulação de

diversos âmbitos e assuntos públicos provocou uma reacomodação nas relações de força em favor de empresas de grande porte, tanto no plano nacional como no local. (ACSELRAD, p. 7, 2018).

As reformas do Plano Real, no governo de Fernando Henrique Cardoso, fizeram com que os investimentos diretos estrangeiros fossem aplicados no setor. As indústrias ampliaram a capacidade instalada, a celulose produzida nacionalmente passou a ser exportada para os países setentrionais e o setor a inserir-se cada vez mais no cenário comercial internacional. Diferentemente, a indústria de papel continuou a ficar concentrada nos Estados Unidos (cerca de 30%), no Japão (aproximadamente 12%), na China e no Canadá (aproximadamente 7%), com o Brasil participando em apenas 2% (MONTEBELLO e BACHA, 2013, p. 282-283).

Nos anos de 1990, portanto, tem-se o início de uma nova fase na eucaliptocultura brasileira, quando a internacionalização das empresas avança e ocorre o aumento da concentração industrial, primeiramente no setor de celulose e papel (MONTEBELLO e BACHA, 2013, p. 281), e, posteriormente, também, no siderúrgico. Países em desenvolvimento, particularmente do hemisfério sul, como é o caso do Brasil, tornam-se exportadores de produtos semi-industrializados, como de pasta de celulose, ferro gusa e aço, utilizando tecnologias importadas dos países desenvolvidos, e a China, Europa e Estados Unidos, os grandes importadores desses produtos no início século XXI.

4. A dinâmica espacial da eucaliptocultura no século XXI

Até os anos de 1990, devido à grande conexão floresta-indústria, a expansão, a retração e a distribuição das florestas plantadas de eucalipto sempre estiveram sujeitas às políticas de governo que

respondiam às oscilações de mercado e às crises econômicas nacionais e internacionais.

O fim da ação mais efetiva do Estado nos setores produtivos fez com que houvesse intenso processo de fusões e de aquisições entre os maiores produtores de celulose (Aracruz, Cenibra, VCP Rio-cell e Bahia Sul) e da indústria papelreira - “[...] compra da Papel Simão e da Celpav pela Votorantim; e a compra da Indústria de Papel Arapoti S/A (Inpapel) e da Bamerindus Agroflorestal (BAF) pela Champion.” (MONTEBELLO e BACHA, 2013, p. 283).

A abertura comercial, forçou as empresas a criarem grandes grupos empresariais para sobreviverem à concorrência internacional, fazendo com que a concentração industrial se acentuasse, sobretudo no setor de celulose. Em 1980, o setor contava com 47 empresas. Em 1990, com 11 (MONTEBELLO e BACHA, 2013, p. 283-284). A demanda do mercado externo posicionou o Brasil em patamares elevados no ranking mundial de produção de celulose e fez com que houvesse um incremento nas áreas de eucalipto voltadas para esse setor.

Por outro lado, o decréscimo do consumo de carvão devido à recessão e ao preço do coque, provocou a redução da área reflorestada voltada para o setor siderúrgico, na primeira metade dos anos de 1990 (TEIXEIRA, 2018, p. 71).

O norte de Espírito Santo e o sul da Bahia passaram a ter papel importante nas áreas de monocultura do eucalipto, formando com o leste de Minas Gerais, o que Santos (2012, p. 180) denominou de “tríade de áreas cultivadas com eucalipto” e com intensa presença de indústrias de papel e celulose.

Chegado o século XXI, a difusão da eucaliptocultura passou a ocorrer de acordo com as necessidades da expansão dos grandes grupos empresariais, como a Suzano, que adquiriu a Fibria (resultado da fusão da Aracruz e Votorantim), Duratex, Aperam South Ame-

rica (antiga Acesita) e Vale (antiga Companhia Vale do Rio Doce), que direcionam os caminhos atuais do eucalipto no território brasileiro.

As áreas de eucalipto da Bahia e Espírito Santo tiveram o ritmo de expansão estabilizado, São Paulo e Minas Gerais continuaram a se manter como os estados onde ocorre a maior área de eucalipto plantado e iniciou-se a emergência de três novos espaços: Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul.

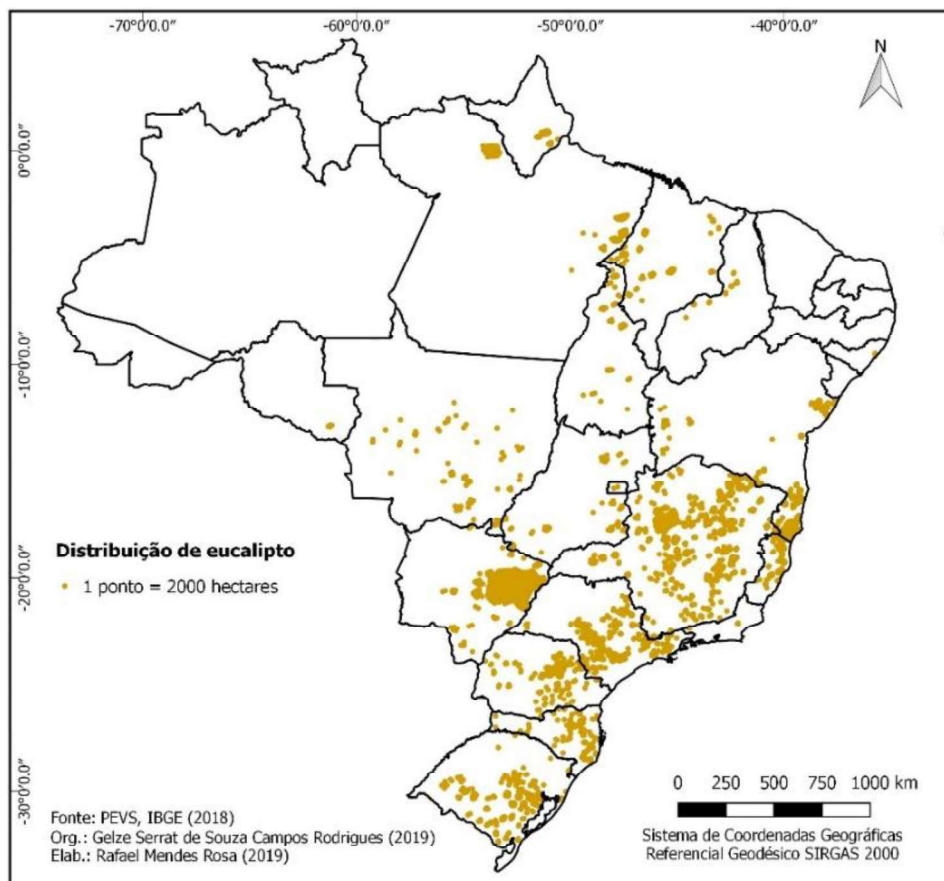
Em 2018, São Paulo apresentou a terceira maior área de plantio, antecedido pelos Estados de Minas Gerais e de Mato Grosso do Sul (IBGE, 2019). Situação bem diferente do ano de 1961, quando 80% dos 560 mil hectares plantados com eucalipto no Brasil estavam em terras paulistas (LEÃO, 2000, p. 216). Contudo, o Sudeste, de acordo com os dados do IBGE, continua a ter a maior concentração de florestas plantadas de eucaliptos, somando 3.190.933 ha, ou seja 42,3% do total dos 7.543.542 ha de eucaliptos brasileiros (Figura 3).

Na época dos incentivos fiscais, a delimitação do Distrito Florestal que abrangia o Vale do Paraíba do Sul, o Planalto Atlântico e a Depressão Periférica Paulista, associado ao Zoneamento Econômico Florestal do Estado de SP, fez com que a silvicultura fosse implantada na Região Administrativa de Ribeirão Preto, prevendo-se a instalação da fábrica integrada de papel e celulose da CELVAP (Papel e Celulose Votorantim), em Luís Antônio, em 1988. Em 1995, a CELVAP foi associada às fábricas do Grupo Simão, formando a holding VCP - Votorantim Papel e Celulose (MARCOVITCH, s/d).

O zoneamento também indicou a Região Administrativa de Sorocaba entre as áreas prioritárias ao reflorestamento. Essas políticas de incentivo ao plantio de eucalipto, juntamente com os incentivos às indústrias de papel e celulose, fizeram com que São Paulo fosse até os anos de 2000, o Estado com maior concentração de indústrias ligadas a esse setor, e, portanto, com que a maior parte da

madeira dos eucaliptais paulistas se mantivesse direcionada para essas indústrias e de placas de madeira, onde as mesorregiões de Itapetininga e do Vale do Paraíba se destacam.

Figura 3 – Áreas de ocorrência de eucalipto no Brasil em 2018



Fonte: PEVS, IBGE (2019). Org.: Gelze Serrat S. C. Rodrigues (2019)

Na mesorregião de Itapetininga, o município que apresenta maior área de cultivo de eucalipto é Capão Bonito, com 50 mil hectares plantados (IBGE, 2018) dos 164 mil hectares do município. Desde 1950, o empresário José Ermírio de Moraes iniciou a plantação de 80 milhões de árvores de eucalipto no município, o que deu posteriormente origem à unidade florestal da Votorantim Papel e

Celulose (MARCOVITCH, s/d) e à intensificação de plantio de eucalipto no município e no seu entorno. Após a fusão com a Aracruz Celulose, ocorrida em 2009, a área corresponde atualmente a uma das bases florestais da Fibria.

No Vale do Paraíba paulista os primeiros plantios se deram no início dos incentivos fiscais, em 1968, quando a Suzano Papel e Celulose comprou as primeiras áreas para plantio, em São Luiz do Paraitinga. Atualmente, o eucalipto pode ser encontrado em quase todos os municípios do Vale do Paraíba, concentrando-se nas áreas serranas de Natividade da Serra, Silveiras, São Luiz do Paraitinga, Lagoinha, Taubaté, Pindamonhangaba, Paraibuna e São José dos Campos (FREITAS JÚNIOR, 2011, p. 89).

Em Minas Gerais, o cultivo de eucalipto, como descrito anteriormente, se estabeleceu principalmente graças à indústria siderúrgica e se mantém assim até os dias atuais. Com 1.966.626 ha. plantados (IBGE, 2018), é o Estado que concentra a maior área de plantio de eucalipto, 26% do total brasileiro. As áreas mais representativas se encontram no Norte de Minas e no Jequitinhonha, abastecendo as indústrias siderúrgicas do Vale do Aço.

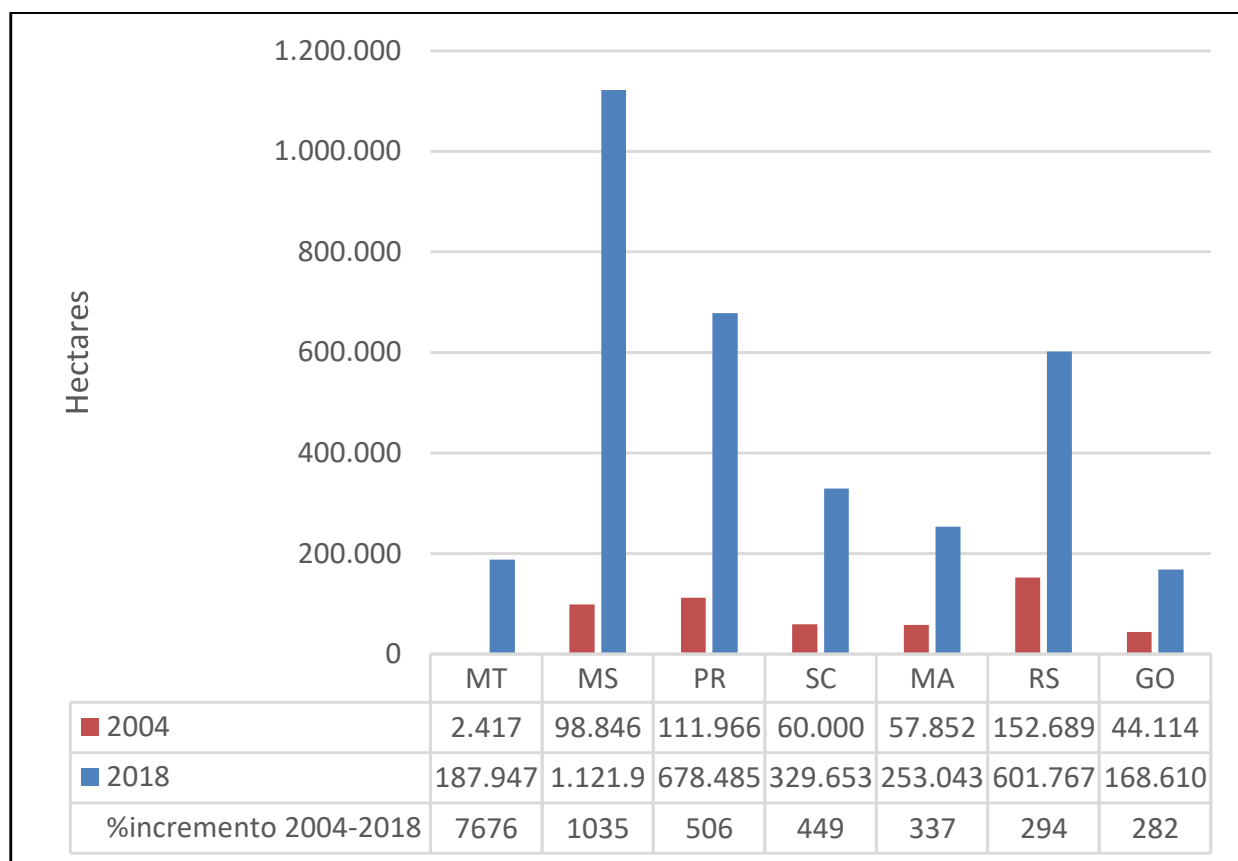
Nos últimos quinze anos, os estados com cultivo de eucalipto que apresentaram maior incremento nas áreas produtivas foram Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, seguidos pelo Paraná (Figura 4).

Em 2018, o Mato Grosso do Sul foi o segundo estado com maior área de eucalipto no Brasil, com 1.121.914 ha. plantados (IBGE, 2019), concentrados no leste do estado, nas microrregiões de Três Lagoas e Paranaíba.

Pode-se considerar que a expansão do eucalipto em Mato Grosso do Sul foi reflexo, a princípio, de Programas Econômicos estabelecidos em meados da década de 1970, o POLOCENTRO (Programa de Desenvolvimento de Cerrado), via Fundo de Investimentos

Setoriais (FISSET), e o PRODECER (Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para Desenvolvimento dos Cerrados). “No Mato Grosso [o desmembramento entre o MT e MS se deu em 1977] nesse período, foram incorporados 39.748,43 hectares, em 851 projetos de reflorestamento, no valor de Cr\$ 327,5 bilhões (US\$178,9 milhões), com recursos do FISSET.” (ABREU, 2001, p. 170). Seguindo a delimitação do Distrito Florestal e incentivados pelos programas governamentais, eucaliptos e pinus foram plantados nos municípios de Ribas do Rio Pardo, Água Clara e Três Lagoas (KUDLAVICZ, 2014, p. 45).

Figura 4 – Estados brasileiros com maior incremento de área de plantio de eucalipto, 2004-2018.



Fonte: ABRAF (2009); PEVS, IBGE (2019). Org.: Gelze Serrat S. C. Rodrigues (2019).

Em 1988, a Chamflora Três Lagoas Agroflorestal, subsidiária da International Paper, iniciou o plantio de eucaliptos na região, para a indústria de papel e celulose, a ser implantada dali cinco anos, o que não ocorreu. Esse fato associado ao fim dos incentivos fiscais provocou o abandono das plantações de eucalipto que foram tomadas pelo fogo e pelas formigas e parte da madeira remanescente utilizada para produção de carvão, empregado nas siderúrgicas de Minas Gerais e de São Paulo (KUDLAVICZ, 2014, p. 18/47).

Em 2007, a troca de ativos da International Paper com a Votarantim Papel e Celulose (VCP), e a instalação da indústria projetada anteriormente; a fusão da VCP com a Aracruz, em 2009, com a consequente criação da FIBRIA; e, a instalação da Eldorado Papel e Celulose, em 2011, na microrregião de Três Lagoas, implicou em nova expansão da área de eucalipto, fazendo com que em 2014, ano em que os eucaliptos da VCP já estavam em idade de corte, o Mato Grosso do Sul já despontasse, juntamente com Minas Gerais, como a área onde a monocultura de eucalipto assumiu grande importância como categoria de uso e ocupação do solo, fazendo com que o município fosse denominado como “capital mundial da celulose” (www.epocanegocios.globo.com)

Outro ponto que favoreceu a expansão do eucalipto no estado foi a formação de um polo guseiro na região de Corumbá (MOTA, 2013, p. 25), o que tem fomentado ainda mais a plantação de eucaliptos. Em 2017, Mato Grosso do Sul foi o quarto maior produtor brasileiro de ferro-gusa, responsável por 3,8 % da produção nacional (SINDIFER, 2018, p. 8).

Nos estados da região sul, tradicionalmente a exploração madeireira foi baseada no corte de araucárias e de outras espécies nativas de menor expressão. No entanto, a escassez da madeira nativa e os incentivos fiscais impulsionaram o plantio florestal, com o objetivo

de substituir a araucária, como matéria-prima, na indústria moveleira e de celulose e papel. Em função das características edafoclimáticas favoráveis e da falta de conhecimento do uso da fibra curta do eucalipto na fabricação de celulose, deu-se preferência ao plantio de pinus.

Percebe-se, contudo, que no início do primeiro decênio dos anos 2000 os estados da região sul apresentaram notável incremento no plantio de eucaliptos, sobretudo em 2012. A crise econômica de 2008/2009, com a valorização do real afetou negativamente as exportações e conseqüentemente a indústria moveleira, principalmente a de compensado, ao contrário da indústria de celulose (MAZZONCHIN, 2016, p. 211).

Além disso, as novas tecnologias, como a impregnação de papel melamínico que confere a cor desejada às placas de eucalipto, associado aos experimentos de mudança genética, que possibilitou tornar a madeira de eucalipto mais flexível e com maior qualidade, viabilizou o uso da madeira de eucalipto na indústria moveleira (MAZZONCHIN, 2016, p. 211).

Muitas empresas do setor, conseqüentemente, resolveram investir no cultivo de eucalipto, tendo em vista que o pinus necessita de 14 a 15 anos para atingir a maturidade, ao passo que o eucalipto em torno de 7 anos (MAZZONCHIN, 2016, p. 211).

Várias indústrias de papel e celulose também se instalaram na região. Em 2014, por exemplo, a Klabin, operando em Telêmaco Borba desde 1946, iniciou a construção da maior fábrica de celulose do mundo, no município de Ortigueira (PR). A unidade começou a operar em abril de 2016, com capacidade de produção de 1,5 milhão de toneladas de celulose (MAZZONCHIN, 2016, p. 218), o que fez com que a microrregião de Telêmaco Borba apresentasse a terceira maior área de plantio de eucalipto do país

Além da Klabin, existem outras importantes indústrias do setor florestal que mantêm suas plantas indústrias localizadas no estado do Paraná, tais como: painéis: Arauco (Jaguariaíva, Arapoti e Piên/ Paraná), Berneck (Araucária) Sudati e Guararapes (Palmas) e Masisa (Ponta Grossa); papel e celulose: Stora Enso (Arapoti) e Rigesa (Curi-tiba). (MAZZONCHIN, 2016, p. 246).

Outra área onde o eucalipto tem se expandido é Marabá (PA) e Açailândia (MA), conhecido como Polo de Carajás, onde é destinado à produção de ferro gusa (MOTA, p. 23, 2013; VITAL e PINTO, 2009, p. 255; UHLIG, A.; GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. T, p. 71, 2008), responsável por 14,5% da produção nacional, em 2017 (SINDIFER, 2018, p. 8).

A expansão da siderurgia na Amazônia Oriental brasileira se deu nos anos de 1980, derivada das políticas de incentivo fiscal do Estado, vinculados ao Programa Grande Carajás, que tinha como objetivo a criação de um complexo industrial em paralelo à Estrada de Ferro Carajás. O programa acabou resultando em uma área grande produtora de ferro gusa, com base em carvão vegetal, inicialmente derivado de vegetação nativa (MOTA, 2013).

Atualmente, existem áreas com plantios de eucalipto para uso dessas indústrias, mas existem muitas dúvidas se essas áreas são suficientes para atender as demandas industriais (MOTA, 2013).

Segundo Vital e Pinto (2011), em 2009, 40% da produção de ferro-gusa à base de carvão vegetal foi concentrada na região dos Carajás e somente 10% da demanda de madeira era atendida por florestas plantadas. O restante era suprido por resíduos de serraria, o que evidentemente é oriundo de matas nativas (MOTA, 2013).

Além do setor siderúrgico, a Suzano Papel e Celulose S/A ins-

talou duas unidades em 2013, em Imperatriz do Maranhão, com o objetivo de produzir celulose e papel *tissue*, que engloba papéis higiênicos, papel toalha e guardanapos, o que pode explicar o avanço dos eucaliptos no estado, com um incremento de mais de 300% em um período de menos de 15 anos.

5. Comentários Finais

Embora o denominado período de incentivos fiscais tenha findado no início dos anos de 1990, desde então o governo tem instituído programas de fomento e criado linhas de crédito setoriais de incentivo ao plantio e manejo de monoculturas florestais, dentre elas do eucalipto, para pequenos e médios produtores, como projeto Rural Sustentável, o Programa de Plantio Comercial e Recuperação de Florestas – PROPFLORA, a linha de crédito do Programa Nacional de Agricultura Familiar - o Pronaf Floresta, com prazos de pagamento, carência e juros anuais muito vantajosos. No mesmo sentido o BNDES continua a apoiar financeiramente a instalação e a ampliação de novas unidades industriais de papel e celulose, bem como de siderurgia.

A análise da dinâmica espacial da eucaliptocultura no Brasil evidenciou que a territorialização do eucalipto se dá acoplada à implantação e operação das várias tipologias de indústrias que o utilizam como matéria-prima, o que se rebate nos tipos de espécie utilizadas. Considerando os três estados com maior concentração de eucalipto, em Minas Gerais, a maior parte da produção é destinada para a produção de carvão vegetal, e em Mato Grosso do Sul e São Paulo, para papel e celulose. Manchas essas que se constituem no entorno dessas indústrias, em torno de 200 km, pois o fator distância se reflete na rentabilidade do produto, devido aos custos com o transporte da matéria-prima.

Os Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul tiveram nes-

ses últimos 15 anos o maior incremento em áreas de plantio de eucalipto. Embora a base florestal de eucalipto em 2018, no Mato Grosso, fosse de aproximadamente 188 mil ha, não tendo grande representatividade territorial, considera-se que em cenário tendencial, o Mato Grosso, juntamente com Maranhão despontem como territórios com grande extensão de eucaliptos.

Referências

- ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico da ABRAF: ano base 2008**. Brasília: ABRAF, 2009.
- ABREU, S. **Planejamento Governamental: a SUDECO no espaço matogrossense**. Contexto, propósitos e contradições. 2001. 323 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- ACSELRAD, H. (Org.). **Políticas territoriais, empresas e comunidades: o neoextrativismo e a gestão empresarial do “social”**. Rio de Janeiro: Garmond, 2018.
- ANTONANGELO, A.; BACHA, C. J. C. As Fases da Silvicultura no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**. Rio de Janeiro, v. 52, n.1, p. 207-238, 1998.
- Bacha, C. J. C. **A dinâmica do desmatamento e do reflorestamento no Brasil**. Piracicaba, Esalq/USP, 1993. (Tese de Livre Docência.)
- BRASIL. **Decreto-Lei nº 1.307, de janeiro de 1974**. Dispõe sobre a aplicação dos recursos derivados dos incentivos fiscais, deduzidos do Imposto de Renda, e dá outras providências.
- BRASIL. **Programa Nacional de Papel e Celulose**. Brasil: Conselho de Desenvolvimento Econômico, 1974.
- BRASIL. **Decreto-Lei nº 1.134, de 16 de novembro de 1970**. Altera a sistemática de incentivos florestais concedidos a empreendimentos florestais.
- BRASIL. **Decreto-Lei nº 289, de 28 de fevereiro de 1967**. Cria o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal e dá outras providências.
- BRITO, J. O. Carvão vegetal no Brasil: Gestões Econômicas e Ambientais.

- Estudos Avançados Edição Especial**, v. 9. São Paulo: USP, 1995. p. 203-208.
- ETAPA. Agronegócios. Assessoria em Projetos Agropecuários. **Estudo de Impacto Ambiental da Fazenda Palma da Babilônia**, 2016.
- FREITAS JÚNIOR, G. **O Eucalipto no Vale do Paraíba Paulista: aspectos geográficos e históricos**. 2011. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- GLOBO. Três Lagoas – Capital mundial da celulose. **Época Negócios**. s/data. Disponível em: epocanegocios.globo.com. Acesso em: 22 de maio de 2020
- GOLDSTEIN, L. **Aspectos da Reorganização do Espaço Brasileiro face às novas relações de intercâmbio. Uma Análise geográfica do reflorestamento e da utilização da madeira por indústrias de celulose**. 1975. Tese (Tese de Livre Docência) - Universidade de São Paulo, USP, 1975.
- IBGE. **PEVS – Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, 2018**. BRASIL: IBGE, 2019. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 5 out. 2019.
- KUDLAVICZ, M. **A territorialização da monocultura do eucalipto: um estudo da região leste do Mato Grosso do Sul**. Novas Edições Acadêmicas, 2014.
- LADEIRA, H. P. **Quatro décadas de Engenharia Florestal no Brasil**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 2002.
- LEÃO, R. M. **A floresta e o homem**. SP: EDUSP/IPEF, 2000.
- MARCOVITC, J. **Projetos Sustentáveis de Oito Empresas Brasileiras**. Relatório Final de Pesquisa. Disponível em: <http://www.usp.br/mudarfuturo/cms/wp-content/uploads/290808MClimaEstrEmpr.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2019.
- MARQUES, M. I. M. Considerações sobre a expansão da indústria de papel e celulose no Brasil a partir do caso da Suzano Papel e Celulose. **GEOgraphia**. Rio de Janeiro, v. 17, n. 35, p. 120-147, 2015.
- MARTINI, A. J. **O plantador de eucaliptos: a questão da preservação florestal no Brasil e o resgate documental do legado de Edmundo Navarro de Andrade**. 2004. 332 f. Tese (Doutorado em História Social) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

- MAZZOCHIN, M. S. **A dinâmica geoeconômica do setor florestal brasileiro: da gênese a reestruturação**. 2016. 309 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.
- MERCANTE, M. A. **O processo de reflorestamento em áreas de Cerrado e seus efeitos ambientais – o caso do Mato Grosso do Sul**. 1994. 236 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- MONTEBELLO, A. E. S.; BACHA, C. J. C. Análise do processo de configuração desigual do setor de celulose e papel no Brasil. **Pesquisa & Debate**. São Paulo, v. 23, n. 2 (44), p. 267-294, 2013.
- MORELLO, T. F. **Carvão vegetal e siderurgia: de elo perdido a solução para um mundo pós-Kyoto**. 2009. 171 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- MOTA, F. C. M. **Análise da cadeia produtiva do carvão vegetal oriundo do Eucalyptus sp. no Brasil**. 2013. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- MULS, N. C. Modernização e Industrialização da Agricultura em Direção a uma Fabrição do Processo de Trabalho? **Raízes. Revista de Ciências Sociais e Econômicas**. v. 16, n.15. Campina Grande: UFCG, 1997.
- PINHEIRO, A. L.; PINHEIRO, D. T.; COUTO, L. Dendrologia. In: VALE, A. B. et al. **Eucaliptocultura no Brasil: silvicultura, manejo e ambiência**. Viçosa, MG: SIF, 2014.
- QUEIROZ, L.R.S. & BARRICHELO, L.E.G. 1. ed. **O Eucalipto: um século no Brasil – 1908-2008**. Antônio Belline. Duratex. São Paulo, 2007.
- SANTOS, J. R. **A dinâmica territorial das indústrias de celulose e papel: a expansão no Brasil e a incorporação do Rio Grande do Sul**. 2012. 308 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.
- SBS- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. Distritos Florestais. **Revista Silvicultura**. SP: SBS, maio-junho de 1976.
- SHIKIDA, Pery Francisco A. **A evolução diferenciada da agroindústria canavieira no Brasil de 1975 a 1995**. Cascável, PR: Edunioeste, 1998.

SINDIFER - SINDICATO DA INDÚSTRIA DE FERRO NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Anuário Estatístico 2017**. SINDIFER: MG, 2017. Disponível em: http://www.sindifer.com.br/institucional/anuario/anuario_2017.pdf. Acesso em: 29 out. 2018.

SOTO, F. A. B. **Da indústria de papel ao complexo florestal no Brasil: o caminho do corporatismo tradicional ao neocorporativismo**. 1992. Tese (Doutorado em Economia). – Instituto de Economia, Universidade de Campinas, Campinas, 1992.

TEIXEIRA, G. **A expansão da eucaliptocultura no estado de Minas Gerais e a configuração de novos usos do território**. 2018. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

UHLIG, A.; GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. T. O uso de carvão vegetal na indústria siderúrgica brasileira e o impacto sobre as mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Energia**, v. 14, n. 2, p. 67-85, 2008.

VENTURIN, N. et al. Histórico. In: VALE, A. B. et al. **Eucaliptocultura no Brasil: silvicultura, manejo e ambiência**. Viçosa, MG: SIF, 2014.

VITAL, M. H. F.; PINTO, M. A. C. **Condições para a sustentabilidade da produção de carvão vegetal para fabricação de ferro-gusa no Brasil**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 30, p. 237-297, set. 2009.



Capítulo 2

SISTEMAS AMBIENTAIS NATURAIS E NÚCLEOS DE CONCENTRAÇÃO DE EUCALIPTOS

Jurandyr Luciano Sanches Ross

1. Introdução

O cultivo de variedades da espécie vegetal conhecida como Eucalipto tem uma longa história como planta exótica importada da Austrália a mais de 100 anos. Sua introdução no território brasileiro deu-se inicialmente em função da produção de madeira para consumo no transporte ferroviário e indústrias movidas a máquinas a vapor que necessitavam de muita lenha para alimentar as caldeiras. Os primeiros cultivos foram fruto das iniciativas de empresas privadas que necessitavam dessa matéria-prima como fonte de energia para queima nas máquinas a vapor.

Foi no Estado de São Paulo, por concentrar a maior densidade de linhas ferroviárias e o maior número de indústrias, ambas impulsionadas pela economia baseada na agricultura do café, onde o cultivo do eucalipto mais se expandiu ao longo da primeira metade do século XX. A partir da década de 1960, o Estado brasileiro passou a adotar políticas públicas no sentido de ampliar o cultivo de espécies exóticas para produção de madeira com destaque para a variedade de espécies do eucalipto australiano e de coníferas com variedades de pinus oriundos dos países europeus e da América do Norte. Neste contexto de implementar o cultivo destas plantas exóticas como política de Estado, o braço executivo responsável pelo planejamento, implantação e controle dos projetos de cultivo ficou a cargo do IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, que na década de 1990 foi incorporado ao

IBAMA-Instituto Brasileiro do Meio Ambiente.

Por meio dos incentivos fiscais houve um significativo incremento da atividade de silvicultura, que só não foi maior em função da baixa demanda de mercado para consumo de madeira que não fosse para produção de lenha e carvão. O crescimento foi progressivamente aumentando no ultimo quartel do século XX, à medida que se instalavam e ou se ampliavam indústrias de papel e celulose para abastecimento do mercado interno e sobretudo para exportação. Na atualidade o espectro de utilização da madeira procedente da silvicultura atende o tradicional mercado de lenha e de carvão vegetal e como matéria prima para diversos setores industriais. O cultivo de florestas plantadas é uma necessidade crescente no Brasil em função das diversas demandas internas e externas de madeira como matéria-prima para construção civil, móveis, papel e celulose. Como fonte de energia a lenha para as indústrias cerâmicas, alimentícia, agroindústria e secadores de grãos como soja, milho, arroz, café entre outros. A fonte de energia de maior destaque, entretanto está na utilização do eucalipto para a produção de carvão vegetal utilizado nas indústrias siderúrgicas.

Na década de 1970, o IBDF, através de consultoria especializada, produziu um documento denominado “Zoneamento Ecológico Esquemático”, elaborado pelos pesquisadores Lamberto Golfari, Roberto L. Caser e Vicente P. G. Moura (1978), vinculado ao Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal. Este zoneamento identificou e definiu vinte e seis Zonas Bioclimáticas no território brasileiro, tomando como referências geográficas a altitude do relevo, tipo de cobertura vegetal natural, tipo de clima (classificação climática), destacando a temperatura média anual, as precipitações médias anuais, o regime de chuvas, a deficiência hídrica e a ocorrência ou não de geadas.

O zoneamento não considerou aspectos mais específicos da base geológica (rochas e minerais), geomorfológica (morfologias do relevo) e pedológica (tipologia de solos). Ainda que o referido zoneamento tenha deficiências de informações frente a escala de análise e de mapeamento, mostrou-se bastante útil e certamente orientou os interesses de investimentos em silvicultura, tanto do eucalipto quanto de coníferas no Brasil.

Ao analisar-se a tabela síntese do zoneamento do IBDF, pode-se afirmar que poucas zonas do território brasileiro apresentam sérias restrições ao cultivo de florestas plantadas na perspectiva bioclimática. Estas zonas são as que apresentam elevado déficit hídrico, ou seja, as zonas que estão na região de clima semiárido do interior do nordeste brasileiro e nas áreas de transição do semiárido para o semiúmido no entorno do polígono das secas. As zonas bioclimáticas que se encontram no Centro-Oeste brasileiro, ainda que tenham déficit hídrico prolongado de 3 a 5 meses, não oferece restrição ao cultivo de florestas plantadas devido ao abundante período chuvoso de verão. As demais regiões climáticas, como a Amazônica, a Tropical Atlântica, a Tropical semiúmida e a Subtropical não apresentam período com déficit hídrico prolongado, não sendo, portanto, restritivas ao plantio de eucalipto.

Pode-se ter alguma restrição frente às geadas frequentes, como ocorre com a zona que abrange áreas de altos Planaltos nos territórios dos Estados no sul do Paraná, centro e oeste de Santa Catarina e nordeste do Rio Grande do Sul, cujas condições climáticas subtropicais úmidas são mais favoráveis ao cultivo das coníferas tanto da nativa Araucária (*Araucaria angustifolia*) como das espécies exóticas de pinus.

Isto, entretanto não significa restrição absoluta às espécies de eucaliptos que são resistentes às geadas. Nesta situação ecológica

a restrição que ocorre, relativo aos eucaliptos, é a profundidade dos solos, com ocorrências localizadas de Neossolos Litólicos muito rasos e pedregosos em relevos muito inclinados, mas que não são restritivos aos pinus que se desenvolvem bem. Prevalece nessa zona relevos altos, geralmente acima de 1000 metros mantidos pelas rochas vulcânicas (basaltos, diabásios e riolitos) que conferem excepcional fertilidade natural dos solos.

As demais zonas apresentam déficit hídrico nulo ou moderado e, portanto, não restritivos às florestas cultivadas sejam elas de coníferas ou de eucaliptos. Nessas zonas, as restrições que ocorrem, são localizadas e descontínuas associadas às condições de relevo muito íngremes, solos rasos, pedregosos ou inexistentes relacionados as composições rochosas muito específicas.

Assim sendo, o objetivo deste capítulo é mostrar e analisar a relação entre o Zoneamento Ecológico Esquemático, elaborado pelo IBDF na década de 1970 e as áreas de concentração de florestas plantadas de eucalipto no contexto dos sistemas ambientais naturais do Brasil. Esse zoneamento identificou inúmeras Zonas Bioclimáticas com potencialidades ou restrições para prática da silvicultura com florestas plantadas de espécies exóticas como eucalipto e pinus. Após decorridos quarenta anos, este capítulo busca colocar em evidência as áreas geográficas com maior presença de cultivos do eucalipto, procurando associar tais concentrações às condições naturais da base geológica, do relevo, dos solos e da disponibilidade hídrica definida pelo regime das chuvas anuais, expressas nos diversos sistemas ambientais naturais do Brasil.

2. Principais estados no cultivo de florestas de eucalipto

As florestas plantadas no território brasileiro são preferencialmente as de eucalipto porquê de fato é a espécie mais versátil, apre-

senta crescimento rápido e é muito adaptável às condições climáticas tropicais úmidas e semiúmidas dominantes no país e às subtropicais úmidas do sul, abrangendo os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Os dados do IBGE (2018) sobre as áreas plantadas de eucalipto indicam que os estados que se destacam neste tipo de cultivo, com áreas superiores a 200 mil hectares, tanto estão em clima tropical como no clima subtropical. Os estados com áreas de cultivo inferiores a 200 mil hectares estão nas zonas com dominância de clima semiárido onde além do elevado déficit hídrico há fortíssima restrição relativa aos solos que são preferencialmente rasos e pedregosos. Isto não implica que haja áreas restritas no interior do polígono das secas que possam ter cultivo de florestas plantadas de eucalipto, pois, tendo em vista corresponderem a relevos baixo, planos e mais úmidos às margens de cursos d'água, são ocupadas atualmente por atividades produtivas de ciclo curto, estrategicamente mais necessárias à sobrevivência humana, como a produção agrícola de alimentos, a pecuária de corte e leite, e à agricultura irrigada, voltadas predominantemente para a produção de frutas para abastecimento nacional e exportação.

Deste modo, os estados do Piauí, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Rio Grande do Norte e Sergipe possuem restritas áreas cultivadas de eucalipto. Nesses estados a madeira para fonte de energia, ou seja, lenha, é obtida por meio de desmatamento da mata seca da caatinga ou das matas secundárias da Floresta Tropical Atlântica.

Os estados do domínio da floresta Amazônica apresentam relativamente áreas pouco cultivadas com eucalipto com ocorrências nos estados do Pará, do Amapá que têm algumas áreas de concentração de cultivo no baixo vale do rio Jari onde a produção é voltada principalmente para a indústria de papel/celulose, ou ain-

da no baixo vale do rio Tocantins nos arredores do eixo Marabá-Paraopeba no Pará, e Açailândia e Imperatriz no Maranhão, onde a madeira de eucalipto fornece matéria-prima para as indústrias siderúrgicas locais para produção de carvão e ferro-gusa e papel e celulose. Nos demais estados amazônicos praticamente não há cultivo ou são irrisórias as áreas, face a grande disponibilidade de madeira de floresta nativa.

Os grandes produtores de madeira de eucalipto com áreas cultivadas entre aproximadamente 200 mil e 1,9 milhão de hectares cultivados são, em ordem decrescente: Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, Bahia, Santa Catarina, Espírito Santo, e Maranhão (Tabela 1).

Tabela 1 – Estados com áreas de plantio de eucalipto superiores a 200 mil hectares em 2018

Unidades da Federação	Área (ha)
Minas Gerais	1.966.626
Mato Grosso do Sul	1.121.914
São Paulo	917.550
Paraná	678.485
Rio Grande do Sul	601.767
Bahia	593.404
Santa Catarina	329.653
Espírito Santo	276.082
Maranhão	253.043

Fonte: PEVS, IBGE (2018). Org.: Autor (2019).

Esses estados, de modo genérico, podem ser separados em duas grandes categorias (Tabela 2). Os estados de São Paulo, Paraná,

Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Bahia, Espírito Santo e Maranhão têm as florestas voltadas para produção de madeira como matéria-prima para a indústria de papel, celulose e secundariamente para outros setores industriais como por exemplo a moveleira, construção civil e secadores de grãos. O estado de Minas Gerais, detentor da maior área de cultivo de florestas de eucalipto do país, tem como maior foco a produção de madeira como fonte de energia, produzindo carvão vegetal para a indústria siderúrgica.

Tabela 2 – Principais tipos de uso do eucalipto em estados com área de plantio superior a 200 mil ha em 2018

Estados	Carvão vegetal (t)	Lenha (m7)	Papel e celulose (m7)	Outras finalidades (m7)
São Paulo	114.104	5.041.679	13.965.687	6.067.983
Minas Gerais	5.094.242	6.513.804	7.136.759	6.200.390
Paraná	58.882	11.058.270	7.032.126	4.726.479
Rio Grande do Sul	20.672	9.429.757	7.010.573	3.517.879
Mato Grosso do Sul	101.882	866.652	17.511.680	428.785
Bahia	157.214	262.741	13.763.068	301.521
Santa Catarina	11.679	6.622.607	196.844	2.861.256
Espírito Santo	22.913	250.513	3.114.221	1.529.891
Maranhão	380.527	43.885	3.270.661	-

Fonte: PEVS, IBGE (2018). Org.: Autor (2019).

O cultivo de florestas, quer seja de eucalipto, a mais praticada, ou de coníferas, sobretudo pinus, a segunda mais cultivada entre outras de menor presença como teca, acácia negra, cedro australiano, mogno africano, seringueira, são preferencialmente cultivadas em condições de relevo e ou de solos menos aptos para agricultura mecanizada de grãos, café, cana-de-açúcar e citros, cultivos que exigem relevos pouco declivosos e/ou solos mais férteis. Estes cultivos, predominantemente de alimentos, ocupam extensas áreas de planaltos e chapadas com solos profundos e bem desenvolvidos e em função disto se caracterizam por terras extremamente valorizadas cujos preços por hectare são incompatíveis para a prática da silvicultura em face da relação de custo da terra frente aos benefícios esperados com o tempo mais longo para retorno do investimento. Deste modo, as terras de custos mais compatíveis com a silvicultura encontram-se nas áreas onde as condições de relevo são mais declivosas, como morros e serras, com solos menos aptos para a agricultura de alimentos em sistema mecanizado de produção ou mesmo de pecuária de cria e corte.

3. Florestas Plantadas e os Sistemas Ambientais Naturais

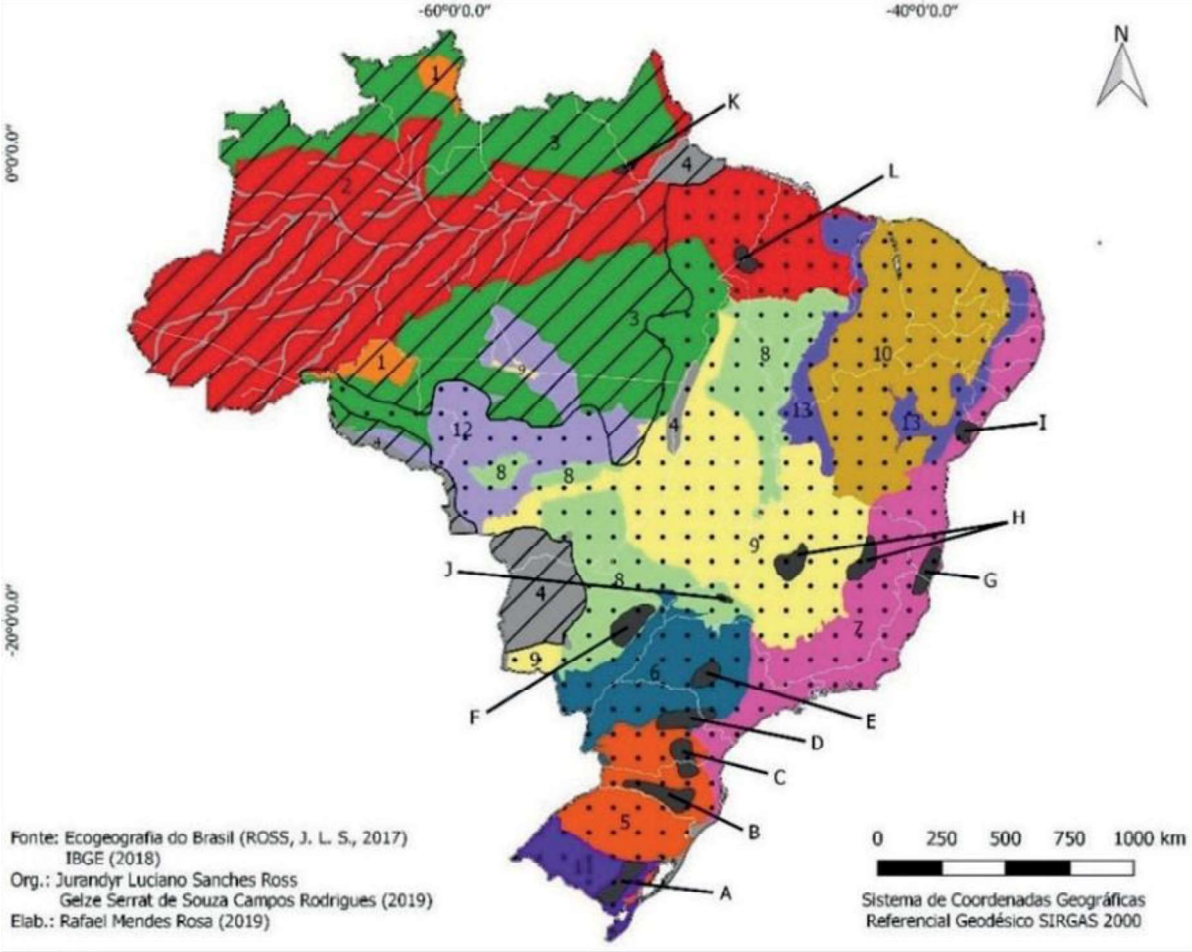
Conforme indica os dados do IBGE (2019) sobre as áreas plantadas, o Brasil tem aproximadamente 7,5 milhões de hectares de florestas cultivadas com eucalipto. A figura 1 apresenta os Sistemas Ambientais Naturais e Antropizados e indica doze áreas no território nacional que concentram extensas áreas contínuas de eucalipto. Essas áreas estão preferencialmente localizadas nas regiões sul e sudeste do país, em grande parte vinculadas às grandes indústrias de papel e celulose e às indústrias siderúrgicas presentes em diversos sistemas ambientais.

Seguindo do sul para o norte, o polígono identificado pela le-

tra A está em território do Rio Grande do Sul, no bioma dos Campos Limpos subtropicais conhecido por Pampa Gaúcho. Vale ressaltar que além da área de maior concentração de eucaliptos indicada na figura 1, o Pampa Gaúcho apresenta grande ocorrência de eucaliptos distribuídos de forma esparsa por toda a área pampeana. Essa área corresponde ao Planalto Sulriograndense, esculpido em rochas cristalinas e cristalofilianas do Pré-Cambriano Superior com destaque para rochas metamórficas, como gnaisses e migmatitos, intrusivas como os granitos, e resíduos de coberturas sedimentares antigas com a presença de calcários e dolomitos.

As formas do relevo são constituídas por morros baixos e colinas cujas declividades predominantes oscilam entre 10 e 20%, e não ultrapassam os 450 metros de altitude. Estas formas de relevo são recobertas por grande diversidade de solos entre os quais os Argissolos Vermelho-amarelos, os Cambissolos háplicos, os Neossolos Litólicos e afloramentos rochosos nos setores mais inclinados. A cobertura vegetal é constituída pelos campos limpos naturais, consorciados com bosques descontínuos de baixa floresta subtropical que aparecem nos baixios mais úmidos e solos mais espessos. As chuvas apresentam uma certa regularidade na distribuição anual com volumes entre 1500 a 1750mm/a, e as temperaturas médias das máximas registradas oscilam entre 28 e 32°C. enquanto as médias das mínimas estão entre 10 e 13°C. O bioma dos Pampas é tradicionalmente utilizado com a prática centenária de pecuária bovina de cria e corte, entretanto vem sendo progressivamente expandido o cultivo de eucaliptos e de outras espécies vegetais, para a produção de madeira para consumo regional e principalmente para a produção de papel e celulose. O estado do Rio Grande do Sul tem 601.767 ha (IBGE, 2018) de eucalipto, distribuído por quase todo o território gaúcho, com exceção das regiões norte e noroeste do estado, onde prevalece agricultura mecanizada de grãos.

Figura 1 - Sistemas Ambientais e Núcleos de Concentração de Eucalipto




Autor: Jurandyr Ross (2020)

Legenda


Antropização do território

 Áreas pouco antropizadas


 Áreas muito antropizadas


Sistemas ambientais naturais

 1 - Domínio dos enclaves de campos cerrados na floresta amazônica

 2 - Domínio da floresta tropical amazônica densa

 3 - Domínio da floresta tropical amazônica aberta


 4 - Domínio das planícies fluviais, marinhas e pantanais

 5 - Domínio das florestas subtropicais - campos limpos naturais na bacia do Paraná

 6 - Domínio da floresta tropical semidecidual na bacia do Paraná


 7 - Domínio da floresta de encosta e semi-decidual do planalto atlântico


 8 - Domínio de cerrados (savanas) tropicais semi-úmidos nas bacias sedimentares

 9 - Domínio de cerrados (savanas) tropicais semi-úmidos no cristalino

 10 - Domínio da caatinga de clima semi-árido

 11 - Domínio dos campos naturais sub-tropicais - Campanha gaúcha

 12 - Domínio das áreas de transição cerrado/floresta tropical amazônica

 13 - Domínio da transição mata atlântica - caatinga - cerrado

Núcleos com concentração de eucalipto

A - Campos naturais subtropicais (pampa) coxilhas no planalto sul riograndense

B - Floresta subtropical - araucária - vale rio Pelotas - segundo/terceiro planalto Santa Catarina

C - Floresta subtropical - araucária - vale do Iguaçu - segundo/terceiro planalto Paraná

D - Floresta tropical semi-decidual - segundo planalto Paraná/São Paulo

E - Floresta tropical semi-decidual - depressão periférica - planalto de Botucatu

F - Savana tropical (cerrado) - planalto bacia sedimentar do Paraná - Mato Grosso do Sul

G - Mata atlântica - tabuleiro costeiro - Espírito Santo e sul da Bahia

H - Mata atlântica - savana (cerrado) - planalto atlântico - Jequitinhonha/quadrilátero ferrífero/Doce/São Francisco

I - Mata atlântica - tabuleiro costeiro - Bahia

J - Savana (cerrado) - chapada de Araguari-Uberlândia - alto rio Araguari

K - Floresta amazônica densa - baixo rio Jari-AP

L - Floresta amazônica densa - baixo rio Tocantins

A área indicada pela letra B está no estado de Santa Catarina, nos Segundo e Terceiro Planaltos, acompanhando aproximadamente o vale dos rios Canoas e Pelotas. O estado detém 329.653 ha com plantações de eucalipto. O cultivo se estende por praticamente todo o território estadual, mas a maior concentração é observada na área anteriormente indicada. Além do eucalipto, são observadas áreas com cultivo de pinus concentrados no Sistema Ambiental de domínio das Florestas Subtropicais e Campos Naturais. As condições geomorfológicas desses planaltos, que estão em altitudes entre 1000 e 1200m, são determinadas pela ocorrência de derrames e intrusões de lavas vulcânicas com rochas de basalto, diabásio e riolitos. Esta última, vulcânica ácida, encontra-se nos topos aplanados e mais elevados da unidade ambiental. As formas de relevo se alternam entre patamares estruturais delimitados por degraus escarpados abruptos definidos pelas diversas fases de derrames vulcânicos, consorciados com vales estreitos e profundos esculpidos nas rochas vulcânicas e colinas amplas que ocorrem nos divisores de águas.

Há uma grande relação entre as morfologias do relevo e os tipos de solos que aí ocorrem. Nas vertentes escarpadas dos vales e patamares estruturais prevalecem solos pedregosos, os Neossolos Litólicos e Cambissolos, enquanto nas superfícies menos inclinadas dos patamares e colinas estão os Nitossolos (Terra Roxa) e os Nitossolos Brunos, estes associados aos riolitos e, portanto, encontrados nas superfícies mais elevadas e aplanadas de topo. As condições climáticas indicam volumes de chuvas entre 1500 a 2200mm/a com distribuição bem regular ao longo do ano. As temperaturas médias das máximas anuais estão entre 26 e 28°C e das médias das mínimas entre 6 e 8°C. As geadas são frequentes, com ocorrência em média de 30 episódios por ano e de neve em áreas mais elevadas e restritas.

A área indicada pela letra C na figura 1 se encontra na unidade dos Sistemas Ambientais naturais representado pelo Domínio das Florestas Subtropicais-Campos Limpos naturais na bacia do Paraná, mais especificamente na região do médio vale do rio Iguaçu em área do Segundo e Terceiro Planaltos Paranaense. As características morfológicas apresentadas pelo relevo do médio vale do Iguaçu se assemelham muito ao que ocorre no centro-oeste de Santa Catarina, ou seja, formas de morros, patamares estruturais, vertentes escarpadas, vales estreitos e muito entalhados com predomínio de vertentes com declividades acentuadas que não favorecem a prática de agricultura mecanizada. As condições pedológicas, entretanto, se mostram com solos mais férteis decorrentes da origem dos basaltos. Estão entre estes os Nitossolos, nos setores menos inclinados, e os Neossolos Litólicos e Cambissolos, nas vertentes mais íngremes. As condições climáticas se assemelham ao que ocorre na área B, ou seja, chuvas bem distribuídas durante o ano todo com volumes que oscilam entre 1500mm/a e 2200mm/a.

Nessa área, como em todo o sul do Estado do Paraná, além dos cultivos de eucaliptos também se cultivam as coníferas, tanto exóticas, como as espécies de pinus, como a nativa araucária, que apesar da taxa de crescimento mais lenta, é importante matéria-prima para a indústria moveleira.

A área de concentração indicada pela letra D encontra-se no estado do Paraná, no chamado Segundo Planalto Paranaense, estendendo-se até o sul do estado de São Paulo, respectivamente nas altas bacias dos rios Piquiri e Paranapanema. As altitudes estão acima de 800m. As condições ambientais são ligeiramente distintas das áreas anteriores. Prevaecem nessa região formas de relevo em colinas amplas com vertentes de baixas a médias declividades entre 10 a 20%, com solos predominantemente profundos tipo Latossolos

Vermelho-Amarelos associados aos Argissolos Vermelho-Amarelos e Cambíssolos Háplicos. Essa área encontra-se no domínio da Floresta Tropical semidecidual, com volume de chuvas entre 1300 e 1500mm/ano e período seco com déficit hídrico em torno de três meses ao ano. As médias térmicas anuais oscilam entre 18 e 22°C e a média das mínimas entre 10° e 14°C.

As duas áreas de concentração de florestas plantadas no estado do Paraná estão relacionadas com o setor industrial do papel e celulose e secundariamente à indústria moveleira. Entretanto, são encontradas áreas de cultivo de eucalipto por todo o estado, à semelhança do que ocorre em Santa Catarina, em função da produção de madeira para fins diversos, dentre os quais como fonte de energia para secadores de grãos. O Paraná é o quarto estado em área plantada de eucaliptos, com 678.485 mil ha.

A área indicada com a letra E, também está no Domínio da Floresta Tropical semidecidual, e encontra-se no médio vale do rio Tietê, nas terras da Depressão Periférica Paulista e do Planalto Residual de Botucatu. Abrange formas de relevo preferencialmente de colinas com declividades médias entre 10 e 20%, com solos tipo Latossolos Vermelho-Amarelos, textura média, derivados sobretudo dos arenitos eólicos das Formações Botucatu/Piramboia e dos arenitos do Grupo Bauru. As altitudes oscilam entre 600 a 800m, com volumes anuais de chuvas na ordem de 1300mm/a, temperaturas médias anuais na ordem de 18 a 22°C e média das mínimas em torno dos 14°C.

O estado de São Paulo é o terceiro maior do país em área com cultivo de eucaliptos, somando aproximadamente 900 mil ha. A distribuição se dá por todo centro e leste do estado com os fragmentos de florestas plantadas espalhados de forma difusa. Nos últimos anos houve uma significativa expansão e adensamento das áreas de

cultivo nas terras do Planalto Atlântico no alto vale do rio Paraíba do Sul, no leste do estado. Esta expansão, atrelada ao setor industrial de papel e celulose, ocorre sobre pastagens degradadas de baixa produtividade em condições de relevo de morros com declividades acentuadas, entre 20% e 30%, e solos relativamente profundos do tipo Argissolos textura argilosa associados aos menos profundos Cambissolos Háplicos.

A letra F indica a área com maior densidade de cultivo de eucaliptos no estado de Mato Grosso do Sul, localizada na região de Três Lagoas. O estado é o segundo maior do país em área cultivada com eucaliptos, com 1.121 mil ha concentrados na região leste. A região é caracterizada por clima tropical semiúmido com vegetação de Domínio dos Cerrados (savana arbórea densa). As temperaturas médias das máximas estão em torno dos 28° a 32°C e as chuvas somam volumes entre 1500/a e 1800mm/a com acentuado período seco de quatro meses e marcante déficit hídrico. Em contrapartida, as condições de relevo são extremamente favoráveis apresentando formas em colinas amplas de topos planos a levemente inclinados, com declividades dominantes abaixo de 10%. Os solos são profundos, bem desenvolvidos, mas predominantemente de textura média arenosa, denominados de Latossolos Vermelho-Amarelo de baixa fertilidade natural.

As áreas indicadas pelas letras G e I apresentam concentração de plantação de eucaliptos sobre os Tabuleiros Costeiros no Domínio da Floresta Tropical Atlântica. Essas áreas encontram-se no norte do estado do Espírito Santo e no sul da Bahia e também no norte baiano, respectivamente. Os tabuleiros costeiros com altitudes entre 30 e 50m e declividades dominantes muito baixas entre 5 e 10%, com formas de relevo em colinas amplas de topos planos, são extremamente favoráveis à mecanização agrícola e florestal. Os solos dominantes são os Latossolos, de textura média arenosa, de baixa ferti-

lidade natural. Os volumes anuais de chuvas oscilam entre 1500/a e 2000mm/a com curto período pouco menos úmido de três meses e praticamente sem déficit hídrico. Os cultivos nessas áreas de maior concentração estão vinculados ao setor industrial de produção de celulose voltados à exportação. Os estados da Bahia e Espírito Santo têm respectivamente 593 mil e 276 mil ha de florestas plantadas.

Minas Gerais, detentor da maior área de cultivo de eucalipto no país, com 1,9 milhão de hectares, tem plantações espalhadas por todo o estado. A madeira de eucalipto é preferencialmente voltada para produção de carvão vegetal utilizado nas indústrias siderúrgicas do estado. Por se tratar de grande produtor de minério de ferro e fabricante de produtos siderúrgicos, as indústrias concentradas no Vale do Aço têm grande demanda por carvão vegetal. Neste contexto as condições naturais contam a favor da expansão da silvicultura de eucaliptos no estado em face do relevo em forma de morros e de colinas com declividades médias a altas, entre 10 e 30%. Grande parte do estado está em terrenos do Planalto Atlântico com altitudes que oscilam entre 800 e 1400m. Os solos são bem desenvolvidos, prevalecendo os Argissolos Vermelho-Amarelos em associação com os Cambissolos Háplicos.

As maiores densidades de cultivo estão no alto vale do Jequitinhonha e no alto vale do São Francisco, no Domínio da Vegetação de Cerrado aberto com clima tropical semiúmido, com volumes de chuvas anuais entre 1500 e 1800mm/a. concentradas no verão e temperaturas médias entre 30 e 32°C. As terras são pouco valorizadas em função das extensas áreas de pastagens degradadas de baixa produtividade associadas às características naturais de clima, relevo e solos.

No Triângulo Mineiro, com destaque o alto vale do Paranaíba, encontra-se outra área de concentração de cultivo do eucalipto, vol-

tada preferencialmente para produção de placas, matéria-prima para a indústria moveleira. Corresponde à área identificada com a letra J. As condições naturais são diferentes do restante do estado, pois o Triângulo está sobre os sedimentos da bacia do Paraná, com relevos altos, mas de topos planos caracterizados por chapadas, solos profundos tipo Latossolos Vermelhos argilosos. As condições climáticas são as típicas do Clima Tropical semiúmido, ou seja, chuvas concentradas no verão com 4 a 5 meses secos e significativo déficit hídrico.

A área identificada pela letra K, localiza-se no baixo vale do rio Jari nos Estados do Pará e Amapá. O cultivo de eucalipto nesta região vincula-se à indústria de celulose voltada para exportação. As condições naturais são relacionadas ao Domínio da Floresta Amazônica Densa, com relevos esculpidos nos sedimentos da bacia Amazônica Oriental, prevalecendo colinas amplas e solos profundos tipo Latossolos Vermelho-Amarelo. As chuvas anuais apresentam volumes entre 1700 e 2500mm/a com temperaturas médias das máximas entre 32 e 34°C.

Os estados do Pará e Amapá têm respectivamente 152 e 49 mil hectares cultivados com floresta de eucaliptos. No caso do estado do Pará há uma outra área de concentração de cultivo no baixo vale do Tocantins, região de Marabá, estendendo-se para o oeste do Maranhão, no Domínio da Floresta Amazônica Densa, em função da produção de carvão vegetal para atender a demanda das indústrias siderúrgicas locais. A região é um polo em expansão da siderurgia favorecida pela mineração do ferro da Serra de Carajás e da ferrovia que liga a área mineradora ao porto no litoral do Maranhão.

A área identificada pela letra L localiza-se no Maranhão, na cidade de Imperatriz, onde além do setor siderúrgico, a Suzano Papel e Celulose S/A instalou duas unidades em 2013, com o objetivo de produzir celulose e papel tissue, que engloba papéis higiênicos, pa-

pel toalha e guardanapos, o que pode explicar o avanço dos eucalip-
tos no estado, com um incremento de mais de 300% em um período
de menos de 15 anos.

4. Considerações finais

O vasto território brasileiro tem aproximadamente 70% de área, dos 8.5 milhões de quilômetros quadrados, antropizada, restando as terras florestadas da Amazônia, os pantanais, e as áreas restritas de mata primária e secundária da Floresta Tropical Úmida, da Savana ou do Cerrado. Grande parte desses 70% de terras ocupadas são subutilizadas com pecuária bovina extensiva e, portanto, são de baixa produtividade. As terras agrícolas com prática de tecnologia moderna e com alta produtividade, restringem-se aos setores em que as condições de relevo pouco declivosas e os solos profundos e bem desenvolvidos, favorecem a atividade, encontrando-se sobretudo sobre os terrenos das bacias sedimentares do Paraná, do Parnaíba e de Parecis. Essas bacias, detêm grandes extensões de chapadões e planaltos com amplas colinas de baixas declividades. Nessas bacias, as terras com solos menos aptos à agricultura de grãos, mas favoráveis às pastagens plantadas, voltadas para pecuária bovina de cria e corte, e ao cultivo da cana-de-açúcar, também são intensamente ocupadas e produtivas.

Nas terras da fachada atlântica, constituída por morros, serras e escarpas do Planalto Atlântico, outrora de domínio em grande parte pela Floresta Tropical Atlântica e mais no interior por Savanas ou Cerrado, atualmente prevalece ocupação com pecuária de baixa produtividade em pastagens degradadas. Essa extensa área passou na zona rural por progressivo processo de esvaziamento com vigoroso êxodo rural e também migração para outras regiões agrícolas mais produtivas no interior do país.

Este processo de esvaziamento de população rural, associado às condições naturais de clima quente e úmido, mas com limitações sobretudo de relevo e solo, tornaram essa extensa área de terras degradadas e/ou abandonadas, pouco valorizadas. Quando se pensa em ordenamento territorial e recuperação de forma produtiva de áreas ambientalmente degradadas ou no uso de áreas com limitações pela baixa fertilidade natural dos solos ou ainda condições de relevo com intensa rugosidade topográfica, há grande potencialidade para investimentos em cultivos de florestas plantadas não só de eucalipto e pinus que têm retorno mais rápido, mas também outras espécies exóticas e nativas dos biomas brasileiros, para produção de madeira de lei como o mogno africano, o cedro australiano, a acácia negra, a teca entre outras e também da flora tropical brasileira como peroba, castanheira, seringueira, araucária, entre muitas outras espécies vegetais de valor econômico, mas que têm tempo mais lento de crescimento.

Referências

GOLFARI, L.; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil** (2a. aproximação). Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66 p. (PRODEPEF. Série Técnica, 11).

IBGE. **PEVS – Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, 2018**. Brasil: IBGE, 2019. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 05 de outubro de 2019.

IBGE. **Mapa Mudanças da Cobertura e Uso da Terra**. Brasil, RJ: IBGE, 2015.

ROSS, Jurandyr Luciano S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. SP: Oficina de Textos, 2006.



Capítulo 3

SILVICULTURA E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues

Georgia Teixeira

Oberdan Rafael Pugoni Lopes

1. Impactos socioambientais de florestas plantadas

A atividade de silvicultura implica, assim como toda atividade econômica, em impactos socioambientais adversos e benéficos, cuja identificação e avaliação da significância dependem do contexto temporal, das especificidades do manejo florestal, onde o conhecimento científico aliado à tecnologia assume grande importância, e das características geográficas onde é implantado o cultivo silvicultural, tais como, tipos de clima e de solo, declividade do terreno, disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica, estrutura fundiária pré-existente e condições de conservação geoambiental.

Os empreendimentos direcionados à monocultura de florestas plantadas se dão em três grandes fases: implantação e reforma; manutenção/operação dos plantios; e, colheita e transporte.

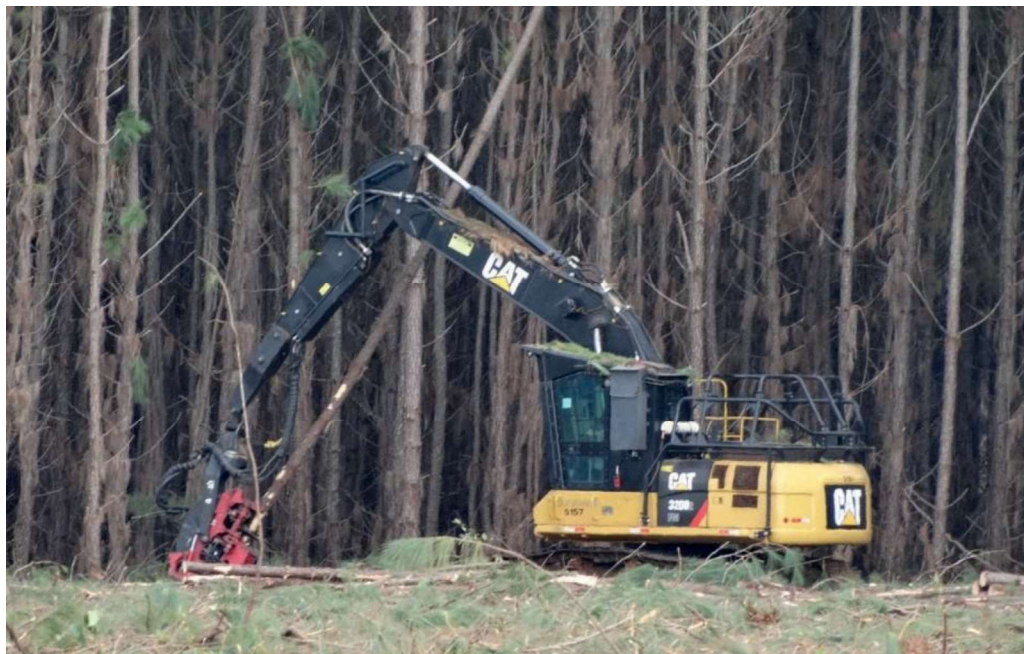
A fase de implantação e reforma florestal abrange as atividades de limpeza e preparo do solo para o plantio da floresta comercial. A reforma do plantio consiste no plantio de nova floresta após o encerramento do ciclo produtivo, no caso do eucalipto em torno de 14 a 21 anos.

A manutenção do plantio compreende todas as atividades de manejo da monocultura para que a floresta se desenvolva e alcance o ponto de colheita. Essa fase, no caso do eucalipto, gira em torno de seis a sete anos, quando encerra-se um ciclo. Atualmente, podem ocorrer até três ciclos, com a condução da rebrota.

A colheita é constituída pelas etapas de corte, extração e carregamento. O corte é a primeira etapa da colheita florestal e compreende as operações de derrubada, desgalhamento, descascamento, traçamento e empilhamento. A extração envolve a movimentação da madeira desde o local de corte até a estrada, o carreador ou pátio intermediário, havendo vários sinônimos para esta operação, tais como baldeio, arraste, encoste e transporte primário (SEIXAS e CASTRO, 2014, p. 106) O carregamento inclui a disposição da madeira no veículo para o transporte principal ou a extração e o descarregamento do veículo de transporte, no local de utilização final ou pátios intermediários (MINETTE et al., 2014, p. 163).

No Brasil, o sistema de colheita mais utilizado é o de toras curtas (cut to length), também chamado de sistema escandinavo. Caracteriza-se pela execução de todas as atividades de desgalhamento, descascamento e traçamento no próprio local onde a árvore é cortada. Geralmente essas atividades são realizadas por um Harvester (Figura 1). Após essas atividades a madeira é baldeada para a margem da estrada ou pátio temporário por outra máquina, como um Forwarder (Figura 2). Esse sistema era recomendado para áreas com pequena declividade, contudo atualmente existem no mercado máquinas com guinchos ou cabos de extração que possibilitam a colheita e a extração em terrenos com declividades superiores a 80% (MALINOVSKI et al., 2014, p. 185).

Figura 1 – Operação de Harvester em plantio da Duratex, Indianópolis, MG, dez de 2018



Fonte: Arquivo próprio dos autores.

Figura 2 – Operação de forwarder em plantio da Duratex, Indianópolis, MG, dez de 2018



Fonte: Arquivo próprio dos autores.

Todas as atividades das fases de implantação, manutenção da floresta e colheita, resultam em modificações das condições ambientais, tanto em sistemas produtivos mais simples quanto em produções complexas, altamente mecanizadas.

Dessa forma, são apresentados nas figuras 3, 4 e 5 os impactos mais significativos, potencial ou efetivamente causados pelos sistemas silviculturais mais usuais e praticados no Brasil, conforme as referências utilizadas e listadas ao final do capítulo, não se considerando as heterogeneidades corológicas.

Figura 3 – Quadro sinótico das principais operações, impactos socioambientais, medidas mitigadoras e potencializadoras envolvidas na fase de implantação florestal

Operações	Impactos	Medidas mitigadoras/potencializadoras
Aquisição de terras para implantação do cultivo florestal	Modificação da estrutura fundiária local, com possibilidade de êxodo rural	Cumprimento do zoneamento territorial municipal no que tange aos plantios florestais
Contratação de mão-de-obra Aquisição de fatores de produção (maquinário, fertilizantes e agrotóxicos)	Geração de empregos e de renda Incremento comercial Aumento da arrecadação tributária Aumento da demanda de bens e serviços	Gerar estabilidade no emprego, por meio de alocação da mão-de-obra em diferentes operações florestais Criação de novas vagas Aquisição dos fatores de produção na região imediata ou intermediária do empreendimento
Eliminação da cobertura vegetal nativa para a implantação florestal e estrutura de apoio (pátios, viveiros e outras)	Impacto visual Redução e descaracterização de habitats silvestres Redução da biodiversidade Poluição do ar Alteração do microclima Emissão de carbono para a atmosfera	Implantação de povoaamentos florestais em áreas já antropicamente alteradas. Realização de plantios de enriquecimento ou de reconstituição da flora em APPs e RLs para a melhoria da capacidade de suporte dos remanescentes vegetais nativos e para recuperação das funções e serviços ambientais;
Subsolagem		
Aceiramento e talhoamento		

	<p>Diminuição de matéria orgânica no solo</p> <p>Queda no estoque de carbono e nitrogênio do solo</p> <p>Indução/intensificação de processos erosivos</p> <p>Compactação do solo</p> <p>Aumento da carga de sedimentos transportada pelas águas pluviais</p> <p>Assoreamento de corpos d'água</p> <p>Alteração da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos à jusante com impacto à fauna aquática.</p>	<p>Adoção da técnica de cultivo mínimo</p> <p>Realização de subsolagem do terreno no sentido perpendicular ao de maior declividade ou em nível</p> <p>Adoção de técnicas mecânicas, edáficas e vegetativas de conservação do solo</p>
<p>Uso de biocidas na produção de mudas</p> <p>Controle de formigas cortadeiras, pragas e doenças</p> <p>Adução</p>	<p>Contaminação do solo e cursos d'água devido ao uso de fertilizantes, herbicidas e inseticidas</p> <p>Impacto às espécies não-alvo e à fauna polinizadora</p> <p>Eutrofização dos corpos d'água</p> <p>Danos à microbiota do solo</p>	<p>Adoção de Manejo Integrado de Pragas (MIP)</p> <p>Manter restos de exploração no solo</p> <p>Uso de agrotóxicos na dose recomendada por profissional habilitado</p> <p>Restrição de pulverização aérea próximo a áreas de recargas e corpos d'água</p>
<p>Implantação de rede viária</p> <p>Trânsito de caminhões, máquinas e pessoas</p>	<p>Stress e afugentamento da fauna silvestre devido aos ruídos</p>	<p>Concepção e implantação da rede viária considerando aspectos hidrográficos e hidrológicos</p>

	<p>Interceptação de drenagem com alteração do fluxo hidrológico</p> <p>Poluição do ar</p> <p>Compactação do solo</p> <p>Contaminação do solo por óleos combustíveis e lubrificantes das máquinas de corte e extração</p>	<p>Construção de dissipadores de energia (lombadas ou camalhões) e bacias de acumulação nas margens das vias</p> <p>Uso de máquinas conforme normas vigentes</p> <p>Limitação da velocidade dos veículos nas redes viárias florestais</p> <p>Manutenção em dia dos equipamentos de modo que a emissão de gases oriundos da queima de combustível esteja dentro dos padrões técnicos normativos;</p> <p>Utilizar equipamentos pneumáticos com maior área de contato no solo para máquinas florestais.</p>
<p>Geração de resíduos sólidos</p>	<p>Contaminação do solo, lençol freático e corpos d'água</p>	<p>Descarte, segregação e destinação correta de acordo com as normas vigentes</p>

Fonte: dos Autores (2020).

Figura 4 – Quadro sinótico das principais atividades, impactos socioambientais, medidas mitigadoras e potencializadoras envolvidas na fase de manutenção florestal

Operações	Impactos	Medidas mitigadoras/potencializadoras
<p>Condução de plantios de forma geral</p>	<p>Geração de empregos e de renda Homogeneização da paisagem Alterações no ciclo hidrológico Uso conflitivo da água Incêndios florestais Processos erosivos nas estradas florestais e aceiros Assoreamento de corpos d'água</p>	<p>Manejo adaptativo Escolha e manejo ambientalmente adequados do sistema de plantio de acordo com as características biofísicas da área de povoamento florestal Manutenção de equipes de ronda para monitoramento das áreas nos períodos mais secos Instalação de torres de observação Monitoramento de focos de incêndio por meio de drones Manutenção de brigada de incêndio devidamente equipadas Planejamento e construção adequados das estradas de transporte florestal, considerando aspectos hidrográficos e hidrológicos</p>

		<p>Pavimento com resistência mecânica suficiente para vencer o peso dos veículos, com fundações resistentes, cobertura e canais adequados para receber e transportar a água das precipitações.</p> <p>Construção de bacias de acumulação de águas pluviais associadas a lombadas e camalhões</p>
Controle de formigas cortadeiras, pragas e doenças	Contaminação do solo, de corpos d'água superficial e água subterrânea	Adoção de Manejo Integrado de Pragas (MIP)
Adução	<p>Impacto às espécies não-alvo e à fauna polinizadora</p> <p>Eutrofização dos corpos d'água</p> <p>Redução da capacidade de suporte para a fauna silvestre</p> <p>Danos à microbiota do solo</p>	<p>No caso de uso de agrotóxicos, dar preferência àqueles com menor tempo de degradação do seu princípio ativo e aplicação em condições ideais de precipitação e vento, com uso de EPIs pelos trabalhadores</p> <p>Restrição de pulverização aérea próximo a áreas de recargas e corpos d'água</p>

<p>Controle de sub-bosque</p>	<p>Redução de habitat para a fauna silvestre Redução do número de predadores e consequente aumento do índice de pragas</p>	<p>Manutenção no interior do talhão diferentes estádios de sucessão vegetal Redução da intensidade do controle do sub-bosque nos talhões limítrofes às áreas de maior relevância ecológica, como veredas, banhados, matas ciliares, entre outras</p>
<p>Trânsito de caminhões, máquinas e pessoas</p>	<p>Stress e afugentamento da fauna silvestre devido aos ruídos Poluição do ar Compactação do solo</p>	<p>Uso máquinas e equipamentos com níveis de ruído de acordo com as normas vigentes Limitar a velocidade dos veículos nas redes viárias florestais Manutenção dos equipamentos de modo que a emissão de gases oriundos da queima de combustível esteja dentro dos padrões técnicos normativos Utilização equipamentos pneumáticos com maior área de contato no solo para máquinas florestais.</p>

Fonte: dos Autores (2020).

Figura 5 – Quadro sinótico das principais operações, impactos socioambientais, medidas mitigadoras e potencializadoras envolvidas na fase de colheita e comercialização

Operações	Impactos	Medidas mitigadoras/potencializadoras
Instalação de acampamentos ¹ e pátios ²	Desmatamento e redução do habitat silvestre Impacto visual Geração de resíduos sólidos	Implantação da infraestrutura em áreas antropizadas Gestão ambiental dos resíduos sólidos Desenvolvimento de Programas de Educação Ambiental para os funcionários Promoção da recuperação ambiental com o plantio de espécies típicas da região
Comercialização	Oferta de produtos essenciais à população Incremento na economia nacional e regional	

Fonte: dos Autores (2020).

¹ Acampamentos: abrigam a infraestrutura mínima indispensável aos serviços de abastecimento de combustível e manutenção de equipamentos

² Pátios – áreas abertas, onde são manuseadas as toras trazidas dos talhões, servindo ainda para armazenamento temporário das pilhas de madeira

2. Silvicultura e impactos hidrológicos superficiais e subterrâneos

A expansão da silvicultura tem sido acompanhada por debates incessantes e controversos sobre a relação entre florestas plantadas e seus impactos sobre os recursos hídricos. O respaldo científico obtido por estudos experimentais realizados em diferentes países ao longo dos anos possibilitou a desmitificação de algumas crenças, ao mesmo tempo que apontou para a necessidade de elaboração de estratégias hidrológicas sustentáveis que levem em consideração não somente o aspecto econômico, mas também o socioambiental.

De um modo geral, as florestas plantadas podem diminuir tanto a vazão de água superficial quanto a recarga de água subterrânea de uma bacia hidrográfica. A relação entre floresta e água é complexa e requer uma análise sistêmica, multidisciplinar e holística dos sistemas ambientais onde as florestas de rápido crescimento serão implantadas para que se possa estabelecer um planejamento racional do uso e ocupação da terra e evitar conflitos entre usuários, garantindo o suprimento qualitativo e quantitativo de água.

Assim como as florestas nativas, as florestas plantadas demandam um grande volume de água para o seu desenvolvimento. Isto porque o consumo de água de uma planta é proporcional a sua produção de biomassa, logo uma floresta absorve quantidades maiores de água se comparado às vegetações de menor porte e às culturas que não utilizam sistema de irrigação (CALDER, 2007).

A silvicultura tem buscado constantemente otimizar a produtividade dos talhões para atender um potencial mercado consumidor de produtos madeireiros e não-madeireiros. No território brasileiro, os gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* são os mais utilizados no reflorestamento. Os avanços das técnicas silviculturais, como o melhoramento genético, proporcionaram nos úl-

timos 60 anos resultados significativos no Incremento Médio Anual (IMA) dos plantios, conferindo à eucaliptocultura um salto de 15 m³/ha/ano para 36,0 m³/ha/ano e de 18 m³/ha/ano para 30,1 m³/ha/ano à pinocultura em 2018 (IBÁ, 2019). Como resultado, o Brasil encontra-se em uma posição competitiva no cenário econômico internacional e apresenta perspectivas promissoras de crescimento.

A cadeia produtiva do setor de florestas plantadas brasileiro é composta por uma diversidade de ramos que utilizam a madeira de reflorestamento como fonte de energia e madeira roliça para a indústria. Atualmente, a silvicultura abrange 1% do território nacional e provém 91% da madeira empregada nos processos industriais (IBÁ, 2019).

Diante de um quadro de escassez hídrica vivenciada mundialmente e de um aumento populacional estimado em 9,3 bilhões de habitantes no ano de 2050, a silvicultura precisará se aliar cada vez mais às estratégias sustentáveis de manejo, as quais possibilitem a otimização dos impactos benéficos da atividade e minimizem os impactos adversos sobre os recursos hídricos, aliando o aproveitamento econômico das florestas de rápido crescimento à conservação da água.

- Os impactos hidrológicos da silvicultura sobre a água

Na literatura florestal, as pesquisas científicas sobre os impactos da silvicultura sobre a água pautam-se em dados obtidos em microbacias hidrográficas (MBH) experimentais. A adoção dessa escala como unidade de planejamento se deve ao fato de que a microbacia, por ser mais vulnerável às ações de manejo, refletindo com mais exatidão os impactos do manejo florestal (LIMA, 2010).

Estes impactos estão intimamente associados aos processos hidrológicos e edáficos e da disponibilidade climática de água. Além disso, a ocorrência desses impactos vai depender do tamanho da área ocupada pela floresta. Se a porcentagem do plantio abranger até 20% da área, não haverá mudanças no deflúvio da MBH (GONÇALVES, 2018; CALDER, 2007).

O consumo de água é um dos temas mais recorrentes sobre os impactos da silvicultura, em especial da eucaliptocultura. Essa demanda pode ser avaliada tanto em termos de consumo total de água/ano em comparação a outras espécies vegetativas, quanto de eficiência do uso da água que se refere à quantidade de biomassa produzida por unidade de água consumida na transpiração (VITAL, 2007).

Analisando as tabelas 1 e 2, observa-se que o consumo de água/ano pelo eucalipto é pouco discrepante em proporção ao de outras culturas, como por exemplo, a do café e a da cana-de-açúcar, e, embora esse consumo seja elevado, a espécie é bastante eficiente na produção de biomassa, o que demonstra sua alta produtividade.

Altas produtividades são normalmente vinculadas às altas taxas de uso de água. Assim, a monocultura de eucalipto pode diminuir o suprimento de água de uma MBH, sobretudo onde substitui a vegetação nativa de pequeno porte. A significância desse impacto varia conforme o clima local, especialmente em termos de evapotranspiração. Se o excedente hídrico for inferior a 10% da precipitação total anual, essa mudança de uso da terra pode provocar a perda total da vazão do corpo d'água. Se esse valor for equivalente a 30% da precipitação total anual, a redução hídrica pode atingir ou ultrapassar 50% (GONÇALVES et al., 2017; FARLEY, JOBBAGY, JACKSON, 2005).

Tabela 1 – Demanda de água anual por cultura

Cultura	Consumo de água/ano (mm)
Cana-de-açúcar	1.000 – 2.000
Café	800-1.200
Eucalipto	800-1.200
Citrus	600-1.200
Milho	400-800
Feijão	300-600

Fonte: Ipef (2003).

Tabela 2 – Eficiência na utilização da água

Cultura	Consumo de água/ano (mm)
Cerrado	2.500
Batata	2.000
Milho	1.000
Cana-de-açúcar	500
Eucalipto	300

Fonte: Ipef (2003).

O consumo de água pelas florestas plantadas varia ao longo de sua maturação e a redução do deflúvio altera conforme a plantação florestal se desenvolve. Quando esta atinge um estágio mais avançado, o balanço hídrico tende a se estabilizar (GONÇALVES et al., 2017; FARLEY, JOBBAGY, JACKSON, 2005). Entretanto, o curto ciclo de rotação do eucalipto pode não viabilizar o tempo suficiente para que o equilíbrio hídrico da MBH alcance a estabilidade hidrológica (LIMA et al., 2012).

O equilíbrio hídrico nos sistemas florestais deriva da relação

entre o regime pluviométrico e a evapotranspiração. Em locais onde a precipitação excede a evapotranspiração, a umidade do solo aumenta e a vazão dos rios apresenta variações. Quando a evapotranspiração é superior ao volume da precipitação, a floresta se beneficia da água presente no solo (VITAL, 2007).

Calcula-se que a faixa de evapotranspiração de um plantio de eucalipto corresponda a precipitações pluviométricas entre 800 e 1.200 mm/ano. Todavia, essa demanda não indica que a espécie provoca o ressecamento do solo ou possua impactos negativos sobre o lençol freático, pois a perda da umidade do solo vai depender da precipitação da região do plantio (FOELKEL, 2005; VITAL, 2007).

Vital (2007) explica que a evapotranspiração do eucalipto é menor que o regime pluviométrico da maioria das regiões brasileiras onde a cultura está estabelecida e aponta que os plantios se concentram em locais onde a pluviosidade está acima de 1000mm/ano, portanto, mesmo que o consumo de água pela espécie seja elevado, há poucas chances de ocorrer déficit hídrico nessas regiões. No entanto, a silvicultura está se expandindo para novas fronteiras onde há pouca disponibilidade hídrica, o que pode levar à diminuição do fluxo da MBH (LIMA et al., 2012).

De acordo com Davidson (1993), o ressecamento do solo pode ocorrer em regiões com precipitação abaixo de 400mm/ano, pois o eucalipto irá utilizar as reservas de água nele contidas para o seu desenvolvimento e sua manutenção. Ainda, o plantio em baixa pluviosidade pode acarretar a competição por água com outras espécies e uma maior incidência de alelopatia.

Em termos de interceptação pelo dossel, o eucalipto retém de 11% a 20% da precipitação em razão do seu menor índice de área foliar. Neste sentido, um maior volume de água chega à superfície, o que pode aumentar a reserva hídrica do solo e contribuir para a

recarga do lençol freático. Por outro lado, pode causar escoamento superficial e provocar processos erosivos (VITAL, 2007).

No que tange aos impactos sobre o lençol freático, segundo Schumacher (2006), o sistema radicular do eucalipto pode apresentar características distintas devido ao material genético e ao meio de propagação, mas geralmente suas raízes medem entre 1,5 m e 2,5 m de comprimento. Dessa forma, é improvável que alcancem o lençol freático. O autor ressalva que as raízes finas, responsáveis pela absorção de água e nutrientes do solo medem menos que 2 mm e estão situadas nos primeiros 30 cm do perfil do solo.

Contudo, estudos mais recentes demonstram que sem nenhum impedimento físico e químico, as raízes finas do eucalipto conseguem se aprofundar pelo solo, e, conseqüentemente podem se aproximar do lençol freático, dependendo da sua profundidade (CHRISTINA et al., 2011).

Nas MBH o lençol freático é normalmente mais baixo e são nessas áreas que estão localizadas as zonas ripárias que compreendem as margens e as cabeceiras de drenagem. Essas zonas oferecem serviços ecossistêmicos essenciais para a saúde da microbacia, pois contribuem tanto para a conservação dos ecossistemas aquáticos quanto dos recursos hídricos em relação à vazão e à qualidade da água. À vista disso, a delimitação dessas áreas é primordial para que se evite a instalação da silvicultura nesses locais (LIMA, 2010).

O uso de irrigação durante o plantio também é um fator de influência na demanda de água. Além disso, após o corte raso na colheita, o solo exposto fica susceptível à erosão, possibilitando o transporte de sedimentos, principalmente em áreas declivosas. A abertura e manutenção de estradas e a compactação do solo causada pelo maquinário afetam a qualidade da água pela contaminação por vazamento do maquinário e pelo carreamento de sólidos particulados.

Em áreas degradadas dependendo do grau de degradação e da capacidade de resiliência do solo, as florestas plantadas podem ser utilizadas com a finalidade de regeneração, com a possibilidade de restabelecer serviços ambientais, favorecendo a conservação da água (LIMA, 2010).

Deve-se levar em consideração que a silvicultura é apenas uma das ações antrópicas do uso do solo em uma MBH, logo saber o quanto uma floresta plantada consome de água é importante, todavia, é necessário compreender a inter-relação entre o consumo e a disponibilidade hídrica climática. É preciso avaliar se há água para os usos múltiplos da MBH, ou seja, “se esse consumo de água para atender a produção florestal está sendo hidrossolidário com as outras demandas de água” (LIMA, 2010, p.44).

A concepção de hidrossolidariedade requer uma mudança de paradigma da atividade de silvicultura: do manejo florestal com prioridades econômicas para a adoção de estratégias de manejo florestal sustentável (MFS) que incorporam as dimensões econômicas e socioambientais. O MFS é um processo contínuo de aprendizado devido à dinamicidade dos sistemas ambientais e deve considerar além da microbacia, diferentes escalas de sustentabilidade hídrica para se obter uma visão sistêmica e integrada dos aspectos físicos e sociais, das potencialidades dos recursos naturais e das fragilidades específicas de cada local, portanto, o monitoramento é uma ferramenta fundamental de subsídio para as práticas de manejo adaptativo (Figura 6) (LIMA, 2010; ROSS, 1994).

Gonçalves *et al.* (2017) esclarecem que para o MFS ser realmente eficaz, o setor florestal deve ter em mente os possíveis impactos das práticas de manejo sobre a disponibilidade hídrica regional e considerar a redução da produtividade para que se mantenha o equilíbrio entre as dimensões econômicas e socioambientais.

Figura 6 – Causa e efeitos dos impactos da silvicultura e práticas de manejo adaptativo em diferentes escalas

Impactos sobre a água	Causas prováveis	Indicadores para o monitoramento	Manejo adaptativo
Disponibilidade de água	Desmatamento	Balanco hídrico regional	Análise das condições do meio físico; Espaçamento; Fisiologia dos clones;
Atributos da paisagem e biodiversidade	Grandes extensões de florestas plantadas	Zoneamento ecológico	Desenhos dos talhões e taxa de ocupação das fazendas
Degradação da microbacia hidrográfica	Destruição dos ecossistemas ripários	Condições das áreas ripárias	Agregar resiliência ao ecossistema ripário;
	Estradas inadequadas	Desenho do sistema viário	APP x Áreas ripárias; Minimizar travessias de cursos d'água;
	Compactação do solo Erosão	Infiltração Práticas de conservação dos solos	Eliminar carregadores de contornos da APP; Distância mínima das estradas em relação aos canais; Sistemas de plantio conservacionistas; Colheita de baixo impacto; Desenho da malha viária.

Impactos sobre a água	Causas prováveis	Indicadores para o monitoramento	Manejo adaptativo
Balanço hídrico da microbacia e regime de vazão	Plantações florestais	Vazão e precipitação e nível do lençol freático	Densidade de plantio por microbacia;
Eutrofização	Fertilização, erosão, ausência de mata ciliar	Concentração de N e P na água dos riachos	Período de rotação; Época e métodos de fertilização;
			Silvicultura de precisão; Cultivo mínimo; Taxa de corte raso por microbacia; Ciclagem de nutrientes. Biodiversidade; Compactação do solo; Sistemas agroflorestais; Queimadas controladas
Assoreamento dos cursos d'água	Erosão e sedimentação	Turbidez, sedimentos em suspensão	
Perda de nutrientes	Erosão e corte raso da floresta	Condutividade elétrica, bioquímica da microbacia: N, P, K, Ca e Mg	
Material orgânico	Decomposição de resíduos vegetais nos cursos d'água	Oxigênio dissolvido, cor da água	

Fonte: Lima e Zakia (2006)

Gonçalves et al. (2017) a partir da interação entre estratégias genéticas e silviculturais traçaram um planejamento hidrológico e edáfico em MBH, pautando-se no cálculo do déficit hídrico proposto por Thornthwaite and Mather e na classificação climática de Köppen com o intuito de dirimir o déficit hídrico nos plantios de eucalipto, nos recursos hídricos e vegetativos das regiões analisadas, oferecendo dados para a ocupação racional do solo pela silvicultura sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável (Figura 7).

Nas regiões com baixa disponibilidade hídrica, os plantios normalmente ocorrem em regiões com subtipo de clima Aw (tropical, úmido com inverno seco). A precipitação média anual (PMA) pode variar entre 700 e 2000 mm/ano, sendo irregularmente distribuída entre 4 e 5 meses de deficiência hídrica (DH). A temperatura média anual (TMA) é alta, entre 24 e 26 °C e, como resultado essas regiões possuem elevada evapotranspiração real (ETR). O IMA da eucaliptocultura varia entre 25 e 35 m³/ha/ano. Durante a estação seca, a oscilação de vazão dos cursos de água é alta, o que tem gerado conflito sobre o uso da água entre a população local e o setor florestal. Características topográficas e pedológicas podem mitigar ou acentuar a redução da vazão.

Atualmente, em regiões com subclima WD com déficit hídrico >400 mm e com período de estiagem ≥ 6 meses, a silvicultura é economicamente inviável, a produtividade é baixa, a madeira é de pouca qualidade e o custo de produção é oneroso. A baixa capacidade de armazenamento de água e os solos pouco desenvolvidos, como o Cambissolo, o Neossolo Litólico e o Neossolo Quartzarênico são inadequados para plantações de eucalipto. Normalmente, essas regiões são destinadas à conservação ambiental.

Figura 7 - Planejamento hidrológico e edáfico em escala de microbacia

Clima	PMA (mm)	TMA (°C)	ETR (mm)	Estação Seca		Espécie / Híbrido	IMA (m³/ha)
				Nº de Meses	Déficit Hídrico (mm)		
Cfa, Cfb	1.500 – 2.500	13–20	500 – 1.000	0–2	0–50	EGU, Egr, Eur, Esa, Cci, Edu, Ebe, EUG	35–60
Cwb, Am	1.000 – 1.800	18–22	800 – 1.100	2–3	50–100	EGU, Eur, EGC, EUC,	35–45
Cwa, Aw	1.000 – 1.800	18–24	1.000 – 1.200	3–5	100–200	Eca, Ete	35–45
Aw	1.100 – 2.000	24–26	1.100 – 1.500	4–6	200–500	EGC, EUC, ETB, Eca, Ete, Ebr, EUT	25–35
As, BSh	700 – 1.300	23–27	1.100–1.800	>6	>500	Inviável para fins industriais	

Legenda:

PMA – precipitação média anual; TMA- temperatura Média Anual; ETR- evapotranspiração real; IMA – Incremento Médio Anual.

Egr = *Eucalyptus grandis*; Esa = *E. saligna*; Eur = *E. urophylla*; Cci = *Corymbia citriodora*; Ete = *E. tereticornis*; Ebr = *E. brassiana*; Ebe = *E. benthamii*; Edu = *E. dunnii*; EGU = *E. urophylla* × *E. grandis*; EGC = *E. grandis* × *E. camaldulensis* EUC = *E. urophylla* × *E. camaldulensis*; ETB = *E. tereticornis* × *E. brassiana*; EUG = *E. urophylla* × *E. globulus*; EUT = *E. urophylla* × *E. tereticornis*.

Fonte: Gonçalves et al. (2017).

Em regiões com moderada disponibilidade hídrica que ocorrem nos subtipos climáticos Aw, Am (tropical monçônico), Cwa (subtropical com inverno seco e verão quente) e Cwb (subtropical com inverno seco e verão temperado), a precipitação média anual está entre 1000 e 1800 mm/ano e é moderadamente distribuída ao longo do ano, resultando entre 2 e 4 meses de déficit hídrico. Quando o número de meses com déficit hídrico varia entre 3 e 5 meses, e a temperatura média anual fica acima de 22°C, existem riscos potenciais e temporários da diminuição da vazão hídrica, particularmente nos anos com precipitações pluviais inferiores aos índices médios. Sob essas circunstâncias, existem diversos conflitos com outros usuários em bacias hidrográficas reflorestadas com eucalipto no território brasileiro.

Os subtipos climáticos Cfa (subtropical com verão quente) e Cfb (subtropical com verão temperado) estão presentes majoritariamente em regiões com alta disponibilidade hídrica. A precipitação média anual varia entre 1500 e 2500 mm/ano, sendo bem distribuídas durante o ano, apresentando menos de 2 meses de déficit hídrico. A temperatura média anual varia entre 13°C e 20°C. O IMA da eucaliptocultura oscila entre 35 m³ e 60 m³ /ha/ano. Nessas regiões, presumindo que 10% da disponibilidade hídrica retrata um excedente hídrico de 120–150 mm, a drenagem pode ser suficiente para manter a vazão hídrica dos riachos e córregos para outros usuários e manter os ecossistemas aquáticos. São raros os conflitos entre produtores florestais e outros usuários de água na MBH.

3. Silvicultura e impactos sobre a biodiversidade

As atividades agrossilvipastoris são um importante pilar na economia brasileira e ocupam extensas áreas no território brasileiro. O plantio do eucalipto está bem consolidado principalmente nas regiões sudeste, sul e, mais recentemente, no centro-oeste do País. A tecnologia desenvolvida permite o desenvolvimento da eucaliptocultura em quase todos os biomas brasileiros, com exceção da Caatinga.

Pesquisadores argumentam que as espécies de eucalipto possuem maior eficiência no uso dos nutrientes e da água, impactando menos o meio do que outras culturas agrícolas, além de contribuir com a preservação de florestas nativas ao substituir o uso de espécies arbóreas nativas. Além disso, a produtividade e relevância econômica alcançadas pelo setor florestal podem ser considerados um impacto socioeconômico positivo.

Por outro lado, a produção de madeira em larga escala no Brasil a partir do eucalipto é alvo de muitas críticas pela sociedade civil organizada, movimentos sociais e academia. É comum encontrar a denominação de desertos verdes usada por ativistas e ambientalistas para denominar as grandes monoculturas do eucalipto, que se caracterizam por ocasionar um significativo impacto ambiental que pode se distribuir de maneira contínua ou difusa no meio, dificultando o seu controle. Um dos principais impactos causados é a transformação da paisagem por meio da substituição de vegetação nativa por extensas monoculturas florestais, reduzindo a biodiversidade existente.

A manutenção de uma monocultura causa perturbação contínua no meio ao longo do tempo de tal forma que a sucessão ecológica é impedida de se realizar. Há a redução ou a destruição de habitats e de fontes de alimento para as mais diversas formas de vida. A

simplificação do meio favorece a proliferação de algumas espécies. Como resultado, criam-se condições favoráveis ao aparecimento de pragas que podem atingir níveis de danos econômicos elevados se não forem controladas.

Os plantios homogêneos de eucalipto, a simplificação e a padronização a partir das técnicas silviculturais instituem uma tensão ecológica que demanda contínua intervenção humana para a viabilização econômica do cultivo, inclusive com o uso de agrotóxicos para manter o meio favorável ao pleno desenvolvimento da monocultura. Os agroquímicos, por sua vez, também podem causar considerável impacto no ambiente e alcançar lugares não-alvo de sua aplicação. Dessa forma, o impacto da monocultura de eucalipto na biodiversidade ocorre não somente pela formação dos plantios, mas também pelo manejo silvicultural adotado, desde a preparação do solo para plantio até a colheita da madeira.

- Conceito de biodiversidade e os efeitos da fragmentação

A conservação da biodiversidade é uma necessidade global. A utilização de recursos naturais tem alcançado um patamar crítico e que não pode ser sustentado em longo prazo. O modo de produção mundial tem resultado em uma acelerada taxa de extinção de espécies, degradação e perda de ecossistemas frágeis (TROUMBULAK et al., 2004).

O debate na comunidade científica sobre diversidade biológica ou biodiversidade passou a ter mais força na década de 1980, culminando na Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) em 1992, lançada na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida no Rio de Janeiro, conhecida como, Eco-92. A definição adotada para o termo diversidade biológica foi ampla e funcional, abrangendo a diversidade de espécies, diversidade genética e diversidade de ecossistemas (FRANCO, 2013). No

Brasil, a CDB foi ratificada pelo Decreto nº 5.519, de 16 de março de 1998 (BRASIL, 1998).

Franco (2013) relata que:

As causas da perda de biodiversidade são destruição de habitats, espécies invasoras, poluição e exploração excessiva (caça, pesca e coleta). A destruição de habitats é, atualmente, a principal causa para o desaparecimento de espécies. (FRANCO, 2013, p. 28).

A ocupação do campo no Brasil foi marcada pela falta de um planejamento ambiental sistemático que buscasse conciliar a conservação com as atividades agrossilvipastoris. Dessa forma, o desmatamento oriundo do avanço da fronteira agrícola e da atividade pastoril, destruiu florestas e demais formas de vegetação nativa, fragmentando e assolando habitats. A consequência do ponto de vista biológico foi a extinção de algumas espécies, a redução da variabilidade genética intraespecífica, bem como o aumento de vulnerabilidade à extinção de espécies animais e vegetais devido à destruição dos habitats originais. Sobre tais atividades, pode-se afirmar que:

[...] exercem forte pressão tanto sobre florestas como ecossistemas abertos, causando perda de biodiversidade. Desmatamentos, uso do fogo, superpastoreio, monocultura, a mecanização intensiva e, principalmente, o uso indiscriminado de agrotóxicos, diminui a diversidade da flora e da fauna e alteram a qualidade e disponibilidade de água, quer pela contaminação quer pelo assoreamento decorrente da erosão. (BRASIL, 2003, p. 80).

A fragmentação da vegetação nativa causa alteração no meio físico, o que implica em uma mudança da dinâmica da paisagem. Os principais fatores locais que afetam a biota são a alteração no microclima, através de mudanças no fluxo da radiação solar, da água e na dinâmica dos ventos, e o isolamento de habitats, que podem comprometer os recursos existentes e levar algumas espécies à extinção local ou à redução populacional, diminuindo a diversidade genética. Por outro lado, a fragmentação também pode alterar a biota de um ecossistema a partir do favorecimento de espécies com maior resiliência às perturbações em detrimento das mais sensíveis (SAUNDERS, HOBBS e MARGULES, 1991).

O tamanho e a forma do fragmento florestal também influenciam a sobrevivência de espécies no seu interior ao longo do tempo. Saunders, Hobbs e Margules (1991) relatam que pequenos fragmentos estão mais sujeitos à influência de fatores ambientais externos, como o efeito de borda, além de abrigar habitats e diversidade de espécies animais e vegetais em menor quantidade. Nessas situações, o mais importante para a manutenção da biodiversidade é o manejo do meio externo. Já espécies que possuem grandes áreas de vida, que é o caso de mamíferos de grande porte como a onça-pintada, dificilmente conseguem manter populações viáveis em pequenos fragmentos. Por isso, a conservação e o manejo dos fragmentos florestais, sobretudo os pequenos, impõem grandes desafios à manutenção da biodiversidade.

Sobre o efeito da fragmentação na flora, Brasil (2003) relata que:

[...] podem ser distintos de acordo com a idade do fragmento. Em fragmentos com pouco tempo de isolamento, modificações na vegetação podem não ser detectadas facilmente. Em ge-

ral, espécies cujo ciclo de vida é longo, demoram mais a sentir os efeitos da fragmentação do que espécies de ciclo curto. O componente de maior visibilidade formado pelas árvores, pode levar décadas ou mesmo séculos, e embora vivas dentro de um fragmento, podem não mais estar reproduzindo com a mesma intensidade e frequência que antes da fragmentação ou do isolamento [...]. Os efeitos mais imediatos da fragmentação nas árvores são mais facilmente identificados nas plântulas, cuja resposta à fragmentação é mais imediata e visível. (BRASIL, 2003, p. 116).

Os efeitos da fragmentação de habitat são variáveis no espaço, devido à heterogeneidade da paisagem. Os impactos ambientais gerados são o produto da interação dinâmica das alterações no meio físico com a biota, podendo agir em sinergia. Assim, torna-se muito difícil a comparação entre resultados de pesquisas específicas, ou mesmo uma generalização completa. No entanto, tais pesquisas podem evidenciar a existência de tendências na dinâmica da paisagem úteis na previsão de cenários futuros, no planejamento ambiental, na elaboração de políticas públicas para a conservação.

- Monocultura de eucalipto e a biodiversidade

A monocultura causa perturbação na paisagem natural, de modo contínuo no meio ao longo do tempo de tal forma que a sucessão ecológica é impedida de ocorrer. Os plantios homogêneos de eucalipto, a simplificação e padronização do meio a partir das técnicas silviculturais e do cultivo de clones criam uma tensão contrária à lógica natural da sucessão. Tal simplificação implica na redução ou destruição de habitats e fontes de alimento para as mais

diversas formas de vida, quando comparada à formação de vegetação nativa.

Como resultado, são estabelecidas condições favoráveis ao aparecimento de pragas que podem atingir níveis de danos econômicos elevados se não forem controladas. Para manter o meio simplificado para o pleno desenvolvimento da monocultura, é necessário, então, a intervenção humana a partir dos agrotóxicos, por exemplo.

O desenvolvimento do sub-bosque no plantio de eucalipto é uma técnica utilizada por poucas empresas (Figura 8). Depende de fatores silviculturais, como o nível de espaçamento utilizado de forma a permitir a entrada de luz e o tipo de manutenção feito nas entrelinhas, do tipo de clima presente e da fitofisionomia ao seu redor. De forma geral, não é interessante, do ponto de vista econômico, o desenvolvimento de espécies lenhosas no sub-bosque porque aumenta os custos da colheita florestal, já que podem dificultar ou impedir o trânsito de máquinas florestais nas entrelinhas. Já na perspectiva da diversidade biológica, a manutenção do sub-bosque cumpre um papel importante na mitigação do impacto ambiental da monocultura, pois contribui na formação de habitat e de fontes de alimentos para diversas espécies. Tal estratégia deve ser considerada com maior ênfase principalmente quando o meio no qual a monocultura estiver inserida possuir pouca presença de vegetação nativa.

Figura 8 - Presença de sub-bosque em área de plantio de eucalipto no segundo plano.



Fonte: Minas Gerais (2019).

Dantas (2004) avaliou que a composição de comunidades de lagartos de folhiço (serapilheira), espécies generalistas, comparando áreas de plantio de eucalipto com 7 anos de idade com presença de sub-bosque, de fragmentos florestais de 104 a 250 ha e de vegetação primária contínua como referência (RPPN Estação Veracruz), cuja área total é de 6.069 ha aproximadamente. A autora não encontrou diferença significativa entre as comunidades de lagarto de folhiço nas unidades avaliadas. No entanto, a biomassa encontrada foi maior na mata contínua formada pela vegetação primária, seguida pelos fragmentos florestais e, por fim, os eucaliptais. Para a autora,

Como não foram detectadas diferenças quanto à composição e ao número de espécies de lagartos de folhiço presentes nos diversos compo-

mentos da paisagem avaliados, tais resultados indicam que a qualidade da matriz de monocultura de eucalipto pode ser considerada como adequada para a conexão de pequenos fragmentos de floresta em estágios intermediários de sucessão do ponto de vista dessa fauna. (DANTAS, 2004, p. 133).

No mesmo trabalho, Dantas (2004) também estudou comunidades de anfíbios de folhiço na mesma região. A autora salienta que os anfíbios podem ser úteis na verificação de distúrbios no meio:

Fatores como a alteração da umidade, a profundidade do folhiço, a altitude e a temperatura, podem influenciar no padrão da distribuição dos anfíbios de uma determinada paisagem, ocasionando alterações na densidade, biomassa e riqueza dessas comunidades, porque certas características fisiológicas (como a pele permeável) e ecológicas (como ciclo de vida bifásico) tornam esses animais extremamente dependentes da água e sensíveis a alterações de parâmetros físico-químicos no ambiente. (DANTAS, 2004, p. 146).

Os resultados da investigação foram semelhantes aos das espécies de lagartos. Não houve diferença estatística para a composição de comunidades de anfíbios de folhiço entre a mata contínua, os fragmentos remanescentes e os eucaliptais em estágio final de crescimento aos 7 anos de idade (idade de corte) com presença de sub-bosque. No entanto, em relação à biomassa total foi encontrada uma hierarquização da mata contínua, fragmentos remanescentes e eucaliptais (DANTAS, 2004). A autora conclui que os resultados:

[...] indicaram que a qualidade da matriz de monocultura de eucalipto nas áreas avaliadas (com desenvolvimento de sub-bosque de nativas, 7 anos de idade) pode ser considerada como adequada para conectar pequenos fragmentos de floresta em estágios intermediários de sucessão e não parece estar interferindo negativamente na composição da comunidade de anfíbios de folhiço. (DANTAS, 2004, p. 125).

Gabriel *et al.* (2013) realizaram estudos de levantamento de diversidade biológica em áreas de plantio de eucalipto inseridas nos biomas Mata Atlântica e Cerrado nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Nos eucaliptais foram encontradas oito espécies arbustivo-arbóreas ameaçadas de extinção, segundo lista da IUCN (International Union for Conservation of Nature), 280 espécies de aves ocupando todos os estratos, sendo o sub-bosque especialmente utilizado para abrigo, alimentação e reprodução. As comunidades de aves variaram sua composição de acordo com a fase do manejo do plantio. Foram registradas, também, 55 espécies de mamíferos de médio e grande porte, de 22 famílias e nove ordens taxonômicas. Desse total, 23 espécies são ameaçadas de extinção. A diversidade da fauna encontrada pode ser explicada pela presença de várias fitofisionomias e condições de regeneração encontradas nas fazendas estudadas (GABRIEL *et al.*, 2013).

Para os autores:

A diminuição da heterogeneidade da paisagem é um dos fatores que pode limitar a dispersão e a persistência de algumas espécies em áreas

fragmentadas, especialmente para animais com baixa capacidade de deslocamento diário e limitada percepção de parcelas de habitat. A distância máxima que um animal pode se deslocar entre manchas de habitat depende de um conjunto de características específicas, comportamentais e fisiológicas, conferindo-lhes maior ou menor habilidade de dispersão. Assim, necessita-se conhecer, ao menos das espécies ameaçadas de extinção ou daquelas de alta exigência ecológica, como seu deslocamento ocorre em paisagens ocupadas por plantações florestais, sendo uma valiosa fonte de informação para planos de ação que visam à conservação de uma ou mais espécies. Para isso, estudos que relacionam o manejo da silvicultura à conservação da biodiversidade, através de análises integradas e sistêmicas de flora e fauna, atualmente constituem um grande desafio do setor florestal. (GABRIEL et al., 2013, p. 210).

Em regiões com predominância de fitofisionomia florestal, o plantio de eucalipto com o desenvolvimento de sub-bosque se mostra como uma estratégia importante para facilitar o trânsito da fauna entre fragmentos florestais e como habitats para a fauna generalista de pequeno porte. No entanto, a fase da colheita florestal representa uma nova perturbação no meio e impacta a fauna que consegue se adaptar na matriz dos eucaliptais. Nesse sentido, a combinação do plantio com desenvolvimento do sub-bosque deve ser combinada com o plantio de clones de diferentes idades nos talhões de modo a evitar a abertura de extensas áreas com solo exposto.

No ambiente do Cerrado, os fatores físicos são propícios à atividade agrossilvipastoril intensiva e em larga escala. O relevo favo-

rece a mecanização, assim como a abundante presença de água permite o desenvolvimento da irrigação. O eucalipto possui a característica de ser tolerante à acidez do solo e à presença de alumínio, fatores comuns aos solos presentes no bioma, o que facilita a sua produção. Com os devidos tratamentos culturais, os plantios se desenvolvem bem, podendo atingir altas taxas de produtividade.

A introdução de eucalipto, no entanto, em locais com predominância de cerrado *stricto sensu* não pode ser tratada como reflorestamento. Primeiramente, porque uma floresta é caracterizada pela alta diversidade de fauna e flora, o que não se observa em monocultivos. Além disso, os ambientes savânicos do Cerrado foram formados ao longo de milhões de anos, portanto, as espécies que neles evoluíram estão adaptadas às suas especificidades edafoclimáticas e não àquelas das florestas.

Silva *et al.* (2012) compararam a composição de artrópodes entre uma área de monocultura de eucalipto em idade avançada, porém, abandonada, e em uma de vegetação nativa de cerrado *stricto sensu*, ambas localizadas na Floresta Nacional de Brasília - Distrito Federal. Verificaram uma similaridade alta entre as duas áreas estudadas, mas a área de cerrado apresentou diversidade biológica superior, indicando uma alteração na composição da comunidade local (SILVA *et al.*, 2012).

Outro estudo realizado em área de Cerrado, no município de Bom Despacho, comparou a diversidade de formigas de serapilheira presentes em duas áreas, uma com vegetação nativa de cerrado e outra com eucaliptais manejados com rebrota e com sub-bosque, possuindo três classes de idade (MARINHO *et al.*, 2002). Os autores não encontraram diferença estatística em termos de riqueza de espécies entre as áreas, embora tenham sido coletadas 133 espécies de formigas nos eucaliptais, 67 na área de vegetação nativa e o total de 143, já que algumas foram coletadas em ambas

as áreas estudadas. Marinho *et al.* (2002) pontuam que a maior diversidade encontrada nos plantios de eucalipto se deve ao esforço amostral que foi maior na área cultivada. Concluem que:

[...] a riqueza específica não depende somente da complexidade dos ambientes estudados; apesar da aparente pobreza do cultivo do eucalipto na manutenção da diversidade em geral, o uso desse cultivo em corredores ecológicos pode ser útil como prática alternativa de manejo ecológico na ausência de outra formação vegetal do tipo florestal mais diversificada. (MARINHO *et al.*, 2002, p. 194).

A fragmentação da vegetação nativa e a perda de habitat também ocorrem de maneira significativa em áreas com ocorrência natural de campos. O bioma Pampa, localizado no Rio Grande do Sul, tem sido ocupado para a produção de agricultura e silvicultura intensivas (ALVES, 2014). O tipo de vegetação campestre dificulta a fiscalização das autoridades ambientais através de instrumentos remotos, já que não produz material lenhoso e pode apresentar padrão espectral parecido com o de outras cultivares. Além disso, por não ser uma formação florestal, tem menos apelo na opinião pública, cujo senso comum avalia que as florestas são o tipo de vegetação mais importante.

A substituição da vegetação campestre nativa pelo plantio de clones de eucalipto em escala simplifica o meio através da implantação de uma monocultura. Esta, por definição, já é uma redução da diversidade biológica do meio. No entanto, algumas espécies generalistas podem conseguir se adaptar.

Alves (2014) realizou um estudo comparando a herpetofauna (anfíbios e répteis) em área de vegetação campestre do bioma Pampa com plantios de eucalipto realizado nesse bioma. A riqueza encontrada no ambiente nativo preservado, para os répteis, foi muito superior do que nos eucaliptais. Os répteis encontrados nas áreas de plantio de eucalipto representam um subconjunto empobrecido de subáreas ricas que formam o campo, refletindo um processo não-aleatório de perda de espécies (ALVES, 2014). Já para os anfíbios, a autora relata que não houve variação de gradiente entre campo nativo e eucaliptal quanto à composição taxonômica. Segundo ela, as espécies de anfíbios encontradas são generalistas, podendo habitar áreas antropizadas, com exceção da rã-das-pedras (*Limnomedusa macroglossa*) que foi registrada somente no campo nativo.

Alves (2014) também relatou a ocorrência de acentuada dominância de poucas espécies de anfíbios e répteis no cultivo do eucalipto, sendo que tais espécies são generalistas ecologicamente. Segundo a autora, os plantios apresentaram pouca presença de vegetação rasteira e baixa luminosidade, o que compromete a sobrevivência para espécies tipicamente campestres.

No caso do plantio de eucalipto no Pampa, o sub-bosque não se desenvolve devido às características fisiológicas das plantas nativas campestres, que necessitam de muita luz para se desenvolverem. Também não se observa a função de corredor ecológico, pois as espécies de fauna presentes no campo são adaptadas ao ambiente aberto.

- Impactos no meio físico do plantio de eucalipto e reflexos na biodiversidade

A produção da madeira de eucalipto envolve diferentes fases, desde a produção da muda até a colheita e processamento da ma-

deira. No período do desenvolvimento da árvore em campo há uma série de impactos no meio físico que afetam a diversidade biológica de diferentes formas.

O plantio em escala comercial do eucalipto atualmente é feito a partir de mudas clonadas, majoritariamente. Tal fato confere pouca variabilidade genética na matriz da paisagem, o que, por um lado, otimiza a produtividade na produção, tanto no incremento médio anual, quanto na colheita e processamento da madeira, e, por outro lado produz impacto significativo no solo em relação às exigências nutricionais e hídricas, além de possíveis efeitos alelopáticos.

A fase entre a colheita florestal e o plantio é o período de maior vulnerabilidade do solo. Há a retirada da cobertura vegetal, maior movimentação do solo na área, intensificação do trânsito de máquinas e caminhões o que causa maior compactação do solo (MATOS, 2011).

Na etapa de implementação do projeto de um eucaliptal, Matos (2011) observa que os seguintes impactos negativos no meio físico podem ocorrer:

- Aumento do escoamento superficial até a formação de um dossel. As práticas de fertilização do solo e manejo podem fazer com que os sedimentos poluentes sejam carreados para a água superficial, alterando as características da água, como o grau de turbidez.
- Aumento dos riscos de contaminação de águas superficiais e subterrâneas através da poluição com agrotóxicos e fertilizantes.
- Possível diminuição na produção de água na bacia hidrográfica. Caso o sistema radicular seja profundo e abundante, pode ocorrer redução na

disponibilidade de água nos mananciais subterrâneos, provocando a redução da vazão de cursos d'água, caso o lençol freático seja raso.

Lima (1993) relata que o período em que o solo fica sem cobertura vegetal e o crescimento das mudas é um período crítico podendo provocar perdas de solo e nutrientes. No entanto, o autor aponta que a combinação de práticas físicas de conservação do solo e silviculturais podem impedir, ou reduzir, as perdas do solo por erosão, preservando os cursos d'água.

Mesmo se tratando de uma espécie de rápido crescimento, o período em que o solo fica descoberto é significativo. O fechamento das copas no plantio do eucalipto pode ocorrer por volta dos dois anos de idade ou mais. Considerando que o corte pode ocorrer antes do sétimo ano, a perda de solo superficial e o assoreamento de córregos e rios são um problema real e deve ser mitigado na implantação de um projeto.

As alterações físicas e químicas da água podem afetar a diversidade biológica, tornando o meio inóspito para algumas espécies aquáticas. Valduga (2014) avaliou a dieta de *T. davisii* na ecorregião aquática do Alto Paraná em 18 microbacias com o objetivo de investigar a qualidade da água, durante as fases de corte raso, preparo do solo e plantio, e da aferição da eficiência dos planos de manejo na mitigação sobre o meio aquático. Segundo o autor:

A análise da dieta demonstrou um predomínio de invertebrados bentônicos, com variações na contribuição dos itens encontrados após o manejo florestal. Estas variações, juntamente com o conjunto de variáveis ambientais que

a influenciaram, indicam que as atividades de manejo florestal afetaram as ligações entre os ecossistemas terrestre e aquático e a produtividade primária e secundária. Estas alterações indicam a ineficácia das medidas mitigadoras adotadas e os prejuízos potenciais das mudanças no plano de manejo florestal utilizado na área de estudos. (i.e. substituição dos plantios de *Pinus* spp. pelos de *Eucalyptus* spp.) (VALDUGA, 2014, p. 75).

Segundo Costa, d'Avila e Cantarelli (2014, p. 26), quando ocorre alteração nas condições ambientais que favorecem o crescimento populacional de insetos, fungos e outros parasitas, eles se tornam pragas ao provocar danos às plantas, como desfolhamento ou consumo de partes das plantas, dano físico, crescimento anormal, produção de toxinas, perda de produção parcial ou total, diminuição de qualidade de vida do produto comercial e contaminação direta. Os autores conceituam praga como

[...] todo organismo vivo que compete de alguma forma com a atividade humana. Inseto-praga é o agente que causa dano econômico às áreas agrícola, florestal, urbana e de pecuária, podendo ser vetor de doenças de plantas e animais. Um inseto só será considerado praga de cultivos se houver alta densidade populacional, situação que pode causar danos econômicos. (COSTA, D'AVILA E CANTARELLI, 2014, p. 74)

O combate às pragas e doenças na silvicultura intensiva é necessário para manter os padrões de produtividade e de qualidade da madeira. A aplicação de agrotóxicos é uma atividade sensível e po-

de ocasionar impactos significativos ao meio. Segundo Matos (2011), estima-se que somente 1% do volume aplicado atinja efetivamente o alvo e o restante se disperse no meio, sendo que aqueles princípios ativos encontrados na água, embora em baixas concentrações, são reconhecidamente carcinogênicos. Ainda, segundo o autor:

Os pesticidas podem contaminar as águas superficiais e subterrâneas por aplicação direta, pela infiltração e escoamento superficial nas áreas tratadas ou, ainda, ao serem espalhados pelos ventos no momento de sua aplicação. Dependendo de suas características químicas e físicas, o pesticida, após ser introduzido no meio, pode se estabelecer em um ou mais dos quatro compartimentos ambientais: material sólido (adsorvido na matéria mineral e quelado ou complexado na matéria orgânica), líquido (mantidos em solução na água superficial e do solo), gasoso (por volatilização) e biota (retidos no tecido animal e, ou, vegetal). (MATOS, 2011, p. 65).

A contaminação do meio por agrotóxicos é grave e difícil de ser combatida. Ainda existem diversos compostos químicos no mercado que são muito persistentes e contaminam a biota do solo, fato que pode prejudicar o próprio solo e contribuir para a bioacumulação na cadeia alimentar.

Por outro lado, o Manejo Integrado de Pragas, conhecido como MIP, combina técnicas de controle silvicultural, químico, mecânico, físico, biológico, legislativo, além de manejo através de resistência de plantas e de comportamento dos insetos. Trata-se de uma estratégia de controle que relaciona o custo/benefício e permite se-

guir os preceitos ecológicos, econômicos e sociais, diminuindo o impacto ambiental das estratégias convencionais (COSTA; D'AVILA; CANTARELLI, 2014).

O combate às formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* é uma das principais atividades de controle de pragas na silvicultura, devido à capacidade de se dispersarem amplamente e manterem o desfolhamento constante no plantio. Em um povoamento florestal homogêneo as formigas cortadeiras atacam as folhas tanto de mudas quanto de indivíduos adultos, fato que compromete o desenvolvimento do plantio. Para controlar a presença desse tipo de formiga, utiliza-se manejo silvicultural, através do revolvimento do solo previamente ao plantio para matar os saúveiros e agrotóxicos. Entre estes, o mais utilizado é a isca formicida.

Andersen e Sparling (1997) afirmam que as formigas são ótimos indicadores biológicos. As formigas estão associadas ao processo de ciclagem de nutrientes e cumprem um papel importante no equilíbrio ecológico. Por isso, o estudo da mirmecofauna no meio pode refletir as mudanças e os impactos de atividades antrópicas.

Ramos *et al.* (2003) avaliou o uso sistemático e o localizado de iscas granuladas para o controle de formigas cortadeiras nas espécies não-alvo na serapilheira em plantios de eucalipto. O autor verificou que o controle sistemático tem maior poder de impacto negativo e duradouro na comunidade de formigas que o localizado, levando ao desaparecimento de algumas espécies no meio e, conseqüentemente, a um desequilíbrio no ecossistema. O autor completa que:

[...] o uso de iscas granuladas em controle sistemático afeta mais a diversidade de formigas em função do tempo do que em controle localizado.

Conseqüentemente, recomenda-se que esse tipo de aplicação seja descartado em programas de manejo pelas empresas de reflorestamento. Além disso, recomenda-se que o impacto de qualquer formulação inseticida destinada ao controle de formigas cortadeiras, pragas no Brasil, seja doravante avaliado, de forma sistemática e obrigatória, sobre a fauna de Formicidae não-alvo. (RAMOS et al., 2003, p. 236).

Ou seja, o uso sistemático de iscas formicidas em plantios de eucalipto afetam a biota do solo, causando desequilíbrio e prejudicando a ciclagem de nutrientes. No entanto, é a técnica mais prática e barata do que a aplicação localizada de inseticida, que requer esforço maior de amostragem.

- Eucaliptos transgênicos

O melhoramento genético é uma técnica utilizada há séculos pelo homem na agricultura. Por meio dele foi possível a domesticação de espécies vegetais de interesses econômicos e alimentícios no mundo todo. Dessa forma pode se promover a adaptação de gêneros cultivares em diversas regiões edafoclimáticas. Ou seja, trata-se de uma técnica necessária para melhorar e suprir as necessidades humanas de alimentos e também de matérias-primas.

O melhoramento genético para as espécies arbóreas possui maior dificuldade de ser desenvolvido devido ao ciclo de vida maior se comparado com as espécies agrícolas tradicionais. O desenvolvimento da biotecnologia busca encurtar o tempo gasto no melhoramento genético através da manipulação genética direta. Segundo Laia et al. (2013, p. 40), “[...] o conhecimento completo do genoma pode propiciar a seleção precoce, não baseada em marcas moleculares, mas baseada na presença do gene, ou dos genes de interesse”.

A biotecnologia busca, também, desenvolver materiais genéticos superiores que dificilmente seriam obtidos através das técnicas convencionais de melhoramento através da combinação gênica. O desenvolvimento de espécies transgênicas tem sido apontado como uma grande solução no futuro para o aumento da produtividade, redução de custos e do uso de agrotóxicos. A partir de árvores geneticamente modificadas, tem sido possível obter indivíduos com diversas alterações: maior produção de biomassa e de menor teor de lignina; resistência a pragas, a doenças e a herbicidas; tolerância a fatores climáticos estressantes; possibilidade de controle da floração; além de desenvolvimento de plantas para o uso de fitorremediação (BUSOV, STRAUSS; PILATE, 2010).

As técnicas de alteração do DNA mais utilizadas, contudo, não são muito precisas, o que gera efeitos imprevisíveis. Os fatores de localização dos genes alheios no genoma podem afetar sua funcionalidade e sua estabilidade. Também não se pode prever se haverá interações inesperadas na planta hospedeira. Os genes fundamentais para o perfeito desenvolvimento das plantas podem ser apagados ou silenciados. Os vírus geneticamente modificados (GM) utilizados como vetores podem se combinar com outros, formando novos vetores e novas doenças infecciosas (LANG, 2006).

O plantio de árvores GM pode não contribuir com a redução do uso de agrotóxicos. Ao reduzir o teor de lignina nas árvores, aumenta-se a vulnerabilidade a doenças e diminui a defesa natural contra o ataque de pragas, levando, assim, ao maior uso de produtos químicos. Como medida para evitar a contaminação gênica no meio, têm sido desenvolvidas árvores GM que não florescem, inclusive o eucalipto. No entanto, devido ao caráter de plantio em monocultura de larga escala, tal fato representaria um grande impacto na biodiversidade, afetando a sobrevivência de insetos e aves. Além

disso, não é possível ter a certeza de que as plantações de árvores GM se manterão durante toda a vida sem florescimento, devido ao fenômeno do silenciamento gênico (LANG, 2006).

Se por um lado o uso da transgenia está praticamente consolidado em alguns gêneros agrícolas, por outro ainda está em desenvolvimento em espécies arbóreas, existindo muitas controvérsias e polêmicas sobre a modificação genética artificial em plantas. Nesse sentido, deve haver precaução no seu uso, pois apesar do ganho em produtividade que o uso de eucaliptos GM pode propiciar, também pode significar um alto custo para o meio físico e para a diversidade biológica, principalmente a longo prazo.

4 Considerações finais

Os produtos derivados de florestas homogêneas brasileiras, sobretudo do eucalipto, têm papel de destaque no cenário internacional. Seus produtos são uma das principais *commodities* do país, possuindo papel relevante na economia do país. No entanto, é uma atividade causadora de potenciais impactos significativos nos meios físico, biológico e social. O plantio é realizado em forma de monocultura, majoritariamente, e, dessa forma, devem ser desenvolvidas estratégias de planejamento para a localização dos maciços florestais e mecanismos de manejo para mitigar e minimizar os impactos na redução da diversidade biológica, na hidrologia superficial e subterrânea e na estrutura fundiária.

O uso e ocupação da terra por florestas de rápido crescimento devem ter como embasamento práticas de manejo florestal sustentável considerando o âmbito econômico e socioambiental, sobretudo em microbacias hidrográficas onde os recursos hídricos se encontram sobre pressão devido aos usos múltiplos do solo. Dessa forma, o planejamento e o ordenamento do território para a silvi-

cultura permitem a produtividade com fins econômicos associada à conservação da água para todos os usuários da bacia, evitando conflitos de uso, otimizando os impactos benéficos e minimizando os impactos adversos inerentes à atividade.

Os plantios devem ser conduzidos de forma a diminuir a homogeneidade da paisagem, permitindo que outras formas de uso da terra e conservação do ambiente se mantenham, o que facilita o trânsito da fauna, cria condições de habitats para espécies generalistas, possibilita melhor conservação da água e a manutenção de pequenos proprietários.

A atividade silvicultural realizada em áreas de pastagem degradada, por exemplo, pode aumentar a fertilidade do solo, reduzir processos erosivos e inclusive aumentar a biodiversidade do ambiente.

O desenvolvimento do sub-bosque se mostrou eficaz para a conectividade da fauna entre fragmentos remanescentes de vegetação nativa em áreas do Cerrado e da Mata Atlântica, onde a fitofisionomia da vegetação nativa presente é florestal ou savânica. O seu desenvolvimento também facilita o deslocamento de animais na paisagem. Assim, tal estratégia deve ser considerada previamente à implantação de projetos silviculturais.

O plantio de talhões de diferentes classes de idade, medidas de conservação do solo e maior racionalização na aplicação de agrotóxicos são medidas essenciais para evitar a erosão do solo, assoreamento e contaminação dos cursos d'água e do solo, bem como para evitar a contaminação do meio físico e da biota não alvo dos controles químicos.

Por outro lado, o desenvolvimento da eucaliptocultura em área natural de campo aparenta ter maior impacto na biodiversidade do que nas outras fitofisionomias, pois há o estabelecimento de uma matriz com características muito diferente do meio nativo. Jus-

tamente por isso, o plantio do eucalipto no Pampa tende a dificultar o trânsito da fauna, adaptada para ambientes abertos, com exceção da pequena fauna generalista, que pode se adaptar mais facilmente. Os impactos no meio físico também podem ser maiores, por serem ecossistemas adaptados à vegetação campestre. Assim, projetos de monocultura do eucalipto devem considerar estas características antes de sua instalação em áreas do Pampa.

A biotecnologia tem sido uma grande aposta no meio científico e técnico para o avanço da produtividade no agronegócio. No entanto, os impactos dos organismos GM não são totalmente previsíveis, principalmente a longo prazo. Por se tratar de uma tecnologia recente, pode haver contaminação genética de outros organismos, o que seria irreparável. A constituição brasileira determina que o princípio da precaução deve prevalecer em casos de incertezas que possam prejudicar à sociedade e ao meio ambiente. Deve-se, portanto, desenvolver pesquisas que busquem elucidar as incertezas sobre o uso de organismos geneticamente modificados previamente à sua aplicação em larga escala.

Referências

ALVES, S. S. **Cultivo de Eucalyptus reduz a diversidade da herpetofauna em área de campo no sul do Brasil**. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Animal) – Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

ANDERSEN, A. N.; SPARLING, G. P. Ants as indicator of restoration success: relationship with soil microbial biomass in the Australian Seasonal Tropics. **Restoration Ecology**. v. 5, n. 2, pp. 109-144, jun. 1997. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.1997.09713.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1526-100X.1997.09713.x>. Acesso em: 10 fev. 2019.

BRASIL. Decreto nº 5.519, de 16 de março de 1998. Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 mar. 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2519.htm. Acesso em: 12 mar. 2019.

BRASIL. **Fragmentação de ecossistemas**: causas e efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2003.

BUSOV, V.B.; STRAUSS S.H.; PILATE G. Transformation as a tool for genetic analysis in Populus. In: JANSSON. S.; BHALERAO. R.; GROOVER. A. (Ed) Genetics and genomics of Populus. **Plant genetics and genomics: crops and models**, vl.8, 2010. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1541-2_6.

CALDER, I. R. Forests and water: ensuring forest benefits outweigh water costs. **Forest Ecology and Management**, v. 251, p. 110-120, 2007.

CHRISTINA, M. et al. Almost symmetrical vertical growth rates above and below ground in one of the world's productive forests. **Ecosphere**, v. 2, n. 3, 2011, p. 1-10.

COSTA, E. C.; D'AVILA, M; CANTARELLI, E. B. **Entomologia Florestal**. 3. ed. Santa Maria: Editora da UFSM, 2014. 256 p.

DANTAS, T. B. **Influência da fragmentação florestal e da qualidade da matriz de monocultura de eucalipto sobre a composição das comunidades de vertebrados de folhiço em áreas de Mata Atlântica no Extremo Sul da Bahia**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento), Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Salvador, 2004.

DAVIDSON, J. Ecological aspects of eucalyptus plantation. **Proceedings Regional Expert Consultation on Eucalyptus**, v. 1, 1993, p. 4-8.

FARLEY, K. A.; JOBBAGY, E. G; JACKSON, R. B. Effects of afforestation on water yield: a global synthesis with implications for policy. **Global Change Biology**, v. 11, 2005, p. 1565-1576.

FOELKEL, C. Minerais e nutrientes das árvores dos eucaliptos: aspectos ambientais, fisiológicos, silviculturais e industriais acerca dos elementos inorgânicos presentes nas árvores. **Eucalyptus Newsletter**, n. 2, 2005.

FRANCO, J. L. D. A. O conceito de biodiversidade e a história da biologia da conservação: da preservação wilderness à conservação da biodiversidade. **História**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 21-48, jul./dez, 2013.

GABRIEL, V. D. A. et al. A importância das plantações de eucalipto na conservação da Biodiversidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo, 33, abr./jun. 2013. 2013-2013. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/435>. Acesso em: 3 jan. 2019.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Eucalypt plantation management in regions with water stress. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v. 79, 2017, p. 169-183.

GONÇALVES, J. L. M. Planejamento hidrológico e edáfico na bacia hidrográfica. **Revista Opiniões**, Ribeirão Preto, n. 51, 2018.

IBÁ. INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ 2020 – Ano Base 2019**, São Paulo: IBÁ, 2020. 80 p.

IPEF. Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais. **Jornal da Cenibra**, n. 217, São Paulo, 2003.

LAIA, M. L. et al. A Biotecnologia e o Eucalipto do Futuro. In: VALE, A. B. et al. (Ed.) **Eucaliptocultura no Brasil: silvicultura, manejo e ambiência**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 2014. pp. 39-67.

LANG, C. **Árvores geneticamente modificadas: a ameaça definitiva para as florestas**. São Paulo: Expressão Popular, 2006. 144 p.

LIMA, W. P. et al. Assessing the hydrological effects of forest plantations in Brazil. In: BOON, P; RAVEN, P. (Ed). **River conservation and management**. New York: Wiley-Blackwell, 2012, p. 59-68.

LIMA, W. P. **O eucalipto seca o solo?** Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, n. 29, 2004.

LIMA, W. P. **A silvicultura e a água: ciência, dogmas, desafios**. Rio de Janeiro: Instituto BioAtlântica, Cadernos do diálogo, v. 1, 2010. 64p.

LIMA, W. P; ZAKIA, M. J. B. O papel do ecossistema ripário. In: LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B (Ed). **As florestas plantadas e a água: implementando o conceito de microbacia hidrográfica como unidade de planejamento**. São Carlos: RIMA, 2006, p. 77-88.

LIMA, W. P. et al. Implicações da Colheita Florestal e do preparo do solo na erosão e assoreamento de bacias hidrográficas. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. SP: IPEF, 2002.

LIMA, Walter. **Impacto ambiental do eucalipto**. SP: EDUSP, 1993.

MALINOVSKI, J. et al. Sistemas. In: MACHADO, Carlos C. **Colheita Florestal**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2014.

MARINHO, C. G. S. et al. Diversidade de formigas (Hymenoptera:Formicidae) da Serapilheira em Eucaliptais (Myrtaceae) e Área de Cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, Londrina, 31, abr-jun 2002. 187-195. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2002000200004>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2002000200004&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 12 mar. 2019.

MATOS, A. T. D. **Poluição Ambiental - Impactos no Meio Físico**. Viçosa: UFV, 2011. 260 p.

MINAS GERAIS. Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Sub-bosque em plantações de eucalipto: aspectos técnicos e normativos da regularização ambiental – proposta para dispensa de autorização ambiental**. Disponível em: <http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/reunioes/uploads/Fiy6yeirWs1lz5llHwX4qWscPBJRJJ2n.pdf>. Acesso em: 14 set. 2019.

MINETTE. L. J. et al. Carregamento e Descarregamento. In: MACHADO, Carlos C. **Colheita Florestal**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2014.

ONOFRE, F. F.; ENGEL, V. L. Retirada de árvores de eucalipto para favorecer a regeneração natural da Floresta Ombrófila Densa. In: DURIGAN, G.; RAMOS, V. S. (org.). **Manejo Adaptativo: primeiras experiências na Restauração de Ecossistemas**. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2013. 65 p. Disponível em: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/wp-content/uploads/sites/234/2014/01/Manejo_Adaptativo_Primeiras_Experiencias_na_Restauracao_de_Ecossistemas.pdf. Acesso em: 10 ago. 2019.

RAMOS, L. D. S. et al. Impacto de iscas formicidas granuladas sobre a mirme-cofauna não-alvo em eucaliptais segundo duas formas de aplicação. **Neotropical Entomology**, Londrina, 32, jun. 2003. p. 231-237.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. São Paulo: FFLCH – USP, 1994.

SANT´ANNA, C. M. Corte. In: MACHADO, Carlos C. **Colheita Florestal**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2014.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. **Conservation Biology**, v. 5, n. 1, pp. 18-32, mar. 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1991.tb00384.x>. Acesso em: 10 jan. 2019.

SCHUMACHER, M. V. **Questionamentos sobre as plantações de eucalipto**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006, 24p.

SEIXAS, F. Efeitos físicos da colheita mecanizada de madeira sobre o solo. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. SP: IPEF, 2002.

SEIXAS, F.; CASTRO, G. P. Extração. In: MACHADO, C. C. **Colheita Florestal**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2014.

SILVA, E.; MEDEIROS; G. D. Eucaliptocultura e impactos na fauna silvestre. In: VALE, A. B. et al. (org.). **Eucaliptocultura no Brasil: silvicultura, manejo e ambiência**. Viçosa, MG: SIF, 2014.

SILVA, Elias; SILVA, Elisabeth N.; MACHADO e PORTUGAL, Carla M. Impactos Ambientais. In: MACHADO, C. C. **Colheita Florestal**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2014.

SILVA, R. I. D. et al. Comparação da artropodofauna em monocultura de eucaliptos e cerrado da FLONA no Distrito Federal. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, São Paulo, v. 16 n. 2, out. 2012. 105-114. Disponível em: <http://revista.pgsskroton.com.br/index.php/ensaioeciencia/article/view/2811>. Acesso em 10 mar. 2019.

TANAKA, O. P. Exploração e transporte florestal da cultura de eucalipto. **Informe Agropecuário**, n. 141, 1986, p. 24-30.

TROUMBULAK, S. C. et al. Principles of conservation biology: recommended guidelines for conservation literacy from Education Committee of Society for conservation biology. **Conservation Biology**, p. 1180-1190, 2004.

UNIBRÁS AGROQUÍMICA. **Técnico - Prejuízos causados pelas formigas**

cortadeiras, 2015. Disponível em: <<http://www.unibras.com.br/tecnico-detalle/prejuizos-causados-pelas-formigas-cortadeiras/>>. Acesso em 15 set. 2019.

VALDUGA, M. O. **Impactos dos plantios comerciais de Pinus spp. e Eucalyptus spp. Sobre a biodiversidade continental do Brasil: revisão sistematizada e estudo de caso**. 2014. 112 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação), Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

VITAL, M. H. F. Impacto ambiental de florestas de eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, V. 14, N. 28, P. 235-276, 2007.



SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E SILVICULTURA

Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues

Oberdan Rafael Pugoni Lopes Santiago

1. Introdução

O Brasil figura como um dos maiores plantadores de eucalipto do mundo, cujas áreas se distribuem por vários biomas. A silvicultura se destaca como um setor de grande importância econômica, não apenas para a balança comercial, como também para a provisão de produtos madeireiros e não-madeireiros e fornecimento de outros serviços ecossistêmicos.

De forma geral, os serviços ecossistêmicos podem ser entendidos como um conjunto de bens e serviços originados das funções ecossistêmicas e capazes de serem utilizados em benefício da humanidade (CONSTANZA et al, 1997; DE GROOT, 2002; MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2003; DAILY e FARLEY, 2004).

Os serviços ecossistêmicos são constituídos por quatro categorias: serviços de regulação, provisão, suporte e culturais (MEA, 2003). Os serviços de regulação dizem respeito à regulação de processos ambientais proporcionados pelos ecossistemas, como é caso da regulação climática, a regulação e purificação da água. Os serviços de provisão estão relacionados à capacidade dos ecossistemas naturais ou seminaturais, como é o caso dos agrossistemas, de fornecerem produtos materiais para a manutenção das populações humanas, podendo ser de origem biótica e abiótica. Os serviços culturais se vinculam à capacidade dos ecossistemas contribuírem para a manutenção do bem-estar psicológico humano, oferecendo ex-

periências subjetivas à cognição, reflexão, espiritualidade, recreação e experiência estética. E, os serviços de suporte estão associados às condições ecológicas, estruturais e funcionais, que dão suporte para a ocorrência dos outros serviços ambientais, como é o caso dos processos de formação dos solos, de produção de O₂, de ciclagem de nutrientes e produção primária. Portanto, se os demais serviços ecossistêmicos estão sendo oferecidos é porque existem os serviços de suporte.

Um aspecto importante a ser considerado é a escala espacial quando se trata de serviços ecossistêmicos em sistemas agrossilvipastoris. Em escalas de maior detalhe, ou seja, no âmbito dos talhões de plantio, o manejo do solo e dos povoamentos de eucaliptos tem papel fundamental, pois interfere na ciclagem de matéria orgânica e nutrientes, estabilização do estoque de carbono orgânico, infiltração e retenção da água e em outros processos responsáveis pela conservação da fertilidade e capacidade de produção biológica do solo.

No entanto, é de suma importância sublinhar que embora grande parte das práticas agrossilvipastoris se limitem a essa escala, é extremamente necessário que haja maior planejamento em ações com amplitude maior, abrangendo a paisagem rural e a região onde as propriedades estão inseridas (FERRAZ, 2019, p. 97), pois os processos no sistema ambiental ocorrem em espaços mais amplos do que os limites dos talhões ou das propriedades onde estão localizados, dependendo das características das paisagens no entorno.

As Reservas Legais, Áreas de Preservação Permanente e outros territórios especialmente protegidos são essenciais como habitats para espécies silvestres e manutenção dos níveis de recarga hídrica das bacias hidrográficas onde os povoamentos de florestas plantadas para uso comercial estão localizados. Por outro lado, os insumos e agrotóxicos utilizados podem impactar *in situ* e *ex situ*, ou seja,

toda a rede de sistemas ambientais, naturais ou antropizados, no entorno das áreas cultivadas, e conseqüentemente a potencial prestação de serviços ecossistêmicos advindos das propriedades onde estão esses plantios.

No caso dos plantios de eucalipto, os serviços ecossistêmicos oferecidos estão mais diretamente relacionados às categorias de regulação e provisão, e conseqüentemente, de suporte. De modo evidente, os eucaliptais proporcionam o serviço de provisão de fibras, materiais biocombustíveis, madeira, resinas.

A adoção de práticas de conservação dos solos, preservação de nascentes e recarga dos aquíferos, cultivo e corte escalonado das parcelas, implantação em biomas com pluviosidade superior a 400 mm/ano, podem preservar a capacidade de produção de água das bacias hidrográficas, prestando, um dos mais importantes serviços ecossistêmicos - a provisão hídrica.

Porém, muitos serviços prestados por essa atividade econômica, desde que baseada no manejo ambientalmente adequado do sistema de plantio de acordo com as características biofísicas da área de povoamento florestal, são indiretos e podem ir muito além da função primária de provisão.

Um dos serviços prestados que têm chamado bastante atenção está associado à função das florestas plantadas na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. A definição do conceito de “mudanças climáticas” é polêmica e possui divergências importantes, conforme pontua IPCC (2007):

A mudança climática no entendimento do IPCC refere-se a uma mudança no estado do clima que pode ser identificada (usando testes estatísticos, por exemplo) por alterações na média

e/ou na variabilidade de suas propriedades que persiste por um período prolongado, tipicamente décadas ou mais mais longo. Refere-se a qualquer mudança no clima ao longo do tempo, seja devido à variabilidade natural ou como resultado da atividade humana. Esse uso difere daquele da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), onde a mudança climática se refere a uma alteração no clima atribuída direta ou indiretamente à atividade humana, que altera a composição da atmosfera global e que é adicional à variabilidade climática natural observada em períodos comparáveis (tradução livre). (IPCC, 2007, p. 30).

A partir da constatação das mudanças climáticas pelo IPCC, tanto a comunidade acadêmica quanto as instituições estatais e empresas tem desenvolvido pesquisas sobre estratégias de mitigação dos seus efeitos. No Brasil, o setor florestal pode contribuir com peso importante, dado à sua magnitude expressiva. Assim, este capítulo discute como o setor florestal brasileiro, com destaque para a silvicultura do eucalipto, se insere nas ações brasileiras para mitigar os efeitos das mudanças climáticas a partir das reduções de emissões de carbono, como importantes serviços ecossistêmicos a serem prestados.

2. O setor florestal e a redução de GEEs

Desde a segunda metade do século XX, a comunidade científica internacional tem publicado estudos sobre as emissões de gases utilizados na atividade industrial e no transporte, bem como nas atividades agropecuárias. A era do capital industrial proporcionou um alto desenvolvimento das forças produtivas, principalmente após a Segunda Guerra Mundial. A crescente demanda por fontes

energéticas, combustíveis e por matéria-prima para a indústria implicou em

[...] uma nova forma de desigualdade global [...]. Uma minoria industrializada demonstrou estar abusando demais da capacidade da Terra de depurar a atmosfera do excesso de carbono e outros gases de efeito estufa. Infortunadamente, essa desigualdade acabou sendo uma ameaça à própria sobrevivência - incluindo, em última análise, a sobrevivência dos ricos (tradução livre). (LOHMANN, 2006, p. 31).

Como uma das alternativas para a resolução do problema, a compensação de emissões desses gases passou a ser discutida com maior ênfase em contextos locais. O comércio de emissões surgiu a partir de teorias econômicas americanas dos anos 1960 e se efetivou nas décadas de 1970 e 1980 nos EUA, com o comércio de enxofre, chumbo e outros poluentes (LOHMANN, 2006).

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*) (2007), o aumento de gases de efeito estufa e aerossóis emitidos de origem antropogênica têm provocado alterações climáticas no planeta. Tal fato pode comprometer a biodiversidade existente e afetar significativamente a humanidade, além de alterar toda a dinâmica do balanço de energia sistêmica do planeta (terra-atmosfera-oceano).

Nesse sentido, em 1987, foi aprovado o primeiro protocolo climático global, o Protocolo de Montreal, com o objetivo de controlar as emissões de gases que afetavam ou pudessem afetar a camada de ozônio. O acordo entrou em vigor em 1º de janeiro de 1989 (UNEP, 2000).

Em 1992, foi criada a Convenção Quadro das Nações Unidas

sobre as Mudanças Climáticas - *United Nations Framework Convention on Climate Change* – UNFCCC, durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento. O órgão máximo da UNFCCC é a Conferência das Partes – COP, que se reúne anualmente. As deliberações só são tomadas quando há um consenso de todas as partes (RUBIAL, 2016; BRASIL, 2019).

No ano de 1997, foi realizada na cidade de Quioto uma conferência mundial com o objetivo de discutir a mudança climática que as emissões de gases de efeito estufa (GEE) de origem antrópica poderiam causar à Terra ao longo dos anos seguintes. O Protocolo de Quioto foi concebido numa arquitetura *top-down*, onde as metas de redução de GEE foram definidas para as partes envolvidas. Após a ratificação do acordo nos congressos nacionais de cada parte signatária, o Protocolo passaria a ter força de lei (RUBIAL, 2016; LOHMANN, 2006). O Protocolo de Quioto somente entrou em vigor em 2005 após a adesão da Rússia, quando atingiu o mínimo de países signatários.

Durante a conferência de Quioto reconheceu-se que os países desenvolvidos são os responsáveis pela maioria das emissões de GEE e que deveriam reduzi-las significativamente.

O Protocolo de Quioto foi substituído por novo acordo assinado em 2015, em Conferência das Partes realizada em Paris, denominada COP 21, onde foram apresentadas metas voluntárias para a redução da emissão de GEEs, o que favoreceu o envolvimento de maior quantidade de países signatários do que em Quioto, incluindo EUA e China (RUBIAL, 2016). O compromisso do Brasil foi de 37% até 2025 e de 43% até 2030, tomando-se como nível de referência o ano de 2005 (BRASIL, 2018, p. 16).

As florestas plantadas para fins comerciais possuem papel importante na redução de gases de efeito estufa - GEEs, tendo em vista

que os maciços arbóreos em geral atuam na absorção e na formação de estoques de carbono. A absorção ocorre durante a fotossíntese, o qual posteriormente é incorporado à biomassa florestal, formando estoques de carbono. Dessa forma, os sumidouros de carbono em propriedades silvícolas se dão em consequência dos plantios comerciais, mas também devido à preservação, recuperação e regeneração de florestas nativas em Áreas de Preservação Permanente - APPS e Reservas Legais das propriedades silvícolas, o que contribui conseqüentemente para a prestação de outros serviços ecossistêmicos, como a preservação do solo e a regulação e provisão de águas no ciclo hidrológico.

Em 2009, o Brasil promulgou a Lei 12.187 que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, onde ficou estabelecido o compromisso voluntário, junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, de reduzir a emissão de GEE entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020. A partir desse momento estabeleceu-se a necessidade da elaboração pelo Poder Executivo de planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas, com o objetivo de consolidar a economia de baixo consumo de carbono, com vistas a atender metas gradativas de redução de emissões antrópicas quantificáveis e verificáveis, considerando as especificidades de cada setor (BRASIL, 2009).

Decorrente dessa demanda, foi promulgado em 2010 o Decreto nº 7.390, substituído, em 2018, pelo Decreto nº 9.578, que regulamentou a PNMC e discriminou os planos setoriais para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas. No contexto silvicultural, dentre esses planos, o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – Plano ABC e o Plano Setorial de Redução de Emissões da Siderurgia possuem grande expressão.

O Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono) é composto por sete programas (BRASIL, 2012, p. 44), dentre os quais os programas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), de Sistemas Agroflorestais (SAFs) e o programa de Florestas Plantadas são os mais diretamente relacionados à silvicultura.

A Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) é uma estratégia de produção sustentável que integra atividades agrícolas, pecuárias e/ou florestais realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado. Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são descritos como sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas e forrageiras, em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações desses componentes. (BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2012, p. 86).

A adoção dessas formas de manejo permite o fornecimento de serviços ecossistêmicos como: conservação dos recursos hídricos e do solo; manutenção de agentes polinizadores; controle natural de insetos-pragas e doenças; fixação de carbono e nitrogênio; reciclagem de nutrientes; manutenção da biodiversidade (BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2012, p. 86).

Para que isso ocorra é necessário que haja uma adequada distribuição espacial das árvores no terreno, observando práticas de conservação do solo e água, possibilitando melhor trânsito de máquinas e animais. O arranjo geralmente utilizado é o de “[...] “aléias” onde as

árvores são plantadas em faixas (linhas simples ou múltiplas) com espaçamentos amplos (Sharrow, 1998; Porfírio-da-Silva, 2006; Porfírio-da-Silva, 2007; Porfírio-da-Silva, 2008).” (BALBINOT et al., 2012, p. 17).

Dentre os seis biomas brasileiros, pesquisadores da EMBRAPA advogam que o uso do eucalipto na iLPF é adequado no Cerrado, onde os principais consórcios são: “milho + capim/fORAGEIRAS (80%), sorgo (granífero ou silagem) + capim/fORAGEIRAS (15%), e outros consórcios (milheto, sorgo pastejo, guandu) (5%). Como espécies forrageiras as do gênero *Brachiaria* (80%), espécies de *Panicum* (10%) e outras (10%). [...] E por fim, as espécies/raças de animais são de bovinos de corte (50%), bovinos de leite (30%), e, ovinos e caprinos (20%).” (BALBINOT et al., 2012, p. 19).

No Sudeste, o eucalipto para madeira aparece consorciado com pastagem (BALBINO et al., 2012, p. 19), do mesmo modo que no litoral nordestino, onde na área de tabuleiros o consórcio de soja/eucalipto/braquiária tem se mostrado vantajoso (BALBINOT; BARCELLOS; STONE, 2011, p. 84).

No Pampa, a iLPF tem utilizado como componente florestal o eucalipto, o pinus e acácia negra, com lavouras cultivadas nas entrelinhas de espécies florestais, em consórcio/sucessão de lavouras com pastagens (pecuária) e floresta (BALBINOT et al., 2012, p. 20).

O eucalipto, pelos seus usos múltiplos, rápido crescimento, copa rala e grande adaptabilidade aos variados tipos de ambiente tem sido o componente florestal preferido pelos produtores rurais na adoção da iLPF (BALBINOT et al., 2012, p. 34).

O Programa de Floresta Plantadas estabeleceu ações em direção à expansão das áreas florestadas em 3 milhões de hectares até o ano de 2020, tendo em vista a assunção que além das florestas plantadas para fins econômicos se constituírem uma fonte de renda de longo prazo para os produtores rurais e de matéria-prima fins indus-

triais e energéticos, construção civil e outros usos, o seu uso reduz a pressão sobre a vegetação nativa e possui importante função na captação do CO² da atmosfera (BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2012, p. 122).

Os dados alcançados até 2018 pelo Plano ABC, no entanto, ficaram aquém das metas estipuladas na PNMC (Tabela 1). Apenas o programa iLPF alcançou sua meta. A expansão de novas áreas com florestas plantadas foi de apenas 1,1 milhões de ha.

Até o ano de 2020 o Plano Setorial de Redução de Emissões da Siderurgia não foi disponibilizado, apenas o sumário executivo (MMA, s/d.), no qual é relatado que a proposta é incentivar a produção do carvão vegetal sustentável, oriundo de florestas plantadas, para uso na siderurgia, visando promover a redução de emissões de GEEs, evitar o desmatamento de vegetação nativa e incrementar a competitividade brasileira na indústria de ferro e aço no contexto da economia de baixo carbono (MMA, s/d.).

Nesse sentido é ressaltada a importância da substituição da vegetação nativa pela floresta plantada e a implementação de tecnologias que auxiliem o processo de conversão da madeira em carvão vegetal, principalmente no que se refere à emissão de metano no processo de carbonização. Para atingir a meta de reduções de emissões, de 8 a 10 milhões de CO₂eq, acordada no Acordo de Copenhague o documento afirma que seria necessário a criação de um estoque adicional de 2 milhões de hectares até 2020 e a adoção de projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – MDL que abrangessem desde o plantio de florestas energéticas para a siderurgia até a “eliminação do metano no processo de carbonização, [o que] permitirá a

realização das reduções de emissões de maneira a atender os critérios demensurabilidade, reportabilidade e verificabilidade.” (MMA, s/d.).

Tabela 1: Plano ABC – tecnologias ABC, metas de aumento de área de adoção ou uso, em milhões de hectares, e potencial de redução de GEEs, em milhões de Mg CO2 equivalente (eq) (2010-2018)

Tecnologia ABC	Metas (milhões de hectares)		Potencial de mitigação (milhões Mg CO2 eq)		Período de apuração
	Previstas no Plano ABC	Realizadas	Previstas no Plano ABC	Realizadas	
Recuperação de pastagens degradadas	15,0	10,5	83 a 104	24,5 a 57,5	2010-2018
Integração lavoura-pecuária-floresta	4,0	5,8	18 a 22	22,1 a 36,5	2010-2016
Sistema plantio direto	8,0	9,97	16 a 20	18,3	2010-2016
Fixação biológica de nitrogênio	5,6	9,97	10	16,9 a 18,3	2010-2016
Florestas plantadas	3,0	1,1	-	15,6	2010-2018
Tratamento de dejetos animais	4,4 milhões de m3	1,7	6,9	2,7 a 7,8	2013-2018
TOTAL			133,9 a 162,9	100,2 a 154,3	

Fonte: IPEA (2019).

Embora o Plano de Reduções de Emissões da Siderurgia não tenha sido concluído, empresas siderúrgicas têm desenvolvido projetos no sentido de implementarem o MDL em suas unidades, cuja matéria-prima tem sido basicamente fornecida por florestas plantadas. Além disso, a própria legislação ambiental tem reforçado as ações nesse sentido.

Em Minas Gerais, por exemplo, estado brasileiro com maior área de plantio de eucalipto em 2018 e cuja produção de ferro gusa é de 82% da produção nacional, o Código Florestal mineiro determinou que a partir de 2018 a matéria-prima para as empresas de base florestal, como siderúrgicas, metalúrgicas e de ferroligas, seja exclusivamente originada de florestas plantadas ou de plano de manejo florestal sustentável (MINAS GERAIS, Art. 83, § 2º, 2013).

3. Considerações Finais

Apesar da importante função que as florestas plantadas podem ter no fornecimento de serviços ecossistêmicos de regulação e suporte, há que se considerar que a intensificação da monocultura de florestas afeta vários processos físicos, biológicos e químicos que intervêm em importantes serviços ecossistêmicos. Nesse sentido, para que as áreas silviculturais possam ir além da função primária de provedora de produtos, a sustentabilidade ambiental do setor deve estar baseada em sistemas de produção que contemplem a multifuncionalidade da paisagem rural com a devida preservação das áreas já previstas no Código Florestal, adoção de práticas de manejo ambiental ajustadas às características do bioma onde estão inseridas e, sobretudo, ser implantada em terras onde a agricultura não seja viável, devido às condicionantes geográficas.

Em 2018, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, elaborou o Plano Nacional de Desenvolvimento de Flo-

restas Plantadas, denominado de PlantarFlorestas, que possui como meta o incremento da área de florestas plantadas em dois milhões de hectares até o ano de 2030 (BRASIL, 2018b).

O PlantarFlorestas aponta críticas à legislação brasileira ambiental no tratamento à silvicultura e alega que a prática não se enquadra como “atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio” (BRASIL, 2018b, p. 24), defendendo que haja mudança na legislação para acelerar a implantação dos projetos silviculturais de grande vulto, assim como atrair mais investimentos externos. Também aponta para a necessidade de dar maior celeridade na liberação de agrotóxicos utilizados contra as pragas florestais para aumentar a produtividade do setor (2018b).

Embora possamos considerar o importante papel do setor por exemplo na captação e estoque de carbono, historicamente, os modelos agrossilviculturais observados no país geraram muitos serviços ecossistêmicos, resultando em perda de habitats e nutrientes, alteração do ciclo hidrológico dos cursos d'água devido ao uso excessivo da água sem considerar as características das bacias hidrográficas, sedimentação de corpos hídricos, contaminação do solo e da água com agrotóxicos. Dessa forma é imprescindível que haja a manutenção de ações do estado que mantenham a regulação do ordenamento territorial, nas suas dimensões ambientais e socioeconômicas, pautadas em argumentos da comunidade científica, para que o desenvolvimento econômico não impacte negativamente a conservação e preservação socioambiental.

Referências

BALBINOT, L. C.; BARCELOS, A. O.; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2011.

BRASIL. **Decreto nº 8.375, de 11 de dezembro de 2014.** Define a Política Agrícola para Florestas Plantadas. Diário Oficial da União, Brasília, 12 dez. 2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8375.htm. Acesso em: 15 out. 2019.

BRASIL. **Plano Nacional de Desenvolvimento de Florestas Plantadas.** Brasília, DF: MAPA, 2018.

COSTANZA, R., D'ARGE, R., DE GROOT, R.S., FARBER, S., GRASSO, M.,

HANNON, B., LIMBURG, K., NAEEM, S., O'NEILL, R.V., PARUELO, J.,

RASKIN, R.G., SUTTON, P., VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature** 387, 1997.

DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002.

DALY, H.E., FARLEY, J. **Ecological Economics: principles and applications.** Island Press, Washington, DC., 2004.

FERRAZ, R. P. D.; PRADO, R. B.; PARRON, L. M.; CAMPANHA, M. M. (Ed.). **Marco Referencial em Serviços Ecosistêmicos.** EMBRAPA: Brasília, DF, 2019.

FERRAZ, R. P. D. et al. Serviços Ecosistêmicos: relações com a agricultura. In: FERRAZ, R. P. D.; PRADO, R. B.; PARRON, L. M.; CAMPANHA, M. M. (Ed.). **Marco Referencial em Serviços Ecosistêmicos.** EMBRAPA: Brasília, DF, 2019.

LOHMANN, L. Carbon Trading – a critical conversation on climate change, privatization and power. **Development Dialogue: What next.** Uddevalla, Suécia, n. 48. 2006. 360 p. Disponível em: <http://www.thecornerhouse.org.uk/sites/thecornerhouse.org.uk/files/carbonDDlow.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2020.

MEA - MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: synthesis.** Washington, DC: Island Press, 2003.

MINAS GERAIS. **Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013.** Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=30375>. Acesso em: 20 de out. de 2020.

MMA. s.d. **Plano Setorial de Redução de Emissões da Siderurgia.** Dis-

ponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_setorial_siderurgia__sumrio_executivo_04_11_10_141.pdf. Acesso em: 19 out. 2020.

RUBIAL, M. del P. B. El Acuerdo de París: ¿una nueva idea sobre la arquitectura climática internacional? **Relaciones Internacionales**, n. 33, p.75-95, out., 2016. Disponível em: <https://revistas.uam.es/index.php/relacionesinternacionales/article/view/6728/7061>. Acesso em: 14 set. 2019.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer**. Nairobi, Kenia: UNON, 2000. 29 p. Disponível em: http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/the_montreal_protocol.pdf>. Acesso em 18 ago. 2019.



O EUCALIPTO NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Camila Franco

Georgia Teixeira

1. Introdução

A exploração das florestas brasileiras data da época do período colonial quando o pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) se tornou o principal produto de exportação da Coroa Portuguesa no século XVI. A partir de então, a cobertura florestal nativa passou por sucessivos desmatamentos devido à expansão agropecuária e à demanda por produtos florestais resultante dos processos de urbanização e industrialização.

Dos produtos madeireiros (PM) e não-madeireiros (PNM) provenientes dos sistemas florestais, o uso da madeira como fonte energética sempre desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento da sociedade. Deste contexto, emergiu a introdução dos plantios de eucalipto em larga escala no país quando nos primeiros anos de 1900, o agrônomo Edmundo Navarro de Andrade foi contratado pela Companhia Paulista de Estrada de Ferro (CPEF) para encontrar uma espécie arbórea economicamente viável com o intuito de utilizá-la como lenha, empregada nas locomotivas a vapor, e a madeira nos dormentes da ferrovia.

O ciclo curto de rotação, a alta rentabilidade e a fácil adaptação às condições edafoclimáticas fizeram com que Navarro de Andrade escolhesse entre essências nativas e exóticas, o gênero *Eucalyptus*, originário da Austrália, como a espécie preferida para reflorestamento. Os bons resultados apresentados em suas pesquisas

levaram a eucaliptocultura a se difundir de São Paulo para outros estados da federação.

Em Minas Gerais, a silvicultura teve início na década de 1940 sustentada pelos setores de papel e celulose e, sobretudo, siderúrgico, no qual o carvão de madeira é empregado na redução do minério de ferro e como combustível dos altos fornos para a produção de ferro gusa e, posteriormente, do aço. Sua consolidação se deu atrelada às políticas públicas direcionadas ao crescimento econômico e industrial a partir de meados dos anos de 1960.

Para a melhor compreensão da evolução dos reflorestamentos no estado, vale ressaltar que diferentemente da siderurgia de outros países que utilizam como termo redutor o coque, um subproduto do carvão mineral, as empresas mineiras são altamente dependentes de carvão vegetal visto que as reservas de coque situadas no sul do Brasil, além de distantes dos polos siderúrgicos, oferecem um carvão mineral de baixa qualidade.

Além disso, o setor siderúrgico é constituído por usinas integradas de grande porte, verticalizadas, que operam tanto a coque como a carvão vegetal e produzem desde o gusa ao aço na mesma unidade fabril, e, por usinas independentes ou guseiras, as quais utilizam somente o carvão vegetal e fabricam apenas o gusa.

No ano de 2019, a silvicultura brasileira ocupou 9.983.095 ha, sendo 7.616.184 ha de eucalipto, 1.979.604 ha de pinus e 387.307 ha de outras espécies. Minas Gerais deteve a maior área (24%), cujos efetivos contabilizaram 2.035.864 ha e deste total, 1.981.558 ha corresponderam aos maciços florestais de eucalipto, 46.853 ha de pinus e 7.453 ha referentes a outras espécies. O valor da produção da silvicultura no país totalizou R\$ 15,5 bilhões e o estado mineiro apresentou o maior valor, o equivalente a R\$ 4,4 bilhões, simbolizando 28%

do valor nacional (IBGE, 2020).

Neste capítulo, portanto, é retratada a trajetória da eucalipto-cultura no território mineiro desde sua inserção aos dias atuais, centralizando nas implicações territoriais de sua expansão no Vale do Jequitinhonha e no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. A escolha dessas duas regiões é pautada pela importância desses territórios ao longo do desenvolvimento das florestas de eucalipto em Minas Gerais.

2. O princípio dos reflorestamentos no território mineiro

A evolução da silvicultura em Minas Gerais vincula-se à história de sua ocupação e à produção de gusa. Perante a escassez do ouro de aluvião no final do século XVIII, foi preciso confeccionar instrumentos de ferro para a mineração aurífera subterrânea. Nesta época, surgiram diversas fundições que foram embrionárias do setor siderúrgico no estado.

As técnicas de produção de gusa eram rudimentares e as matas nativas eram as únicas provedoras de madeira para carvão. Utilizavam-se cadinhos e forjas catalãs e italianas, manuseadas por escravos. O aperfeiçoamento das forjas gerou o alto forno e, em 1888, a primeira siderúrgica independente a carvão vegetal dos país, a Usina Esperança, em Itabirito, foi a pioneira no uso de um alto forno, o qual produzia seis toneladas diárias de gusa, consumindo um total de 21 m³ de carvão (GOMES, 1978).

Em 1920, foi criada a Companhia Siderúrgica Belgo Mineira, atual ArcelorMittal, no município de Sabará, que se tornou a maior e mais moderna siderúrgica brasileira a carvão vegetal com capacidade produtiva de 25t de gusa/dia. Com a expansão de sua produção a partir da inauguração de sua segunda unidade fabril, a Usina Barbason, em João Monlevade, em 1937, a empresa se

transformou na maior siderúrgica integrada da América Latina (FJP, 1988). Dos anos de 1930 a meados de 1940, a recessão econômica mundial provocou o aumento nos preços de produtos de importação. Desse modo, o governo Vargas passou a adotar políticas públicas de substituição de importações, viabilizando o fortalecimento do mercado interno e das indústrias siderúrgicas, as quais passaram a ser consideradas essenciais para a industrialização nacional.

A localização geográfica das plantas siderúrgicas a carvão vegetal era próxima às reservas florestais e às jazidas de minério de ferro na região Metalúrgica e no Vale do Rio Doce. Entre a Primeira Guerra Mundial até a década de 1940, aceitava-se como verdadeiro que as matas nativas se regenerariam espontaneamente por meio da execução de medidas fáceis e pouco onerosas. Entretanto, as florestas foram perdendo o seu vigor após cortes sucessivos. Gradativamente, as áreas de madeira e de produção de carvão vegetal foram ficando cada vez mais distantes, aumentando o custo do transporte, o que fortaleceu a necessidade de empregar o reflorestamento perante uma temida crise madeireira (OSSE, 1982).

Outro impulso à silvicultura foi a reposição compulsória pelos grandes consumidores de produtos florestais instituída pelo Código Florestal de 1934 (Decreto n.º 23.793). Dessa forma, programas de reflorestamento para auto abastecimento passaram a ser constituídos, principalmente com eucaliptos, além do Pinus, originário da América Central e de espécies nativas como a Araucária angustifolia (BACHA, 1991). Mendes (1954) justifica a escolha da eucaliptocultura, pois

[...] o eucalipto nos dará por área, no mínimo 2,5 vezes o que daria uma mata comum, e em muito menos da metade do tempo, portanto entran-

do o fator econômico, este responsável por quase todas as manobras industriais e agrícolas da atualidade, creio não ser mais necessário explicar, no que já está sobremaneira provado, a preferência desta essência. (MENDES, 1954, p. 73).

A princípio, em terras mineiras, os reflorestamentos foram estabelecidos pela iniciativa de capital privado ainda nos anos de 1940. Os primeiros plantios foram realizados no município de Camanducaia, no sul do estado, na Serra da Mantiqueira, pela Companhia Melhoramentos de São Paulo, cujas florestas plantadas de araucária destinavam-se à produção de papel e celulose (GOLFARI, 1975).

Todavia, o setor siderúrgico visando o suprimento constante de carvão vegetal foi o principal indutor dos reflorestamentos no estado. Em 1948, a Belgo Mineira deu início aos plantios de eucalipto entre Nova Lima, na região Metropolitana de Belo Horizonte, e Coronel Fabriciano, no Vale do Rio Doce, ampliando os reflorestamentos na década de 1970 entre a bacia hidrográfica do Rio Doce e a bacia hidrográfica do Alto São Francisco, em Bom Despacho, e no Vale do Rio das Velhas, em Várzea da Palma (GOLFARI, 1975; OSSE, 1982).

No ano de 1949, a segunda usina integrada a carvão vegetal de grande importância no território mineiro, a Cia. de Aços Especiais Itabira (Acesita), hoje Aperam South America, inaugurada em Timóteo, no Vale do Rio Doce, em 1944, se dedicou ao reflorestamento de eucalipto, em Coronel Fabriciano (GOLFARI, 1975). Nesse período, a empresa dispunha do maior alto forno do mundo com capacidade para produzir 200 t de gusa, utilizando de 800 a 1.000 m³ de carvão vegetal/dia (SECRETARIA DO ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL, 1978; GOMES, 1978).

Nos anos de 1940 e 1950, a produção de gusa duplicou no país e a intensificação das políticas públicas de substituição de importa-

ção e de integração nacional em conjunto com a melhoria de transporte, no governo de Kubistchek, permitiu a conexão entre Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, fortalecendo a indústria de base mineira que passou a fornecer matéria-prima para esses estados.

Foram construídas algumas usinas a coque, como a Usiminas, em Ipatinga, e a Companhia Siderúrgica Mannesman, atual Vallourec, em Belo Horizonte, que operou a coque somente nos primeiros anos de funcionamento, além de diversas guseiras, aumentando a demanda por madeira (FJP, 1970; ARAÚJO, 1952 apud GOMES, 1978). Osse (1982, p. 60) assinala que “a segurança que o reflorestamento com eucalipto inspirou à indústria siderúrgica, manifestava-se pelo crescente número de empresas que o adotavam, enfrentando maiores ou menores dificuldades, principalmente as de natureza financeira”.

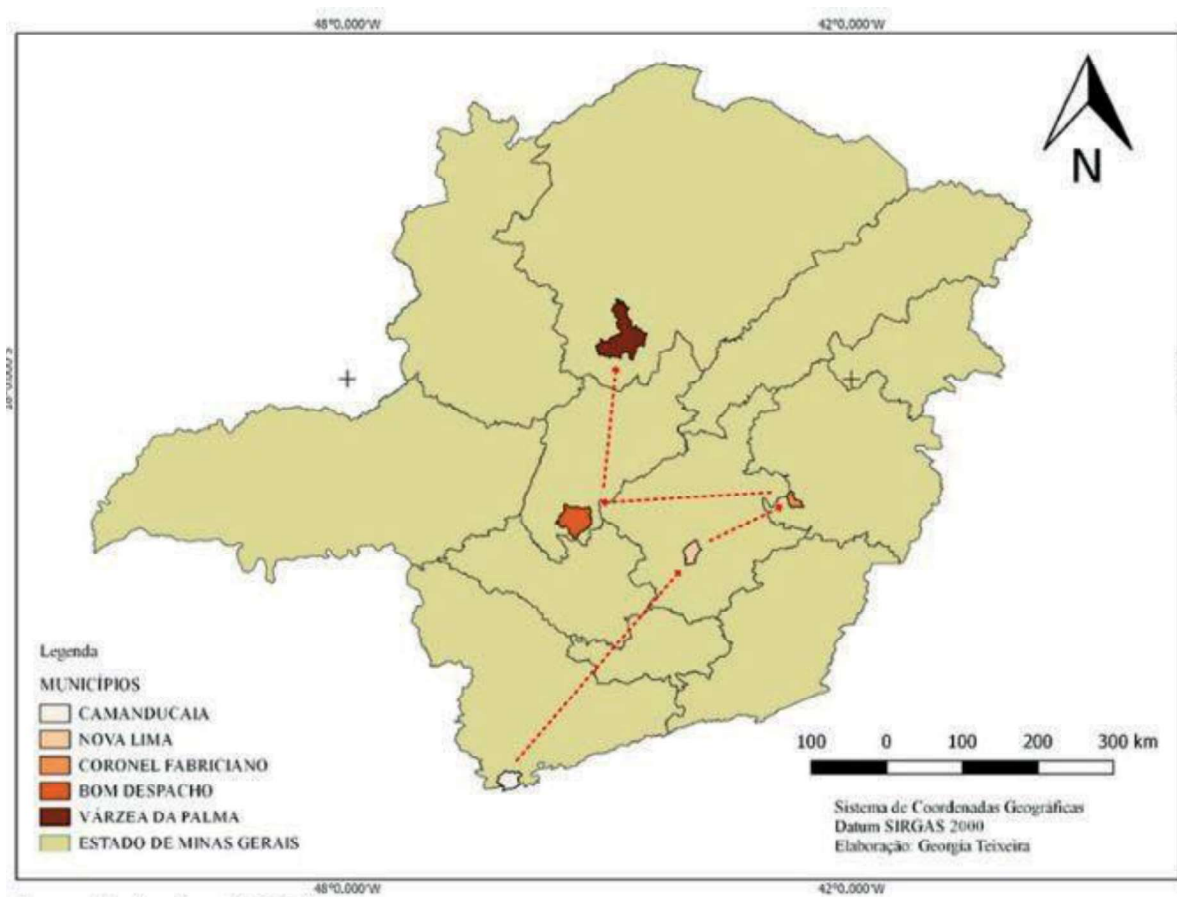
Em relação à pinocultura, a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) por meio de sua subsidiária, a Florestas Rio Doce S.A., realizou os plantios em Itabira, no Vale do Rio Doce, em 1967. A empresa também desenvolvia a eucaliptocultura e tinha uma área de 15.000 ha em Santa Bárbara, em Barão de Cocais, em Nova Era, em Conceição do Mato Dentro e em Açucena. Contudo, o maior plantio de pinus pertencia à Cia. Resa, cujos maciços de 18.000 ha haviam sido plantados no Triângulo Mineiro, no Chapadão do Bugre, entre 1970 e 1973. Além da Resa, outras empresas também utilizavam o pinus como a Caxuana S.A. e a Reflorestadora Perdizes, entre os municípios de Uberlândia e Araxá (GOLFARI, 1975).

Segundo Osse (1982), a literatura alusiva à expansão dos reflorestamentos no território mineiro apresenta várias lacunas. Apesar desse hiato, verifica-se, conforme os apontamentos deste autor e de Golfari (1975), que o direcionamento da eucaliptocultura em Minas Gerais, entre os anos de 1940 e meados de 1970, foi do extremo sul do estado, caracterizado por serras, escarpas íngremes e topos aguçados, de relevo dissecado, para outras áreas

do estado onde o relevo plano, levemente dissecado, permitia a mecanização (Figura 1).

Além do relevo, o custo da terra foi um fator determinante para a escolha dessas áreas. Em 1976, nas regiões com melhores infraestruturas energética e de transporte, a aquisição de terras era mais alta. No Triângulo Mineiro, por exemplo, o hectare valia Cr\$550,00, no Centro-Oeste Cr\$220,00, enquanto as terras de domínio público do Vale do São Francisco e do Jequitinhonha eram negociadas a Cr\$20,00 (IBDF, 1976).

Figura 1: A expansão da eucaliptocultura em MG entre 1940 e 1970



Org.: Teixeira (2016).

3. Políticas públicas, ciência florestal e avanços tecnológicos

Nos anos de 1960, a ascensão do governo militar, ancorada na justificativa da necessidade de contenção da crise econômica que se instalara no país, deu início a transformações políticas e econômicas, com propostas de leis de incentivos governamentais setoriais que previam a retomada da economia. O crescimento econômico almejado para o período, além de envolver diretamente o setor agrícola, envolvia o setor industrial, que necessitava, cada vez mais, de matérias-primas e recursos energéticos, onde a madeira destacava-se como principal fonte.

Foram promulgadas duas leis que influenciaram significativamente a silvicultura brasileira. Primeiramente, o Código Florestal de 1965 (Lei Federal n.º 4.771) que impôs a reposição por todos os consumidores de matéria-prima florestal, diferentemente do código anterior que estabelecia esta regra apenas para os grandes consumidores.

Além disso, a Política de Incentivos Fiscais para Florestamento e Reflorestamento (Lei Federal n.º 5.106/1966) possibilitou descontos no imposto de renda para pessoas físicas e jurídicas que investissem em reflorestamento. Como resultado, as áreas reflorestadas aumentaram por todo o território brasileiro, majoritariamente com plantios de eucalipto, seguido de pinus. Outras legislações complementaram e estimularam os produtores mais capitalizados a investirem no setor florestal (Figura 2), o que também fortaleceu a pesquisa agropecuária e viabilizou a modernização no campo, período denominado de “Revolução Verde”. No setor florestal, o crescimento foi tamanho que, no intervalo de 20 anos, entre 1966 e 1987, o plantio de eucalipto em todo o país passou de 460 mil hectares plantados para 6 milhões de hectares (MORA; GARCIA, 2000).

Figura 2 - Legislações federais e estaduais que influenciaram o uso e ocupação da terra por meio da inserção e expansão dos plantios florestais em Minas Gerais (1934-1988)

LEGISLAÇÃO	DESCRIÇÃO
Decreto n. 23.793/1934	Primeiro Código Florestal Brasileiro
Decreto n. 51.219/1961	Regulamento o Fundo Florestal
Lei n. 4.471/1965	Institui o novo Código Florestal
Lei n. 5.106/1966	Dispõe sobre os incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais
Lei n. 1.134/1970	Altera a sistemática de incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais
Decreto-Lei n. 1.307/1974	Dispõe sobre a aplicação dos recursos derivados dos incentivos fiscais, deduzidos do Imposto de Renda
Decreto-Lei n. 1.376/1974	Dispõe sobre a criação de Fundos de Investimento e altera a Legislação do Imposto sobre a Renda relativa a incentivos fiscais
Decreto n. 75.320/1975	Dispõe sobre a criação do Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (POLOCENTRO)
Decreto-Lei n. 1.503/1976	Dispõe sobre incentivos fiscais para empreendimentos florestais
Decreto n. 79.046/1976	Dispõe sobre aplicação dos incentivos fiscais para o Desenvolvimento Florestal do País
Lei n. 7.714/1988	Altera a legislação dos incentivos fiscais relacionados com o imposto de renda

Fonte: Autoras (2019).

À medida que a silvicultura se fortalecia, eram necessários profissionais especializados e avanços das tecnologias silviculturais. Assim, surgiram as primeiras escolas voltadas para o ensino e pesquisa florestal como a Escola Nacional de Florestas em Viçosa, em 1961, transferida para a Universidade Federal do Paraná, em 1963, e a Esco-

la de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, em 1969 (LADEIRA, 2002).

Além disso, surgiu a parceria entre universidade e indústria com o objetivo de otimizar a produtividade. Esse elo promoveu a criação de institutos de pesquisa como o Instituto de Pesquisa e Ensino Florestal (IPEF), em 1968, na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), e a Sociedade de Investigação Florestal (SIF), da UFV, em 1974 (LADEIRA, 2002).

Ainda, ao longo da década de 1960, foram instituídos órgãos federais e estaduais reguladores e executores das leis florestais como o Instituto Estadual de Florestas (IEF), em Minas Gerais, em 1962, e o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), em 1967, incorporado ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) em 1989 (LADEIRA, 2002).

Nos anos de 1970, o governo federal elaborou políticas desenvolvimentistas que tinham como apoio as indústrias de bens e consumo duráveis e que visavam a integralização nacional. Neste panorama, a partir de 1974, em decorrência da crise do petróleo em 1973, os benefícios fiscais para o reflorestamento e a política de expansão industrial do governo se associaram (BACHA, 1991).

Em 1974, o Fundo de Investimento Setorial (FISSET) (Decreto Lei n.º 1.376) definiu diretrizes para que os incentivos fiscais fossem aplicados entre os setores de turismo, pesca e reflorestamento. Desse modo, o IBDF em conjunto com a Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA) e o IEF realizaram um levantamento de áreas ociosas ou subaproveitadas, inaptas para a agricultura e com baixa concentração de pequenas propriedades com o objetivo de estabelecer áreas para os reflorestamentos. Em Minas Gerais, a área quantificada contabilizou 17 milhões de ha disponíveis

veis para a silvicultura, sendo 7.500 milhões de ha de terras devolutas, pertencentes ao governo estadual (CHAVES, 2015).

O II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), entre 1975 e 1979, introduziu o Programa Nacional de Papel e Celulose, o Plano Siderúrgico a Carvão Vegetal e o Programa de Substituição Energética visando o crescimento da produção de papel e celulose e de produtos siderúrgicos, elevando a demanda por toras de madeira e por carvão vegetal e, portanto, favorecendo o fortalecimento da silvicultura (BACHA, 1991).

No ano de 1975, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), a Organização de Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO) e o IBDF elaboraram o Zoneamento Ecológico do Estado de Minas Gerais para o Reflorestamento classificando o território mineiro em dez regiões bioclimáticas, considerando além do clima, as condições vegetativas, o comportamento e tolerância das espécies (GOLFARI, 1975).

Baseando-se nestes dados, o IBDF instaurou o Programa de Distritos Florestais (PDF), em 1976, estabelecendo as áreas prioritárias para a silvicultura denominadas Distritos Florestais (DF) por vários estados brasileiros, nos quais pretendia-se manter a dinâmica entre o reflorestamento e a industrialização alicerçados nos anseios do governo militar.

No território mineiro foram criados os DFs do Triângulo Mineiro (4 milhões ha), do Centro-Oeste (2 milhões ha), do Vale do Rio Doce (4 milhões ha), do Vale do São Francisco (4 milhões ha) e do Vale do Jequitinhonha (cerca de 3 milhões ha). Vale ressaltar que Minas Gerais era o único estado da federação onde haviam terras devolutas em seus DFs (CHAVES, 2015).

O órgão responsável pela questão fundiária em Minas Gerais era a Fundação Rural Mineira - Colonização e Desenvolvimento

Agrário (RuralMinas), criada em 1966 (Lei nº 4.278), a fim de estimular a colonização e o desenvolvimento rural em Minas Gerais, cooperando para a promoção do homem no campo. A RuralMinas “[...] ficou investida de poder de representação do Estado na legitimação da propriedade, no uso e reintegração da posse e na discriminação de terras devolutas” (MAIA, 2007).

O Cerrado, de solos de baixa fertilidade para a agricultura tradicional, proporcionou vastas áreas de terras devolutas ou de baixo preço de aquisição, causando uma “[...] corrida não só de empresas mineiras, mas também de outros estados, o que promoveu o reflorestamento por todo o território mineiro” (IEF, 1979, p. 57). A regionalização da silvicultura no estado e as políticas desenvolvimentistas provocaram, assim, a expansão inicial dos plantios de eucalipto em território mineiro, particularmente entre 1970 e 1979.

4. A chegada da eucaliptocultura no DF do Vale do Jequitinhonha

O DF do Vale do Jequitinhonha está situado no Planalto do Rio Jequitinhonha e Rio Pardo. O Planalto do Rio Jequitinhonha compõe a maior porção do Alto e Médio Vale. Seu relevo é caracterizado por formas aplainadas e levemente dissecadas, localmente chamadas de chapadas, cujas altitudes variam de 900 a 1.200 m (PEDROSA-SOARES; GROSSI-SAD, 1997). O Planalto do Rio Pardo abrange toda a bacia hidrográfica do Rio Pardo e é formado por relevo plano com altitudes nas chapadas entre 600 e 1.000 m (CETEC, 1980, GOLFARI, 1975).

Os principais cursos d’água são o Rio Jequitinhonha e o Rio Pardo. A temperatura média anual varia entre 18 e 24°C com precipitação média anual de 1.000 a 1.700 mm e déficit hídrico de 10 a 210 mm. O Cerrado e as florestas perenifólias e subperenifólias eram

a vegetação dominante e os solos predominantes são o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico e Eutrófico (CETEC, 1980, GOLFARI, 1975).

A dinâmica de ocupação do Vale do Jequitinhonha se deu primeiramente no Alto Jequitinhonha devido à atividade extrativista de ouro e diamante nos séculos XVII e XVIII sob o domínio dos portugueses, o que impossibilitava a constituição de um mercado interno. E, em um segundo momento, no Médio/Baixo Jequitinhonha onde se desenvolvia a pecuária para abastecimento dos núcleos urbanos que surgiam resultantes do extrativismo minerário (CETEC, 1980, FJP, 2017).

O declínio da mineração levou a população tradicional a migrar para áreas de depressão denominadas grotas, próximas aos cursos d'água, onde pequenos produtores desenvolveram a agricultura de subsistência, cultivando arroz, feijão, milho e mandioca com uma pequena produção excedente baseada em uma economia de troca. Nas chapadas, o gado era criado em regime de solta em áreas comunais e era praticado o extrativismo de madeira e alimentos (FJP, 2017).

O estabelecimento de grandes empreendimentos florestais no DF do Vale do Jequitinhonha, na segunda metade da década de 1970, foi adotado através da aliança entre o Estado e o setor privado, como uma atividade promissora de minimização das diferenças regionais e de inserção de Minas Gerais no processo de industrialização brasileira (IEF, 1979).

Por meio do Programa de Distritos Florestais, o governo estadual determinou o Norte e o Alto Jequitinhonha como áreas prioritárias para reflorestamento em razão da grande disponibilidade de terras devolutas. As terras de propriedade do Estado atraíram diferentes investidores, pois diminuía os custos dos empreendimentos devido aos baixos preços, o que ocasionou uma “corrida para a aquisição de

terras para as atividades florestais” (IEF, 1979, p. 57), propiciando investimentos por agentes que dispunham de mais capital e de tecnologias avançadas, como as firmas de grande porte do setor do aço, de papel e celulose e também as reflorestadoras, a maioria com sede no estado paulista (REZENDE; SANTOS, 2010, CHAVES, 2015).

Nas superfícies tabulares, ou seja, nos topos de chapada, que viabilizavam a mecanização, 18 empresas de reflorestamento apresentaram o interesse em executar os seus plantios. Para a escolha das terras, essas companhias sobrevoaram as áreas almejadas e mediram o seu perímetro. No total, 1.181.911 ha. foram propostos para a Rural-Minas, o que ultrapassava o limite de terras públicas permitido então pela lei estadual (Lei Estadual n.º 550/49), de 750 ha, e pela Constituição Federal de 1967, de no máximo 3.000 ha. (CHAVES, 2015).

Acima desse limite, a Constituição determinava a necessidade de aprovação pelo Senado da República. Após os empreendedores obterem a aprovação necessária, enviavam o programa de reflorestamento para a autorização do IBDF e acordavam com a RuralMinas o arrendamento por um prazo mínimo de 23 anos, para assegurar a transferência dos imóveis públicos. A suspensão desses acordos poderia acontecer a qualquer momento, contudo se “[...]as empresas arrendatárias comprovassem a ocupação econômica de um quinto da área, já seria suficiente para a outorga de escrituras definitivas de área até cinco vezes maior” (CHAVES, p. 39, 2015).

Segundo o Plano de Desenvolvimento do Vale do Jequitinhonha (FJP, 2017), os reflorestamentos incentivados tinham caráter centralizador e expansionista, pois causavam concentração fundiária ao se apropriarem de terras de pequenos e médios proprietários e da demanda constante de agregação de áreas contínuas, as quais, não raras vezes, fora das delimitações dos DFs. Os grandes estabelecimentos reflorestadores passaram a ser grandes latifundiários

no estado, e os pequenos e médios produtores acabaram se tornando trabalhadores assalariados dos ramos siderúrgico, de celulose, entre outros.

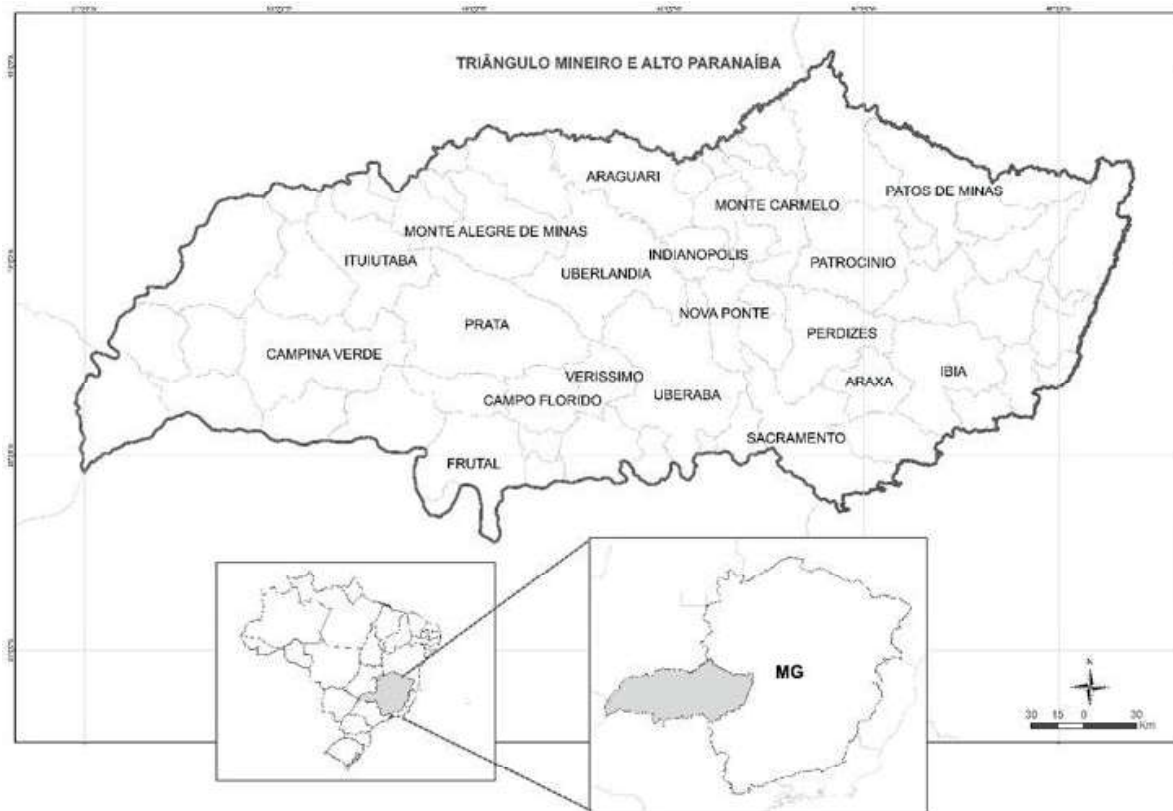
Os plantios de eucalipto em larga escala empregam pouca mão-de-obra, pois as fases que mais absorvem o trabalho humano ocorrem durante o preparo do solo, no plantio e nos tratos culturais, na produção de mudas e, depois na etapa de beneficiamento da madeira (UFV, 198-). Calixto (2006) aponta que a microrregião de Capelinha, no Alto Jequitinhonha, absorvia cerca de 4.000 empregados pelos empreendimentos florestais nos anos de 1970. Porém, a partir de 1990, com a modernização da colheita florestal, a demanda pela força de trabalho caiu para 1.000 trabalhadores inseridos no setor.

Em suma, em razão das condicionantes físicas e das terras consideradas ociosas e impróprias para a agricultura, o Vale do Jequitinhonha se tornou uma região voltada ao plantio de eucalipto, especializado na produção de carvão vegetal destinado ao setor siderúrgico.

5. A chegada da eucaliptocultura no DF do Triângulo Mineiro e Alto Paraíba

A região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (TMAP), localizada na porção oeste de Minas Gerais (Figura 3), detém atualmente o segundo maior contingente populacional do território mineiro, com 2.363.260 habitantes distribuídos em 66 municípios, de acordo com estimativa realizada pelo IBGE em 2018. Além da importância geográfica pela fácil conexão com Brasília e São Paulo, a região é considerada de grande importância por ser a segunda maior economia do estado (NOVAIS, 2011) e responsável por mais de 13,7% do produto interno bruto (PIB) estadual, principalmente em função do agronegócio (FRANCO, 2018).

Figura 3. Localização do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba.



Fonte: Franco (2020).

O TMAP desde o início da sua ocupação se mostrou uma área apta para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, quando o esgotamento do ouro na região da Serra da Canastra, na segunda metade do século XVIII, forçou a população local a estabelecer novas atividades, principalmente a bovinocultura.

O desenvolvimento da atividade agropecuária estendeu-se pelos municípios do TMAP nos séculos XIX e XX, favorecido pelas características físicas da região, que possui relevos majoritariamente aplainados ou pouco dissecados, onde as declividades mais acentuadas, entre 8% e 20%, ocorrem principalmente no Alto Paranaíba e na área próxima à Serra da Canastra. A incidência de classes de solos mais expressivas corresponde aos Latossolos Vermelhos e Verme-

lho-Amarelos (RADAMBRASIL, 1983), atualmente muito antropizados e intemperizados, profundos, com fertilidade natural baixa e boa capacidade de drenagem.

As condições climáticas, com predominância de verões chuvosos com temperaturas elevadas e invernos apresentando temperaturas amenas com períodos de estiagem que podem durar de três a cinco meses (SILVA, 2010), são importantes para a inserção e consolidação da agricultura na região. De acordo com Golfari (1975) “é o clima com seus múltiplos fatores que condiciona a possibilidade de cultivo de uma espécie ou procedência, enquanto o solo regula o nível de produção” (GOLFARI, CASER; MOURA, 1978). Nesses estudos, os autores chegaram a valores de déficit hídrico anual no Triângulo Mineiro de 30 a 90 mm, o que não impactava no desenvolvimento das espécies e que, aliás, colaborou para impulsionar a região como uma das cinco áreas prioritárias para o reflorestamento (REVISTA SILVICULTURA, 1976).

No Triângulo Mineiro, a inserção das florestas plantadas ocorreu concomitante à promulgação das primeiras legislações de incentivos fiscais florestais e ao consequente estímulo propiciado aos empresários para investirem no setor florestal. Mesmo com o distanciamento dos principais mercados consumidores, as áreas de chapadas com baixa fertilidade natural e baixo valor de aquisição das terras eram atrativos para a expansão dos plantios. De acordo com Schneider (1996) e Chagas (2002), as terras no município de Uberlândia e demais áreas na região eram compradas por valores mínimos.

Até o início de 1970, os plantios de espécies exóticas na região do Triângulo Mineiro eram apenas das espécies de eucalipto, em sua maioria *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus alba*, visando a produção de madeira em compensados. No mesmo ano, entre os municípios

de Sacramento e Araxá, foram implantadas as primeiras áreas com pinus, em uma área total de 7.300 hectares, de propriedade da Companhia Resa, e 354 hectares no município de Nova Ponte (CHAGAS, 2002), de propriedade da empresa Caxuana. No auge da concessão dos incentivos estatais, entre os anos de 1968 e 1972, a área de florestas plantadas no Triângulo Mineiro apresentou crescimento acima de 40% ao ano (Tabela 1).

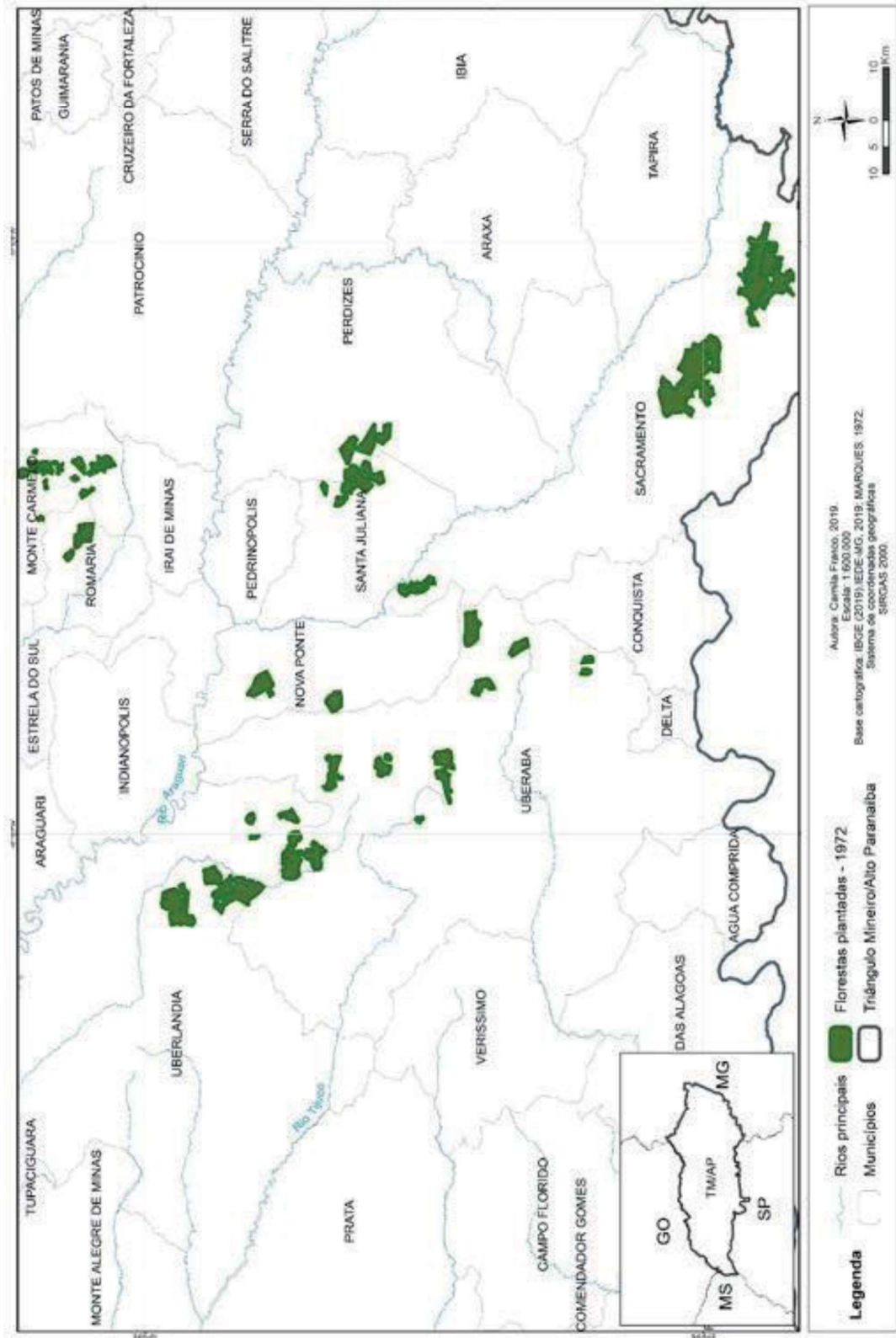
Tabela 1 - Evolução da área plantada (ha.) com eucalipto e pinus no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e no estado de Minas Gerais entre os anos de 1968 e 1972

Ano	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba				Minas Gerais (Estado)			
	Eucalipto	Pinus	Total no ano	Total acumulado	Eucalipto	Pinus	Total no ano	Total acumulado
1968	800	-	800	800	12.424	1.382	13.806	13.806
1969	2.400	-	2.400	3.200	24.572	1.770	26.342	40.148
1970	4.400	7.300	11.700	14.900	39.756	6.919	46.675	86.823
1971	9.200	9.100	18.300	33.200	44.840	8.478	53.318	140.141
1972	11.600	8.400	20.000	53.200	55.544	10.686	66.230	206.371

Fonte: Adaptado de Marques (1972) e Chagas (2002).

No início de 1972, a área de plantio na região era a terceira maior do estado, com aproximadamente 53 mil hectares distribuídos principalmente entre os municípios de Monte Carmelo, Uberlândia, Uberaba, Perdizes e Sacramento (Figura 4), ficando atrás apenas das regiões Central e do Vale do Rio Doce, responsáveis por 135 mil e 51 mil hectares de florestas plantadas, respectivamente (PRIMO, 1972).

Figura 4 - Espacialização das florestas plantadas no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (1972)



Fonte: Adaptado de Marques (1972).

A expansão das florestas plantadas nessa região teve novo impulso com o Programa Nacional de Papel e Celulose (1974) que incluiu o Triângulo Mineiro entre as áreas onde seriam instaladas as novas indústrias. Dentre as cinco regiões definidas como Distritos Florestais, no Zoneamento Ecológico do Estado de Minas Gerais para o Reflorestamento (1976), o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba foi incluído pelo IBDF como um Distrito Florestal, já que

Atendia[m], convenientemente, todos os requisitos exigidos, além de possuir uma excelente malha rodoferroviária, abundância de recursos hídricos, energia elétrica e centros urbanos suficientes para provimento da mão-de-obra necessária e manutenção da infra-estrutura indispensável para o desenvolvimento das metas propostas (reflorestamento e industrialização da madeira), além de topografia adequada à mecanização agrícola e terras a preços (ainda) acessíveis. (CHAGAS, 2002, p. 36).

O avanço dos plantios continuou até o início da década de 1980, porém, em ritmo mais lento quando comparado ao início da expansão. Entre 1973 e 1985, a área plantada no Triângulo Mineiro passou de 73 mil hectares para 103 mil hectares, apresentando o crescimento de 30% no período. A diminuição do ritmo dos plantios pode ser justificada pela ausência de mercado consumidor próximo e bem estabelecido, pela valorização das terras e pelo direcionamento dos incentivos para regiões específicas estabelecidas pelo governo federal como prioritárias para as políticas de desenvolvimento, principalmente a região Nordeste.

6. Fim dos incentivos fiscais: reestruturação da silvicultura e sustentabilidade

A partir de 1979, o Fiset – Florestamento e Reflorestamento foi concedido unicamente para a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), cuja área de atuação abrangia parte do DF do Vale do Jequitinhonha. Verifica-se que durante a década de 1980, a área da eucaliptocultura em Minas Gerais decresceu (Tabela 2) em razão da desaceleração gradual dos incentivos fiscais devido à recessão econômica do período, e, em 1989, esses estímulos chegaram ao fim.

Tabela 2– Área de eucalipto em MG entre 1967 e 1988

Período	Eucalipto (ha)
1967 – 1969	54.942
1970 – 1979	1.158.401
1980 – 1988	791.686

Fonte: Anuário Estatístico de Minas Gerais (1983-1984, 1990-1993).Org.: Autoras (2020).

O país enfrentava taxas inflacionárias elevadas e a abertura da economia e a queda do preço de importação do carvão mineral no governo Collor resultaram na retração da área reflorestada pela siderurgia. Todavia, o ramo de papel e celulose que utilizava apenas madeira de reflorestamento ampliou a área da eucaliptocultura, por meio de reformas dos plantios incentivados, no momento em que a inflação foi controlada e a moeda nacional passou a apresentar um equilíbrio econômico com a inserção do Plano Real, em 1994 (HORA, 2015; FERREIRA, 2015).

Com o fim dos reflorestamentos incentivados, a silvicultura precisou se reestruturar. Foi preciso intensificar as pesquisas e aprimorar as tecnologias para aumentar a produtividade em um menor tempo e intensificar o fomento florestal por meio da parceria com pequenos e médios produtores rurais, reduzindo assim os investimentos com aquisição de terra, possibilitando maior competitividade no mercado e a descentralização da atividade (ANTONANGELO; BACHA, 1998).

A Constituição Federal de 1988 deu autonomia à União, aos Estados e ao Distrito Federal a formular suas próprias leis florestais de acordo com as potencialidades e as fragilidades de cada região. O estado de Minas Gerais, através da Lei n.º 10.561, de 1991, foi o primeiro a traçar o seu quadro legal, prevendo o emprego exclusivo de madeira de reflorestamento pelas indústrias siderúrgicas após 1998, com o intuito de dirimir a pressão sobre as matas nativas.

Em 1997, Minas Gerais precisava implantar programas de reflorestamento ou a curto prazo o abastecimento de madeira para as indústrias ficaria comprometido, o que poderia impossibilitar a ampliação e a instalação de novas empresas. Naquele ano, a área de desmatamento estimada no estado atingia 400.000 ha/ano, assim era necessária a inserção de novos programas de fomento que levassem em consideração os aspectos econômico e socioambiental, inserindo o produtor rural na cadeia produtiva e priorizando o uso múltiplo da madeira. Assim, o IEF começou a oferecer diferentes modalidades de fomento entre instituição governamental, empresário e produtor, disponibilizando mudas e assistência técnica para pequenas e médias propriedades (IEF, 1997).

Ao iniciar os anos de 1990, os debates acerca da questão ambiental tiveram protagonismo no cenário nacional, principalmente durante a realização da Eco-92, realizada pela Organização das Na-

ções Unidas (ONU), no Rio de Janeiro. Dentre as questões levantadas pela conferência, o desmatamento e avanço da fronteira agrícola para a região amazônica colocou em relevo o problema da exploração de floresta nativa, sendo abordadas as alternativas para frear o desmatamento.

A criação e a consolidação dos selos verdes, como o Forest Stewardship Council (FSC), na década de 1990 e o Cerflor – Programa Brasileiro de Certificação Florestal, em 2002, foram alguns dos resultados dessa pressão inicial pela utilização de madeira de reflorestamento, tanto no mercado interno quanto no externo, impulsionando as grandes empresas a buscarem o manejo sustentável, do plantio à industrialização da madeira, o que colocou o mercado de florestas plantadas em evidência.

As primeiras certificações brasileiras datam de 1994, no Sul e no Sudeste do país, e em 1996 foram dados os passos iniciais para a criação do Programa Brasileiro de Certificação Florestal (Cerflor), de caráter voluntário, em parceria com a Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS), instituições de pesquisas e ONGs, dando a oportunidade às empresas nacionais obterem linhas de crédito e o selo de qualidade exigido pelo mercado mundial para produtos florestais em bases sustentáveis (HORA, 2015).

No início do século XXI (KENGEM, 2001), novas políticas que envolviam a silvicultura foram estabelecidas, como o Programa Nacional de Florestas (PNF), cujos objetivos eram expandir a base florestal brasileira sustentavelmente, promover o fomento à silvicultura e ampliar os mercados interno e externo de produtos e subprodutos florestais; o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf Florestal) para pequenos produtores; e, o Programa de Plantio Comercial de Florestas (PROPFLORA) para médio e grandes produtores.

Tanto o Pronaf Florestal quanto o PROPFLORA não obtiveram os resultados esperados devido às exíguas garantias de financiamento e à entrada de novos investidores de iniciativa privada no setor florestal, as Timberland Investment Management Organizations (TIMOs), empresas de gestão de investimentos florestais que operam na mediação entre os investidores e os consumidores de plantios comerciais.

Além desses marcos, as florestas plantadas foram novamente valorizadas no contexto dos acordos de Quioto e de Paris, de 2005 e 2016, respectivamente, que estabeleceram metas para a diminuição de emissões de gases de efeito estufa e criaram um mercado de carbono. Dessa forma,

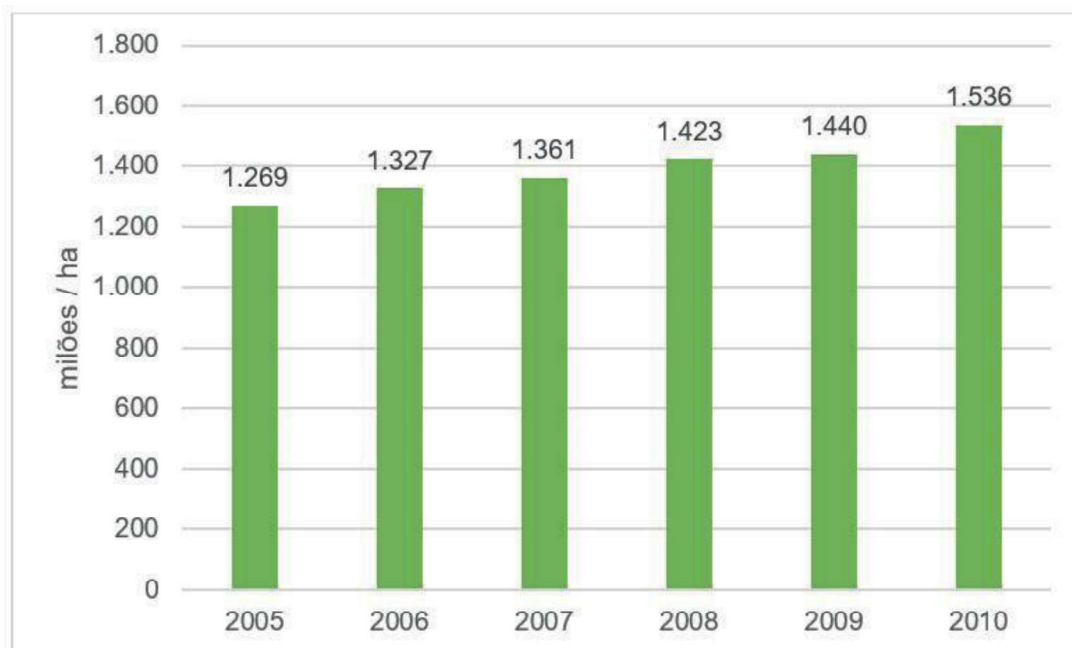
O setor de árvores plantadas para fins industriais é um dos mais aptos a fortalecer os objetivos do Brasil no Acordo de Paris, que prevê reduzir as emissões dos gases do efeito estufa em 43% frente à realidade de 2005; restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas. (IBÁ, 2019, p. 5).

A limitação do uso das florestas nativas fortalecida por adaptações das legislações federais e estaduais, com o aumento de fiscalização e regularização ambiental de atividades industriais e agrícolas, impulsionou o crescimento das florestas plantadas, pois a demanda do mercado consumidor por madeira, celulose e ferro não diminuiu, tornando o Brasil um dos principais produtores do mundo, onde os estados com maiores áreas plantadas são também aqueles que detêm as grandes indústrias siderúrgicas e de papel e celulose.

7. O cenário atual da eucaliptocultura em Minas Gerais

No caso do território mineiro, na primeira década dos anos 2000, o resultado desse conjunto de pressões e o aumento da demanda por madeira de eucalipto para o setor moveleiro, de construção civil, de construção rural, de cerâmica, de cimento e calcinação, da agroindústria de alimentos que emprega o eucalipto como energia térmica, entre outros elevaram a área da eucaliptocultura (REZENDE; SANTOS, 2010) (Figura 5).

Figura 5 – Área da eucaliptocultura em MG entre 2005 e 2010



Fonte: AMS (2013). Org.: Autoras (2020).

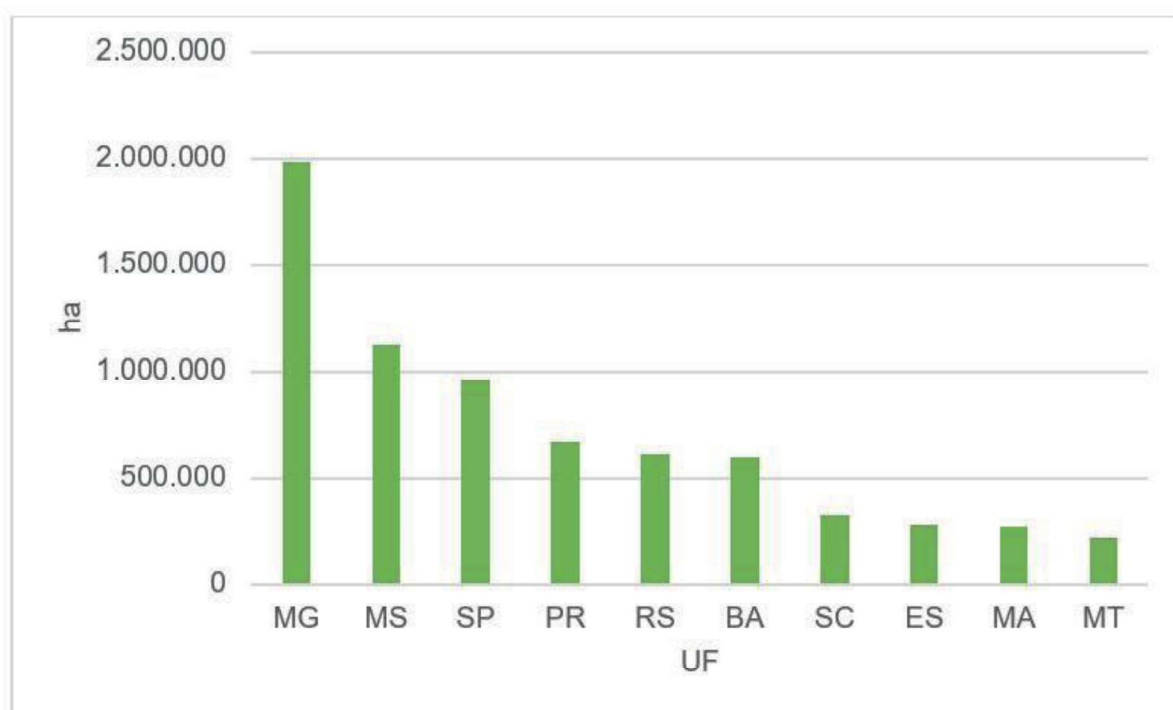
Entre os anos de 2006 e 2010, os maiores agentes reflorestadores no estado foram respectivamente a siderurgia integrada, as guseiras, o setor de celulose, tanto com sede em Minas Gerais quanto em outros estados, como na Bahia, no Espírito Santo e em São Paulo, o segmento de ferroliga e os produtores independentes.

Ness último grupo também estão inclusos os

reflorestadores por fomento público-privado. Com exceção dos reflorestadores independentes, os outros eram considerados os maiores consumidores de matéria-prima de base florestal. No que se refere ao fomento, de 2005 a 2006, o aumento do reflorestamento fomentado foi de 55%. Em 2006, 42,8mil hectares, 28,8% do total dos plantios da silvicultura, foram efetivados por meio de fomento florestal (REZENDE, PEREIRA, BOTE- LHO, 2013; REZENDE; SANTOS, 2010).

Em 2019, no contexto nacional, o território mineiro liderou o ranking da área de eucaliptocultura com 1.981.558 ha, seguido por Mato Grosso do Sul com 1.124.969 ha, por São Paulo com 963.285 ha e pelo Paraná com 666.308 ha (Figura 6) (IBGE, 2020).

Figura 6 – Os dez estados com maior área de eucaliptocultura no Brasil em 2019 (ha)



Fonte: PEVS, IBGE (2020). Org.: Autoras (2020).

O reflorestamento com eucalipto totalizou 97% do total de florestas plantadas no estado. Os plantios se concentraram nas mesorregiões Norte de Minas e Jequitinhonha, somando 775.917 ha. (Tabela 3) (IBGE, 2020).

Tabela 3 – Área da eucaliptocultura em MG em 2019

Mesorregião	Eucalipto (ha)
Norte de Minas	512.116
Jequitinhonha	263.801
Central Mineira	223.341
Noroeste de Minas	195.243
Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba	165.886
Vale do Rio Doce	142.668
Metropolitana de B.H.	122.916
Sul/ Sudoeste de Minas	105.507
Zona da Mata	99.235
Oeste de Minas	71.403
Campo das Vertentes	41.414
Vale do Mucuri	38.028
Total	1.981.558

Fonte: PEVS, IBGE (2020). Org.: Autoras (2020).

O carvão vegetal é o principal produto da cadeia produtiva do setor florestal mineiro, destinado sobretudo ao seu parque siderúrgico, o que contribui para que o estado seja o maior produtor e consumidor de carvão vegetal em escala global. O consumo deste insumo totalizou 11.260 (x1.000 m³) no estado, em 2019 (SINDIFER, 2020). Quanto à produção carvoeira, pequenos e médios produtores rurais

são responsáveis por 75% da fabricação (MAUGERI, 2020).

Das 180 empresas de médio e grande porte de ferro gusa, ferroliga e aço que operam a carvão vegetal, 77 estão localizadas em Minas Gerais (IBÁ, 2020). O volume da produção de carvão de eucalipto no Brasil foi de 5.949.241 toneladas, sendo Minas Gerais responsável por 5.207.15 toneladas (Tabela 4), ou seja 86% da produção nacional, cujos valores foram da ordem de R\$ 3.876.037 e R\$ 3.332.825 respectivamente em 2019 (IBGE, 2020).

Tabela 4 – Produção de carvão vegetal em MG no ano de 2019

Mesorregião	Carvão vegetal (t)
Norte de Minas	1.346.228
Central Mineira	939.145
Jequitinhonha	905.873
Noroeste de Minas	779.062
Metropolitana de B.H.	431.621
Campo das Vertentes	207.080
Zona da Mata	156.106
Oeste de Minas	142.859
Vale do Rio Doce	114.529
Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba	90.162
Sul / Sudoeste de Minas	86.129
Vale do Mucuri	8.359
Minas Gerais	5.207.152

Fonte: PEVS, IBGE (2020). Org.: Autoras (2020).

O carvão proveniente da silvicultura em Minas Gerais é integralmente oriundo de eucalipto. O Norte de Minas apresentou a maior produção carvoeira em 2019. Do total do carvão produzido

pelo estado, 1.346.228 toneladas foram originárias dessa mesorregião (Tabela 4) (IBGE, 2020).

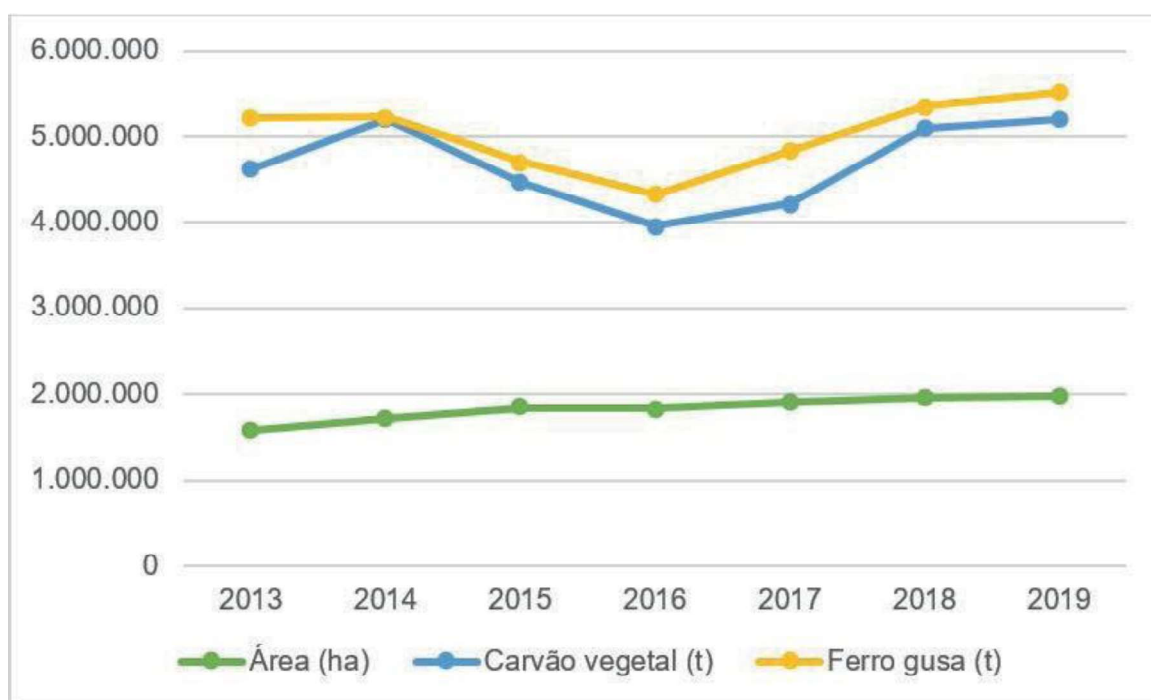
Em escala microrregional, a de Capelinha, no Alto Jequitinhonha, foi a maior produtora, com 779.002 toneladas. Destaque para os municípios de Itamarandiba, com 285.122 toneladas; de Carbonita, com 121.906 toneladas; de Turmalina, com 131.687 toneladas; Minas Novas, com 110.256 toneladas; e, Veredinha com 83.506 toneladas (IBGE, 2020).

A soberania da microrregião de Capelinha quanto à produção de carvão vegetal de eucalipto possivelmente está relacionada à influência da Aperam Bioenergia LTDA, cujos altos fornos produzem aproximadamente 450.000 toneladas de carvão vegetal/ ano, os quais são transportados para o município de Timóteo, onde ocorre a produção de aço inox, aço elétrico e aço carbono especial. Além disso, a empresa comercializa madeira *in natura* para a serraria, mudas e sementes para o mercado (APERAM BIOENERGIA, 2020).

Em virtude da crise política e econômica brasileira, que se iniciou em 2014, a siderurgia nacional e a mineira apresentaram uma contração entre 2015 e 2017, repercutindo eventualmente em toda a cadeia produtiva de madeira, ou seja, desde os plantios até às atividades industriais. A queda na demanda siderúrgica refletiu tanto na produção de carvão quanto na de ferro gusa, logo, a tendência foi a não expansão e não reforma dos plantios (SCHMID, 2018). Em 2018, a paralização dos caminhoneiros no final do mês de maio impactou significativamente o setor, e conseqüentemente, a falta de abastecimento de matéria-prima provocou a interrupção parcial ou integral de diversas usinas no estado. Com o retorno da China como importadora do gusa mineiro, uma parcela dos altos fornos que estavam em ociosidade voltou a operar ainda no mesmo ano (MAUGERI, 2020), cooperando para o aumento da produção de gusa, 14% a mais em relação ao ano anterior

(SINDIFER, 2019). No ano de 2019, o estado mineiro apresentou um aumento de 11,4% na produção e comercialização de gusa pautado em exportações (Figura 7 e Tabela 5) (SINDIFER, 2020).

Figura 7 – Área da eucaliptocultura e produção de carvão vegetal e gusa em MG entre 2013 e 2020



Fonte: PEVS, IBGE (2014-2020). Org.: Autoras (2020).

Tabela 5 – Área e produção de carvão vegetal e gusa em MG entre 2013 e 2019

Ano	Área (ha)	Carvão vegetal (t)	Ferro gusa (t)
2013	1.568.612	4.626.529	5.208.201
2014	1.713.576	5.199.326	5.227.824
2015	1.841.943	4.464.782	4.702.950
2016	1.832.259	3.954.475	4.336.160
2017	1.914.029	4.218.066	4.825.607
2018	1.965.826	5.094.242	5.347.510
2019	1.981.558	5.207.152	5.516.562

Fonte: PEVS, IBGE (2020). Org.: Autoras (2020).

Ainda em 2019, a produção de gusa a carvão vegetal no território mineiro computou 5.516.562 toneladas, equivalendo a 76% da produção nacional de 6.953.430 toneladas. Minas Gerais exportou 2.017.241,50 toneladas de gusa a carvão de madeira, sendo o maior importador a Ásia (40%), seguida pelos Estados Unidos (32,2%), a Europa (17,2%), a América Latina (10,5%) e outros (0,1%) (SINDIFER, 2020).

Em relação aos empregos gerados pelas guseiras e pelo segmento florestal associado àquele setor, foram contabilizados 30.135 postos de trabalho nas usinas (8,610 diretos e 21.525 indiretos) e 72.268 no ramo florestal (Tabela 6), computando um total de 102.403 empregos, em 2019 (SINDIFER, 2020).

Tabela 6 – Empregos gerados no setor florestal vinculado às usinas independentes de gusa em Minas Gerais em 2019

Setor de ferro gusa	Diretos	Indiretos	Total
Produção de ferro gusa	1.568.612	4.626.529	5.208.201
Setor florestal	Diretos	Indiretos	Total
Implantação e manutenção de florestas	2.857	4.464.782	11.428
Produção e transporte de carvão vegetal	15.210	3.954.475	60.840
Total (setor de ferro gusa e florestal)	26.677	4.218.066	102.403

Fonte: SINDIFER (2020). Org.: Autoras (2020).

No caso específico do Alto Jequitinhonha, dados expressos no Plano de Desenvolvimento do Vale do Jequitinhonha (PDVJ) apontaram que embora diversos programas voltados para o desenvolvimento da região tenham sido elaborados desde o princípio dos reflorestamentos incentivados no estado, o Vale do Jequitinhonha

ainda carece de ações que promovam o desenvolvimento econômico local. O Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) arrecadado e transferido para os municípios pela silvicultura é bastante reduzido (FJP, 2017).

Em relação à de madeira em tora para celulose, em 2019 houve a produção de 6.219.068 m³. Desse total 6.197.618 m³ foram de reflorestamento de eucalipto. No território mineiro existem 4 unidades fabris do setor de celulose e 352 de papel (IBÁ, 2020). A principal empresa deste ramo é Celulose Nipo-Brasileira S.A. (Cenibra), produtora de celulose de fibra curta de eucalipto, instalada no município de Belo Oriente, no Vale do Rio Doce, na década de 1970. A Cenibra possui 51% de suas florestas destinadas ao plantio de eucalipto, distribuídas em 54 municípios mineiros (CENIBRA, 2021).

No ano de 2020, a pandemia da covid 19 e o isolamento social causaram o aumento dos serviços de entrega. Em consequência, no Brasil, entre os meses de janeiro e setembro, a produção de celulose cresceu 5,9%, a de embalagens de papel 1,3%, a de papel cartão 5,9% e a de papéis para fins sanitários 0,8% (IBÁ, 2021).

Em Minas Gerais, o setor florestal também apresentou índices positivos durante 2020. Segundo Maugeri (2020), presidente da Associação Mineira da Indústria Florestal (AMIF), por meio de planejamento estratégico, as indústrias do setor conseguiram proteger o caixa antes de sofrerem as adversidades da crise, reduzindo o ritmo de produção. Esclarece, ainda, que o governo estadual julgou as indústrias florestais fundamentais ao enfrentamento da covid 19, pois forneceram matéria-prima, papel, carvão e aço para energia, equipamentos e materiais hospitalares. Como resultado da retomada gradativa do mercado interno e do aquecimento do mercado externo no final do primeiro semestre de 2020, a

comercialização de carvão vegetal, aço, gusa, ligas metálicas especiais, celulose e papel teve um aumento relevante.

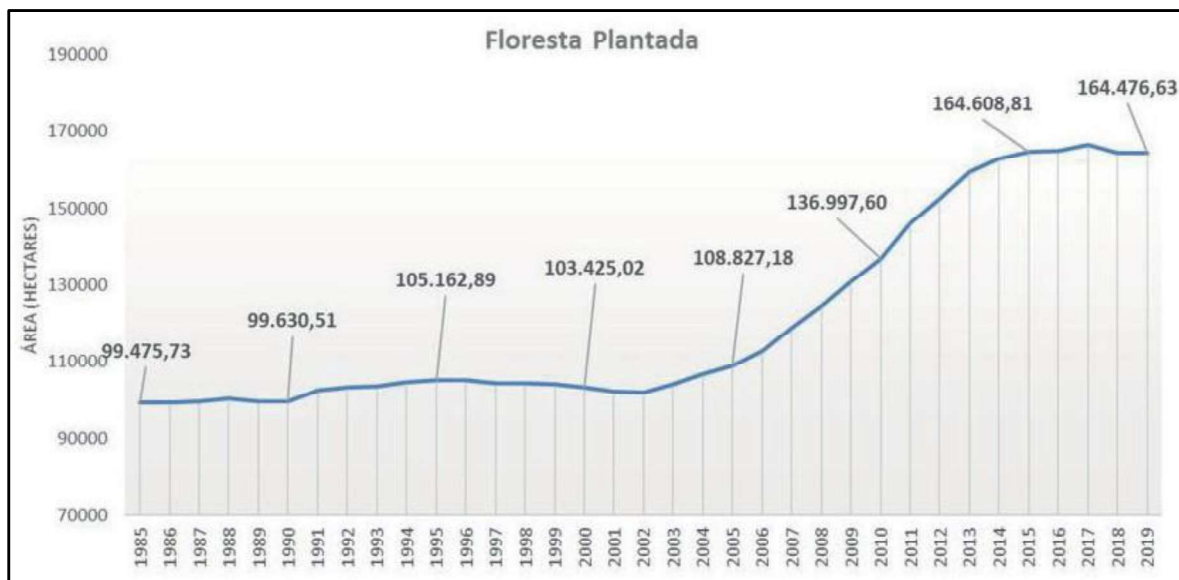
Usos do eucalipto com maior valor agregado também vêm se materializando no Vale do Jequitinhonha. Na microrregião de Capelinha, por exemplo, alguns municípios se sobressaem no setor moveleiro de madeira de eucalipto, notadamente Itamarandiba, Capelinha, Turmalina, Chapada do Norte, com destaque para Minas Novas, pois além de possuir condições para o desenvolvimento florestal, também possui bases para a pesquisa científica (REZENDE e SANTOS, 2010).

O tempo de corte do eucalipto para produção de móveis é praticamente o dobro daquele para a produção de carvão vegetal, ou seja, cerca de 14 anos. A madeira deve ser madura, resistente e apresentar alta densidade e durabilidade. Na região, o uso do eucalipto na marcenaria vem reduzindo o uso de madeira nativa para produção de móveis, o que é um aspecto bastante positivo (REZENDE, SANTOS, 2010).

No Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, o fim dos incentivos fiscais, decretado em 1988, provocou a perenidade das áreas de florestas plantadas, que foram compradas ou arrendadas por grandes empresas do setor florestal, como a Duratex, Faber-Castell e International Paper.

Nos 55 municípios que compreendem as atuais regiões geográficas intermediárias de Uberlândia e Uberaba, a primeira expansão das florestas plantadas, ocorrida devido aos incentivos estatais, não encontrou continuidade após o seu encerramento, sendo praticamente imperceptível o aumento de área plantada até meados dos anos 2000 (Figura 8).

Figura 8 - Área ocupada por florestas plantadas nas Regiões Geográficas Intermediárias de Uberlândia e Uberaba (1985-2019)



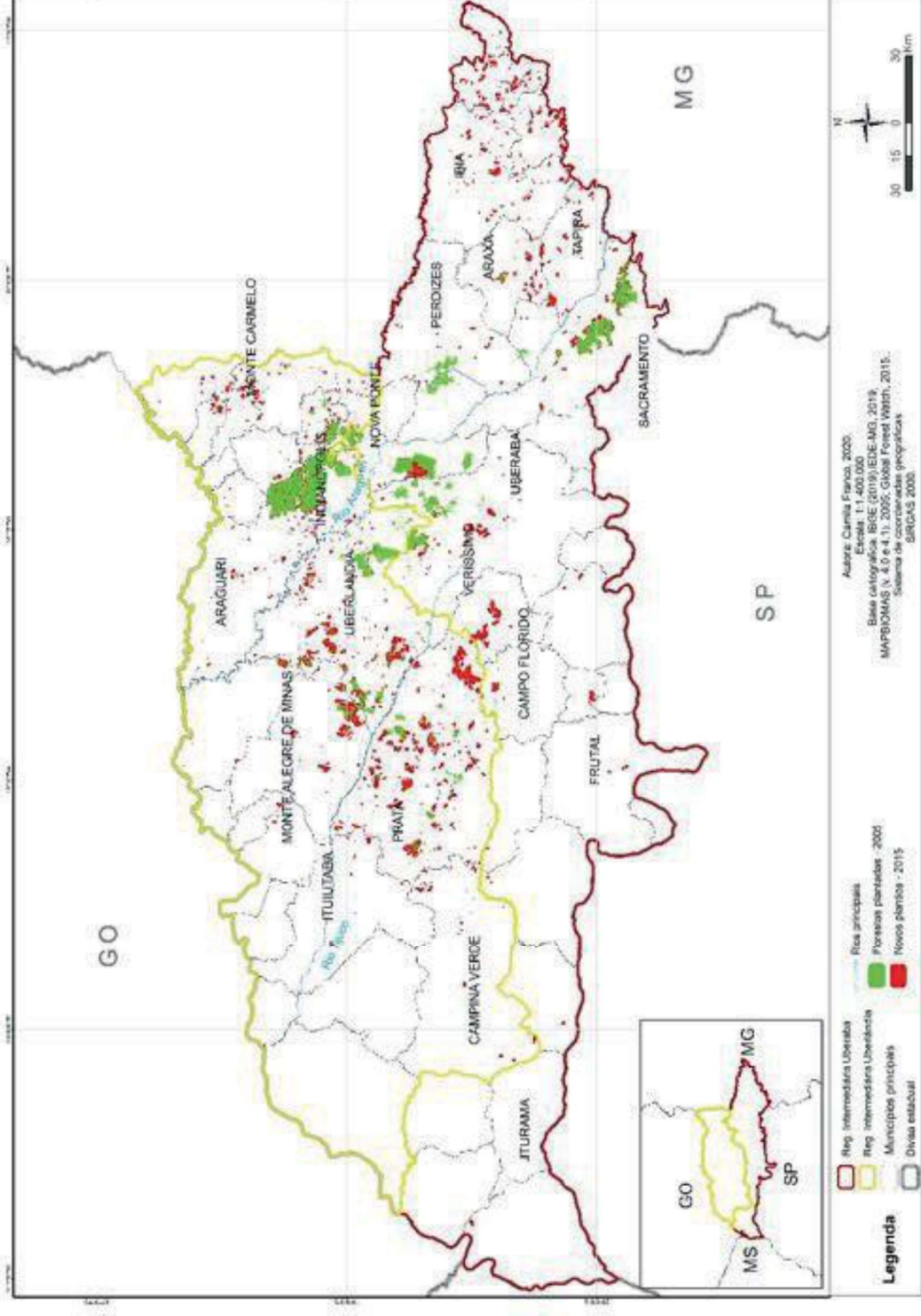
Fonte: Adaptado de Projeto MapBiomas versão 5.0 (2020).

Org.: Autoras (2020).

Entre 2002 e 2015, houve o aumento expressivo da área ocupada por florestas plantadas nas regiões de Uberaba e Uberlândia, o que pode ser observado na figura 9 referente aos plantios existentes no ano de 2005, representados na coloração verde, e os novos plantios no ano de 2015, representados pela cor vermelha.

Dos novos talhões de plantios identificados, mais de 70% correspondem a áreas inferiores a 100 hectares, padrão que difere daqueles praticados pelas empresas atuantes no setor, que geralmente manejam talhões com no mínimo 200 hectares. Este padrão demonstra que, possivelmente, uma porção considerável desses novos plantios seja de responsabilidade de pequenos e médios produtores atuantes na agricultura e pecuária, justificado pelas restrições ambientais ao uso de vegetação nativa, mencionado anteriormente.

Figura 9 - Florestas plantadas nas Regiões Geográficas Intermediárias de Uberlândia e Uberaba (2005-2015).



Fonte: Projeto MapBiomas (2005) e Global Forest Watch (2015). Org.: Camilla Franco (2018).

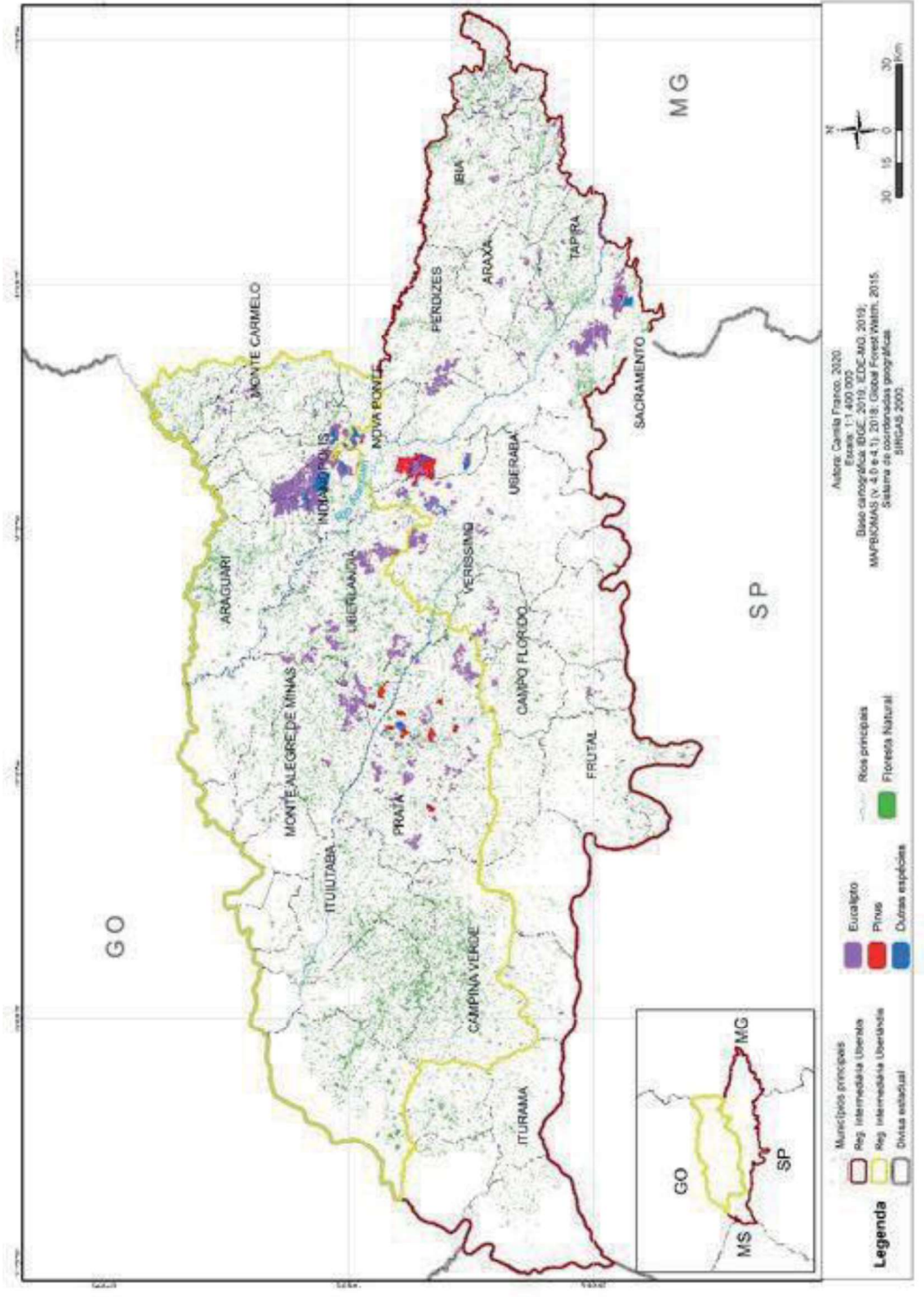
A finalidade desses plantios, na maioria das vezes, é para subsistência energética das próprias fazendas, principalmente para produzir lenha, utilizada na secagem de grãos, para uso pessoal e comercialização local da madeira em tora (FRANCO, 2020, p. 86).

Além do uso para subsistência das fazendas, os novos produtores de florestas plantadas da região também são contemplados por políticas de fomento florestal que seguem vigentes em âmbito federal e estadual, principalmente com linhas de crédito e financiamentos, como o Fundo Pró-Floresta em Minas Gerais (BRASIL, 2016) e o PRONAF Florestal no Brasil (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2019).

O incremento de florestas se deu inclusive em municípios que anteriormente não foram identificados plantios, como os municípios localizados a leste de Sacramento e alguns plantios esparsos na porção oeste do Triângulo Mineiro. Essas novas áreas a leste de Sacramento diferem-se do padrão de plantios anteriormente observados, pois a região é caracterizada por possuir clima mais ameno e terrenos com maior declividade (8 a 20%), utilizados tradicionalmente para agricultura.

A área total ocupada por florestas plantadas nas Regiões Geográficas Intermediárias de Uberlândia e Uberaba, em 2018, foi de 164.476 hectares (Figura 10), dos quais 85% são de eucalipto, 14% de pinus e 1% de outras espécies, de acordo com dados extraídos da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (IBGE, 2019).

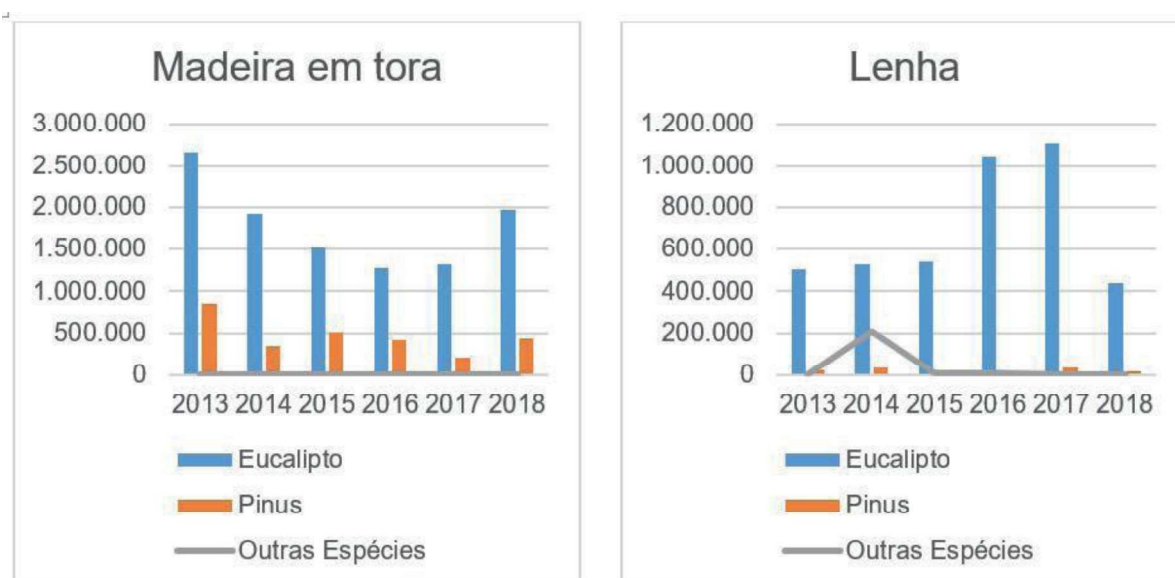
Figura 10 - Florestas plantadas nas Regiões Geográficas Intermediárias de Uberlândia e Uberaba (2018).



Fontes: MapBiomas (2018) e Global Forest Watch (2015). Org.: Camila Franco (2018).

As áreas de plantios mais expressivas são de propriedade ou arrendadas pelas grandes empresas atuantes na região, como a Duratex e Faber-Castell, as principais responsáveis pela grande quantidade de metros cúbicos de madeira em tora observado entre os anos de 2013 e 2018, nas regiões de Uberaba e Uberlândia (Figura 11).

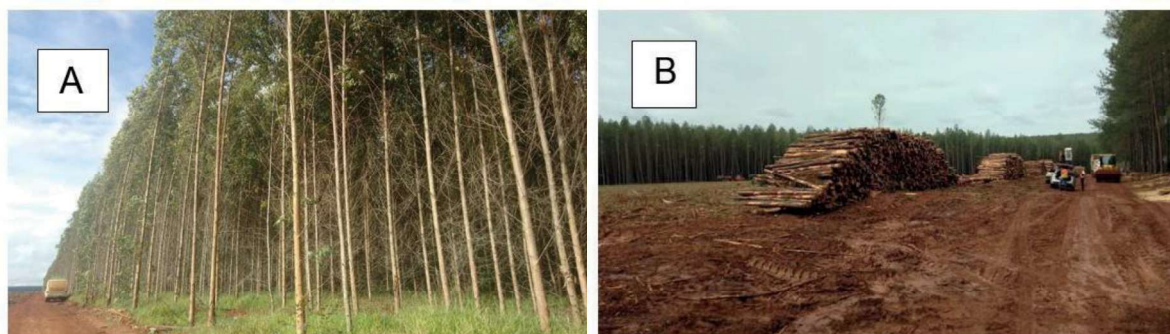
Figura 11 - Quantidade produzida (metros cúbicos) dos principais produtos madeireiros e respectivas espécies nos 55 municípios das Regiões Geográficas Intermediárias de Uberlândia e Uberaba (2013-2018)



Fonte: PEVS, IBGE (2013-2018).

A Duratex detém aproximadamente 76 mil hectares, majoritariamente de eucalipto, nos municípios de Nova Ponte, Uberlândia, Indianópolis e Estrela do Sul, todos com finalidade de abastecer a indústria de painéis e pisos de madeira localizada em Uberaba. Já a segunda maior empresa da região, a Faber-Castell possui o total de 6 mil hectares de pinus entre as cidades do Prata e Uberlândia, todos destinados ao abastecimento de sua unidade fabril no município do Prata, que produz tábuas de madeira para posterior confecção de lápis (Figura 12).

Figura 12 - (A) Plantio de eucalipto da Duratex em Nova Ponte (abril de 2019); (B) Plantio de pinus no parque florestal da Faber-Castell em Prata (dezembro de 2019).



Fonte: Autoras (2019).

Outras empresas atuantes na região, que utilizam matéria-prima madeireira no processo produtivo, por exemplo para a secagem de grãos, como Monsanto, Cargill e Bunge, também colaboram para movimentar o setor madeireiro da região, pois compram de florestadoras menores ou de produtores independentes.

8. Considerações Finais

A inserção e a evolução dos plantios de eucalipto em Minas Gerais estão atreladas a um dos setores mais dinâmicos da economia mineira, a siderurgia a carvão vegetal. A eucaliptocultura aliada às políticas nacionais desenvolvimentistas apresentou vantagens comparativas às outras espécies madeireiras devido às condições edafoclimáticas propícias que permitiram a sua adaptação, resultando em alta rentabilidade em períodos curtos de rotação.

Em um primeiro momento, a possível escassez de madeira de floresta nativa em terras brasileiras, levaram as empresas consumidoras de produtos de base florestal, particularmente a indústria siderúrgica e a de celulose e papel, a estabelecer projetos de refloresta-

mento subsidiados com recursos próprios a fim de manter o suprimento constante de madeira.

No entanto, é em meados da década de 1960 que o reflorestamento com eucalipto toma força em razão da promulgação do Código Florestal, Lei nº 4.771, de 1965, o qual tinha como uma de suas diretrizes a reposição florestal obrigatória pelas empresas consumidoras de matéria-prima madeireira para seu auto abastecimento. Além disso, esse dispositivo legal vislumbrava o abatimento no imposto de renda para pessoas físicas e jurídicas que investissem em empreendimentos florestais. Tais estímulos foram regulamentados pela Lei Federal de Incentivos Fiscais para Florestamento e Reflorestamento, Lei nº 5.106, de 1966.

Em âmbito estadual, os plantios de eucalipto foram direcionados para o Alto Jequitinhonha a partir dos anos de 1970 devido às suas condicionantes físicas, especialmente sua topografia plana, que viabilizava a mecanização. Além disso, a articulação entre o Estado e o setor corporativo viabilizaram o processo de acumulação primitiva do capital ao ceder e arrendar aos agentes hegemônicos terras consideradas ociosas e impróprias para a agricultura e de baixo valor que promoveram a consolidação da produção de carvão vegetal de eucalipto no território da microrregião de Capelinha.

Do mesmo modo, a implementação de incentivos fiscais, na década de 1960, colaborou para o avanço agrícola no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Avanço este marcado também pela inserção de florestas plantadas que de forma semelhante ao Alto Jequitinhonha, foram cultivadas nas áreas mais planas, com solos menos férteis e boa disponibilidade hídrica.

Considerada posteriormente como uma das áreas principais do estado de Minas Gerais para direcionamento dos incentivos fiscais, a região vivenciou o crescimento de pelo menos 40% ao ano

da área de florestas plantadas entre os anos de 1969 e 1972, principalmente com eucalipto, crescimento este que não se manteve nos anos vindouros, com a redução e cessão dos incentivos fiscais, na década de 1980.

A região observou um novo incremento exponencial desses plantios no início dos anos 2000, acompanhado pela diminuição do uso de florestas nativas no cenário nacional e estadual, muito em função da proibição de desmatamentos e aumento da fiscalização de órgãos ambientais. Deste modo, pequenos e médios produtores agrícolas passaram a realizar plantios de eucalipto em áreas menores, para subsistência e comércio local, conforme pôde ser observado nos mapeamentos apresentados neste estudo.

Além da importância dos pequenos e médios produtores para o aumento da área ocupada por florestas plantadas no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, grandes empresas estabelecidas na região, como Duratex e Faber-Castell, são as principais responsáveis pelos valores elevados de produção e pela relevância da região para o setor florestal no estado de Minas Gerais.

No cenário futuro, a operação da LD Celulose, formada pela *joint-venture* Duratex (brasileira) e Lenzing AG (austríaca), entre os municípios de Indianópolis e Araguari, mantém elevada a expectativa de aumento das áreas plantadas com eucalipto, onde a demanda estimada pela empresa é de 40 mil hectares, dos quais 10 mil serão novas áreas. A escolha da região demonstra o potencial visto pela ótica empresarial, tanto pelos aspectos físicos quanto pela demanda de mão-de--obra disponíveis, e da necessidade de estudos futuros sobre os impactos socioambientais na região.

Referências

AMS. Associação Mineira de Silvicultura. **Anuário Estatístico de 2012**. Belo Horizonte, 2013.

ANTONANGELO, A.; BACHA, C. J. C. As Fases da Silvicultura No Brasil. **Revista Brasileira de Economia**. Rio de Janeiro, v. 52, n.1, p. 207-238, 1998.

APERAM. **Desenvolvimento**. Disponível em: <https://aperambioenergia.com.br/institucional/produto-2/desenvolvimento/>. Acesso em: 23 fev. 2021.

BACHA, C.J.C. A expansão da silvicultura no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v.45, n.1, p. 145-148, 1991.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Matriz de Dados do Crédito Rural**, 2019. Disponível em: <https://dadosabertos.bcb.gov.br/dataset/matrizdadoscreditorural>. Acesso em: 5 dez. 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Fundos ambientais estaduais com potencial de apoio ao desenvolvimento florestal**. Brasília: MMA; Serviço Florestal Brasileiro, 2016.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAM-BRASIL**. Folha SE. 22 Goiania Rio de Janeiro, 1983 v.31 764p. (Levantamento de Recursos Naturais, v.31).

CALIXTO, J. S. **Reflorestamento, terra e trabalho: análise da ocupação fundiária e da força de trabalho no Alto Jequitinhonha, MG**. 2006. 130 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Curso de Administração, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

CENIBRA. **Cenibra estabelece recorde de produção de celulose**. Disponível em: <https://www.cenibra.com.br/noticias/cenibra-estabelece-recorde-de-producao-de-celulose/>. Acesso em: 23 fev. 2021.

CHAGAS, L. A. de C. **Reflorestamento, políticas e incentivos fiscais no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba**. 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.

CHAVES, L. A. **As terras devolutas e a questão energética em Minas Gerais: desafios e perspectivas de sustentabilidade econômica, ambiental e social nas regiões Norte e Alto Jequitinhonha**. 2015. 150 f. Dissertação

tação (Mestrado em Direito) – Escola Superior Dom Helder Câmara, Belo Horizonte, 2015.

FERREIRA, M. A aventura dos eucaliptos. In: SCHUMACHER, M. V; VIEIRA, M. (Org.). **Silvicultura de eucalipto no Brasil**. Santa Maria: Ed. da UFMS, 2015. 308 p.

FJP. Fundação João Pinheiro. **Diagnóstico, avaliação e perspectiva do sistema produtivo de carvão vegetal**. Centro de Estudos Políticos e Sociais, Belo Horizonte, 1988.

_____. **Plano de Desenvolvimento do Vale do Jequitinhonha**. Belo Horizonte, 2017.

FRANCO, C. **A expansão das florestas plantadas no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba**. 2020. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.3633>. Acesso em: 15 nov. 2019.

FRANCO, F. V. Uma potência chamada Triângulo Mineiro. **Agrolink**, 23 abr. 2018. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/colunistas/uma-potencia-chamada-triangulo-mineiro_406168.html. Acesso em: 15 nov. 2019.

GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975. 65 p. (PRODEPEF. Série Técnica, 3).

GOLFARI, L.; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil (Segunda aproximação)**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado (PRODEPEF), 1978.

GOMES, F. A.M. **História do Desenvolvimento da Indústria Siderúrgica no Brasil**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1978.

HORA, A. B. **Análise da formação da base florestal plantada para fins industriais no Brasil sob uma perspectiva histórica**. BNDS Setorial: Rio de Janeiro, n. 42, 2015.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório IBÁ 2019 – Ano Base 2018**. São Paulo: IBÁ, 2019. 80p.

_____. **Relatório IBÁ 2020 – Ano Base 2019**. São Paulo: IBÁ, 2020. 66p.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Cenários Ibá: estatística da indústria brasileira de árvores. 4 trimestre, 2020.** Disponível em: <https://iba.org/data-files/publicacoes/cenarios/64-cenarios.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2021.

IBDF. INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Distritos florestais em Minas Gerais; estudos básicos.** 44 p.: il. Mapas, Tab, 1976.

IEF. Instituto Estadual de Florestas. **Programa estadual de promoção de pequenos produtores rurais de baixa renda de Minas Gerais.** Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1979.

_____. **Fórum sobre fomento florestal,** 1997. 168p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da extração vegetal e silvicultura 2018.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 8 nov. 2019.

_____. **Produção da extração vegetal e silvicultura 2019.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 19 nov. 2020.

_____. **Produção da extração vegetal e silvicultura – Séries históricas 1990-2019.** Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=series-historicas>. Acesso em: 18 nov. 2020.

MAUGERI, A. **Indústria mineira cresceu durante a pandemia e acena positivamente para 2021.** Nov. 2020. Entrevista concedida à redação@souecológico.com. Disponível em: revistaecologico.com.br/sou-ecologico/industria-florestal-mineira-cresceu-durante-a-pandemia-e-acena-positivamente-para-2021/. Acesso em: 10 jan. 2021.

_____. **Conexão Florestal.** Jun. 2020. Entrevista concedida à Revista B.Forest. Disponível em: <https://revistabforest.com.br/wp-content/uploads/2020/06/b.forest-67-download.pdf>. Acesso em: 10. Jan. 2021.

LADEIRA, H.P. **Quatro décadas de Engenharia Florestal no Brasil.** Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 2002. 207p.

MAIA, A. M. C. **Uma realidade chamada RURALMINAS**. Belo Horizonte: Editora SEGRAC, 2007.

MARQUES, J. Q. de A. Aproveitamentos industriais dos reflorestamentos nas regiões do Triângulo e Alto Paranaíba em Minas Gerais. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (IBDF). **Primeira consulta sobre economia florestal no Brasil**. Rio de Janeiro: IBDF, 1972.

MENDES, M. O reflorestamento no Vale do Rio Doce e a indústria do aço. **Anais do I Congresso Florestal Brasileiro**, Curitiba, 1954.

MINAS GERAIS. **Anuário Estatístico 1983-1984**. Belo Horizonte: Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral, Superintendência de Estatísticas e Informação, 1985.

_____. **Anuário Estatístico 1990-1993**. Belo Horizonte: Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral, Superintendência de Estatísticas e Informação, 1994.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000.

NOVAIS, G. T. **Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG)**. 2011. 175 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

OSSE, L. **Consumo de carvão vegetal e atividades florestais da siderurgia brasileira: recapitulação cronológica**. Belo Horizonte, 1982.

PEDROSA-SOARES, A. C. & GROSSI-SAD, J. H. Geologia da Folha Minas Novas. In: GROSSI-SAD, J. H.; LOBATO, L. M.; PEDROSA-SOARES, A. C. & SOARES-FILHO, B. S. (Coordenadores e editores). **PROJETO ESPINHAÇO EM CD-ROM** (textos, mapas e anexos). Belo Horizonte, COMIG - Companhia Mineradora de Minas Gerais, 1997. p. 925-1052.

PRIMO, O. R. Distribuição dos reflorestamentos e localização das indústrias siderúrgicas em Minas Gerais. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (IBDF). **Primeira consulta sobre economia florestal no Brasil**. Rio de Janeiro: IBDF, 1972.

PROGRAMA NACIONAL DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). **Global Forest Watch: uma nova plataforma para proteger flor-**

estas, *PNUMA*, 20 fev. 2014. Disponível em: <http://web.unep.org/global-forest-watch-uma-nova-plataforma-para-proteger-florestas>. Acesso em: 12 jul. 2020.

PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 4.0, 4.1 e 5.0 da Série **Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**, 1985-2019. 2020. Disponível em: <https://plataforma.mapbiomas.org/map>. Acesso em: 12 jul. 2020.

REVISTA SILVICULTURA. **Distritos Florestais**. Sociedade Brasileira de Silvicultura, ano 1, 1976.

REZENDE, J.B.; SANTOS, A.C. **A cadeia produtiva do carvão vegetal em Minas Gerais: pontos críticos e potencialidades**. Viçosa, MG: U. R. EPAMIG, ZM, 2010. 80p.

REZENDE, J. B; PEREIRA, J. R.; BOTELHO, D.O. Expansão da cultura do eucalipto nos municípios mineiros e gestão territorial. **Cerne**, v. 19, n.1, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602013000100001>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-77602013000100001. Acesso em: 20 fev. 2021.

SCHMID, M. A tendência do preço de eucalipto nos principais estados produtores brasileiros. **Global Forest Industry**, 201

78. Disponível em: <https://www.forest2market.com/blog/br/a-tendencia-do-preco-de-eucalipto-nos-principais-estados-produtores-brasileiros>. Acesso em: 5 dez. 2019.

SCHNEIDER, M. de O. **Bacia do rio Uberabinha: uso agrícola do solo e meio ambiente**. 1996. 157 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

SEAPA. SECRETARIA DO ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS. **Apicultura**, 2020.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL. **Ensaio sobre a economia mineira: o setor siderúrgico no estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1978.

SILVA, N. R. **Caracterização do regime climático regional: uma análise dos parâmetros de temperatura, precipitação e balanço hídrico do Triângulo Mineiro-MG**. 2010. Monografia – Instituto de Geografia, Universidade

Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

SINDIFER. Sindicato da indústria do ferro no estado de Minas Gerais. **Anuário Estatístico** – Ano Base 2018, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2019.

_____. **Anuário Estatístico** – Ano Base 2019, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Zoneamento Socioeconômico do estado de Minas Gerais** – Vale do Jequitinhonha. Viçosa, 198-.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. Global Forest Watch, 2018. Disponível em: <www.globalforestwatch.org>. Acesso em: 10 de nov. 2019.

