

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Eduardo Gabriel Santos Souza

REPERCUSSÃO DO MELHORAMENTO GENÉTICO DE
***EUCALYPTUS* NA ECONOMIA DO BRASIL**

Taubaté – SP
2021

Eduardo Gabriel Santos Souza

**REPERCUSSÃO DO MELHORAMENTO GENÉTICO DE
EUCALYPTUS NA ECONOMIA DO BRASIL**

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo
pelo curso de Agronomia do Departamento de
Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté.

Orientador: Profº Dr. Ricardo Machado da Silva

Taubaté – SP

2021

**Grupo Especial de Tratamento da Informação - GETI
Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBi
Universidade de Taubaté - UNITAU**

S729r Souza, Eduardo Gabriel Santos
Repercussão do Melhoramento Genético de Eucalyptus
na economia do Brasil. / Eduardo Gabriel Santos Souza. --
2021.
56 f. : il.

Monografia (graduação) - Universidade de Taubaté,
Departamento de Ciências Agrárias, 2021.
Orientação: Profa. Dra. Ricardo Machado da Silva.
Departamento de Ciências Agrárias.

1. Desenvolvimento socioeconômico. 2. Inovação. 3.
Madeira. 4. Silvicultura. I. Universidade de Taubaté.
Departamento de Ciências Agrárias. Curso de Agronomia. II.
Título.

CDD – 583.766

EDUARDO GABRIEL SANTOS SOUZA

**REPERCUSSÃO DO MELHORAMENTO GENÉTICO DE *EUCALYPTUS* NA
ECONOMIA DO BRASIL**

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo
pelo curso de Agronomia do Departamento de
Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté.

Orientador: Profº Dr. Ricardo Machado da Silva

Data: 17 de novembro de 2021

Resultado: APROVADO

BANCA EXAMINADORA

Profº Dr. Ricardo Machado da Silva

Universidade de Taubaté

Profº Me. Luciano Rodrigues Coelho

Universidade de Taubaté

Profº Dr. Marcos Roberto Furlan

Universidade de Taubaté

Profº Dra. Adriana Mascarette Labinas (suplente)

Universidade de Taubaté

Aos meus amados pais, Eduardo e Renata, pelo exemplo de amor e dedicação à nossa família e pelo apoio incondicional em toda minha vida.

COM SENTIMENTO DE GRATIDÃO, DEDICO A VOCÊS!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por me iluminar e guiar meus pensamentos.

À minha Mãe do Céu, Maria Santíssima, por estar sempre ao meu lado.

Aos meus pais, que não mediram esforços e permitiram que este sonho fosse realizado.

Ao meu irmão Rafael pelo companheirismo e irmandade.

À minha família e amigos que de alguma forma contribuíram e me incentivaram durante esse momento.

Aos amigos Gabriel Gobbo, Jailton Lenzi, Raffaella Biondi, Larissa Carvalho e todos que de alguma forma contribuíram para tornar esses anos mais alegres.

Aos meus amigos que se tornaram irmãos, Fabinho, Kayque e Mauro, por toda convivência, apoio e companheirismo de nosso "QF AGRO".

A todos os professores que contribuíram para minha formação durante este período. Em especial, o professor Dr. Ricardo pela amizade, orientação e confiança.

Aos funcionários da Prefeitura Municipal de Caçapava, em especial aos amigos da Secretaria de Cultura, Esporte e Lazer pela amizade e ensinamentos para meu crescimento profissional e pessoal.

A todos que de alguma forma contribuíram para minha formação.

Meus mais sinceros agradecimentos.

***“No coração de cada homem, por mais violento que seja,
há sempre uma semente de amor prestes a brotar.”***

(Irmã Dulce)

RESUMO

O aumento da produtividade florestal possibilita a geração de resultados econômicos positivos, junto à dinâmica de crescimento do Produto Interno Bruto do país. Considerando que o presente estudo teve como diretriz a revisão da literatura já apresentada no meio técnico-científico, foi abordada a relevância que o cultivo de eucalipto possui no mercado brasileiro, principalmente com os ganhos de produtividade gerados através dos métodos de melhoramento. As espécies de eucalipto mais cultivadas no país permitem a extração de diversos produtos, principalmente madeira para produção de celulose e para produção de carvão vegetal, quando a escolha da espécie a ser cultivada varia de acordo com sua aptidão. Diversos são os métodos para empregar um programa de melhoramento genético na cultura, sendo que os métodos mais aplicados são a seleção massal, seleção recorrente, hibridação e, atualmente, o método da transgenia. Com a obtenção de materiais geneticamente superiores, a cadeia produtiva de eucalipto permitiu o avanço genético e tecnológico no setor florestal, resultando no incremento de produtividade e de renda, alinhando o desenvolvimento sustentável com o socioeconômico em que a tendência é a aplicação de mais investimentos na inovação silvicultural.

Palavras-chaves: Desenvolvimento socioeconômico. Inovação. Madeira. Silvicultura.

ABSTRACT

The increase in forest productivity enables the generation of positive economic results, together with the growth dynamics of the country's Gross Domestic Product. Considering that the present study had as a guideline the review of the literature already presented in the technical-scientific environment, the relevance of the cultivation of eucalyptus in the Brazilian market was approached, mainly with the productivity gains generated through the improvement methods. The most cultivated eucalyptus species in the country allows the extraction of several products, mainly wood for the production of cellulose and the production of charcoal, when the choice of species to be cultivated varies according to its ability. There are several methods to use a genetic improvement program in growing, and the most applied methods are mass selection, recurrent selection, hybridization and, currently, the transgenic method. With the obtainment of genetically superior materials, a production chain of eucalyptus combined with genetic and technological advances in the forestry sector, not increasing productivity and income, aligning sustainability with socioeconomic development in which the trend is to apply more investments in innovation forestry.

Keywords: Socio economic development. Innovation. Wood. Forestry

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Histórico do <i>Eucalyptus</i> no Brasil	11
Figura 2: Exemplar de <i>E. grandis</i>	15
Figura 3: Exemplar de <i>E. urophylla</i>	16
Figura 4: Exemplar de <i>E. globulus</i>	17
Figura 5: Exemplar de <i>E. camaldulensis</i>	18
Figura 6: Exemplar de <i>E. dunnii</i>	19
Figura 7: Plantio de <i>E. urograndis</i>	20
Figura 8: Exemplares dos gêneros <i>Acromyrmex</i> e <i>Atta</i>	21
Figura 9: Ataque de Besouro Amarelo em ponteiro de eucalipto	23
Figura 10: Eucalipto atacado por Cancro	25
Figura 11: Folha atacada por <i>Cylindrocladium</i> spp.	26
Figura 12: Planta de <i>Eucalyptus</i> atacada por <i>Puccinia psidii</i>	27
Figura 13: Sinais de Oídio em brotação de <i>E. grandis</i>	27
Figura 14: Correlação entre densidade básica (Db) da madeira e densidade aparente (Da) do carvão	30
Figura 15: Sistema de Seleção Clonal	35
Figura 16: Hibridação de <i>Eucalyptus</i>	36
Figura 17: Etapas realizadas em programas de melhoramento genético para avaliação de resistência a doenças do eucalipto	37
Figura 18: Máquina Harvesters	40
Figura 19: Máquina FellerBuncher	41
Figura 20: Máquina Forwarders	42
Figura 21: Máquina Skidders	43
Figura 22: Exemplo de identificação de falhas em talhão de eucalipto	44
Figura 23: Área de florestas plantadas nos anos de 2018 e 2019	46
Figura 24: Arrecadação Tributária	47

SUMÁRIO

RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	IV
1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1. Apresentação da Cultura	14
3.1.1. Espécies mais difundidas	14
3.1.2. Principais Pragas do Eucalipto	21
3.1.3. Principais Doenças do Eucalipto	24
3.2. Características de Importância Econômica	28
3.3. Métodos de Melhoramento Empregados na Cultura	31
3.3.1. Seleção Massal	33
3.3.2. Seleção Recorrente	33
3.3.3. Teste de Progênie	34
3.3.4. Teste Clonal	34
3.3.5. Hibridação	35
3.3.6. Estratégias para resistência de doenças	36
3.3.7. Eucalipto Geneticamente Modificado – Transgênico	38
3.4. Tecnologias e Tendências de Mercado	39
3.4.1. Equipamentos empregados na produção	39
3.4.2. Tecnologia de Precisão	43
4. DISCUSSÃO	46
5. CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	50
ANEXO	55

1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva brasileira de origem florestal ligada às florestas plantadas se designa pela variedade das formas de uso da madeira, desde a produção, a colheita e até transporte, além da obtenção dos produtos nos segmentos industriais de Papel e Celulose, Painéis de Madeira Industrializada, Madeira Processada Mecanicamente, Siderurgia a Carvão Vegetal e Biomassa, entre outros (ABRAF, 2013).

Segundo Brepohl (1980), o setor florestal caracteriza – se por todas as operações que usa da madeira a principal matéria prima de produções industriais, uma vez que essas ações compreendem em implantar, manejar, explorar, conservar e renovar florestas.

O início da exploração florestal brasileira se dá desde a colonização do país, época em que a madeira era utilizada como fornecimento de energia e para as construções da época, além de que os produtos gerados pela madeira eram fornecidos à Europa durante séculos (JOAQUIM, 2009).

Figura 01 – Histórico do *Eucalyptus* no Brasil



FONTE: CIB apud. MADALENA (2013)

Na década de 1960, o Brasil teve destaque na produção florestal devido aos incentivos fiscais que permitiam as empresas o abatimento de seus impostos, em até 50%, à investimentos em projetos florestais. Já na década de 1980, esses incentivos ao reflorestamento foram finalizados e mesmo assim o setor manteve seu desenvolvimento no país. No entanto, os investimentos eram próprios das empresas florestais, onde parte delas contavam, ainda, com auxílio de empréstimos em instituições financeiras (PASA et al., 2020; SOUZA et al., 2020).

Segundo Paza (2020), o setor florestal contribui para o desenvolvimento social e econômico, considerando o aumento da geração de empregos aliada ao mercado. O aumento da rentabilidade de florestas plantadas gerou resultados econômicos relevantes, dinamizando seu desempenho e favorecendo o crescimento do PIB (Produto Interno Bruto) (IBÁ, 2019).

Os maiores estudos de melhoramento referente ao eucalipto se dão, principalmente, pela obtenção de indústria de celulose e, em seguida, pela indústria de carvão vegetal. Atualmente as instituições que mais se dedicam ao estudo de melhoramento do eucalipto são a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), UFV (Universidade Federal de Viçosa), Esalq/USP (Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"), UFLA (Universidade Federal de Lavras), UNESP (Universidade do Estado de São Paulo) e UFPR (Universidade Federal do Paraná) (FONSECA et al., 2010).

Diante o exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a evolução econômica na cultura do eucalipto, gerada através dos trabalhos de melhoramento genético.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo aborda a relevância que a cultura do eucalipto possui no mercado brasileiro, impulsionada pelas melhorias genéticas para produção. Trata – se de um trabalho de caráter teórico, com uma revisão bibliográfica que reúne e discute informações relevantes acerca do tema (PELISSA, 2006).

Para Figueiredo (1990), é necessário que as revisões de literatura contenham informações didáticas e bibliográficas e que essas se formam de um espectro contínuo do trabalho original. Ressalta, ainda, que é um importante meio de transferência de informações entre os pesquisadores para com os não especialistas.

Para a compilação das informações, foram utilizados livros de acervo pessoal, livros e periódicos do acervo da biblioteca do Departamento de Ciências Agrárias, além de monografias, teses, dissertações e artigos acadêmicos consultados em plataformas digitais, tais como SciELO, Google Acadêmico e sites de Instituições e Universidades brasileiras. Anuários e relatórios técnicos foram, também, consultados de modo digital.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Apresentação da Cultura

O gênero *Eucalyptus* pertence à família *Myrtaceae*, ordem *Myrales*, classe *Dicotyledonea* e divisão *Angiospermae*. Há aproximadamente 600 espécies identificadas, sendo originárias da Oceania, principalmente na Austrália, seguida da Indonésia e Papua Nova Guiné. A maioria das espécies de interesse econômico são provenientes dos estados da Tasmânia, Victoria, Nova Gales do Sul e Queensland.

Atualmente o eucalipto é comercialmente plantado em vários países, sendo os maiores plantios na Índia, Brasil, África do Sul, Portugal, Espanha, China, Uruguai e Chile.

As espécies mais plantadas mundialmente são *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. globulus*, *E. camaldulensis* e *E. tereticornis* (FONSECA et al., 2010).

3.1.1. Espécies mais difundidas

***Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden**

Conhecido popularmente como eucalipto – rosa, esta espécie é originária do Norte do Estado de Nova Gales do Sul, com latitudes de 16° a 33°S. Com variação do nível do mar até 1.100 metros de altitude, com clima predominantemente quente e úmido, a temperatura varia desde 3°C até 30°C. Com precipitação pluviométrica anual que varia de 1.000 a 3.500 mm, predominando no verão (FONSECA et al., 2010).

.A espécie atinge aproximadamente 40 metros de altura; possui copa aberta ou alongada; o tronco é retilíneo e casca pulverulenta que se desprende da superfície lisa que vai do branco ao salmão; as folhas são lanceoladas, falcadas, pecioladas, de 10 a 20 centímetros de comprimento e de 02 a 03 centímetros de pecíolo, são, verde – escuras, brilhantes e ápice agudo; a inflorescência em umbelas axilares com pedúnculo achatado e de 06 a 12 flores brancas; os frutos são do tipo cápsulas deiscentes, verde – azulados de

aproximadamente 07 centímetros e pequenas sementes marrons (LORENZI et al., 2003).

Figura 02 – Exemplar de *E. grandis*



FONTE: LORENZI et al. (2003)

***Eucalyptus urophylla* S. T. Blake**

Conhecido popularmente como eucalipto – tropical, essa espécie é originária de Timor Leste, estando entre 7° 30' e 10° S, a 3.000 metros de altitude. Com risco de geadas nas áreas de maiores altitudes, a temperatura varia de 8 a 29° C e a precipitação pluviométrica média anual varia de 1.000 a 1.500 mm, com predomínio no verão. (FONSECA et al., 2010).

Espécie que atinge de 25 a 35 metros de altura, de crescimento rápido e copa alongada; tronco ereto e retilíneo, de casca grossa com fissuras longitudinais cinza – escura; as folhas são simples oblanceoladas, coriáceas, descolores e ápice longo acuminado, medindo de 10 a 19 centímetros de comprimento e de 1,5 a 2,2 centímetros de pecíolo; a inflorescência são umbelas simples axilares com aproximadamente 5 a 7 flores brancas; os frutos são

cápsulas deiscentes de 08 centímetros de diâmetro e com sementes marrons (LORENZI et al., 2003).

Figura 03 – Exemplar de *E. urophylla*



FONTE: LORENZI et al. (2003)

***Eucalyptus globulus* Labill.**

Conhecido popularmente como eucalipto – azul ou mogno branco, esta espécie ocorre naturalmente no Sudeste da Austrália, a uma latitude de aproximadamente 38°26' a 43°30' S, com altitudes de até 540 metros. A temperatura varia nas máximas entre 18 e 24°C e nas mínimas de 0 a 7°C e 600 a 1.400 mm de precipitação pluviométrica anual. Comumente em solos de textura argilosa e bem drenados. Devido à baixa palatabilidade de suas folhas juvenis para animais, a espécie era plantada como mourões vivos de cerca e sendo, ainda, uma das espécies mais cultivadas do mundo (FONSECA et al., 2010).

Espécie perene que atinge 50 metros de altura e que possui robusta ramagem com sua copa aberta; possui tronco retilíneo com cascas grossas que se desprendem em tiras longitudinais; enquanto jovens, suas folhas possuem

características largo - lanceoladas e de coloração verde – azulada, após estarem adultas, suas folhas chegam a atingir de 10 a 20 centímetros e possuem características estreito – lanceolada e verde brilhante; geralmente as flores são solitárias, axilares, coloração de branca ao creme, são vistosas e com pedúnculos espessos; os frutos são do tipo cápsula de aproximadamente até 03 centímetros de diâmetro e possuem quatro frisos salientes; suas sementes vão do marrom acinzentado até o preto (LORENZI et al., 2003).

Figura 04 – Exemplar de *E. globulus*



FONTE: LORENZI et al. (2003)

***Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.**

Sendo uma das mais cultivadas no Brasil, esta espécie é a mais bem distribuída na Austrália, principalmente nas margens de rios, entre 12°50' e 38ª S, em altitude variando dos 20 aos 700 metros e precipitação média anual de 250 a 625 mm, variando sua concentração a depender da região de ocorrência,

se desenvolve em vários tipos de condições climáticas, sendo entre 3 até 40°C (FONSECA et al., 2010).

Espécie muito semelhante ao *E. tereticornis*, no qual chega a atingir até 30 metros de altura, apresentando copa moderada sobre tronco geralmente com bifurcação, no qual é liso e com casca que se desprende em fitas ou lâminas; assim como *E. globulus*, enquanto jovens, as folhas se apresentam largo – lanceoladas e verde – azuladas, no entanto quando maduras apresentam – se longamente acuminadas, concolores e quase sem algum aroma, com pecíolo de até 2,5 centímetros e limbo de até 23 centímetros; as inflorescências apresentam – se com até 25 flores brancas e em umbelas axilares simples, o que diferencia do *E. tereticornis* que possui umbelas mais robustas; os frutos são globosos ou ovoides, deiscentes, de até 7 centímetros de diâmetro, com pequenas sementes marrom – amareladas (LORENZI et al., 2003).

Figura 05 – Exemplar de *E. camaldulensis*



FONTE: LORENZI et al. (2003)

Eucalyptus dunnii Maiden

De ocorrência natural mais restrita, a espécie distribui – se a latitude de 28° a 30° 15 S e altitude variando de 220 a 860 metros. Embora a região possua clima quente e úmido, sendo de 2 a 29°C, há ocorrências de geadas durante o inverno e média anual de precipitação pluviométrica varia de 1.000 a 1.600 mm. Há melhor desenvolvimento em solos úmidos e férteis (FONSECA et al., 2010).

O Eucalipto – cidra, como é conhecido, é bastante cultivado no Brasil, principalmente na região Sul. É uma espécie perene, atingindo até 45 metros de altura e possuindo copa densa e alongada; possui tronco cilíndrico e ereto, com casca lisa que se soltam finas placas longas; as folhas maduras são alternas, lanceoladas, espessas, sendo verde-escuras e brilhantes e medindo até 20 centímetros de comprimento e até 03 centímetros de largura; as inflorescências apresentam – se em umbelas simples com até 08 flores brancas - creme e de e pedúnculos achatados; os frutos são cápsulas deiscentes e possuem sementes escuras como marrom – acinzentadas pretas (LORENZI et al., 2003).

Figura 06 – Exemplar de *E. dunnii*



FONTE: LORENZI et al. (2003)

***Eucalyptus urograndis* (*E. grandis* X *E. urophylla*)**

Para Silva (2017), o *Eucalyptus urograndis* é um híbrido amplamente cultivado no Brasil, proveniente do cruzamento entre as espécies de *E. grandis* X *E. urophylla*. Possui características potencialmente superiores comparadas aos seus progenitores, como a rusticidade herdada do *E. urophylla* e o excelente desenvolvimento silvicultural, destacando o vigor das árvores que possuem rápido desenvolvimento o qual é herdada pelo *E. grandis*. Além de conferir madeira de maior densidade e maior rendimento de celulose, ou seja, possibilita a produção de madeira de melhor qualidade.

Possui boa adaptação aos locais de cultivo no Brasil, onde é amplamente reproduzido de maneira assexuada, sendo uma das bases da silvicultura clonal do país. Enquanto produção de mudas, possui alto índice de enraizamento por microestaquias e no campo possui alta tolerância às doenças e variações agroclimáticas (COSTA, 2011).

Figura 07 – Plantio de *E. urograndis*



FONTE: MADALENA (2013)

3.1.2. Principais Pragas do Eucalipto

Barbosa et al. (2021) afirmaram que devido a quantidade de espécies da família das *Myrtaceas* no Brasil, as pragas que atacam outras culturas da família podem migrar para a cultura do eucalipto, possuindo um complexo de insetos-pragas nativos e exóticos empregados no país. No entanto, pode – se destacar que as pragas nativas que mais atacam a cultura do eucalipto são as formigas cortadeiras; cupins; coleópteros e lepidópteros desfolhadores, no qual são apresentadas a seguir.

Formigas Cortadeiras (Saúvas: *Atta* spp.; Quem - quéns: *Acromyrmex* spp., *Sericomyrmex* spp., *Mycocepurus* spp., *Trachymyrmex* spp.)

As formigas cortadeiras atacam e geram danos na cultura do eucalipto durante a fase de produção de mudas e depois no campo. Para o controle dessas formigas, o custo total de implantação corresponde a aproximadamente 5%, chegando a 30% do investimento total até o fim do terceiro corte.

No caso das saúvas, estas formigas vivem em ninhos subterrâneos e alimentam – se do fungo desenvolvido pelo substrato vegetal, geralmente pedaços de folhas e gravetos. As formigas quem – quéns também vivem em ninhos subterrâneos, porém esses ninhos são menores comparados aos das saúvas. Neste caso os ninhos são constituídos por câmaras, também chamadas de panelas, de pequena profundidade e de mais difícil acesso (SANTOS et al., 1996 apud. SILVEIRA et al., 2001).

Figura 08 – Exemplares dos gêneros *Acromyrmex* e *Atta*



FONTE: FILHO et al. (2011)

Cupins (Kalotermitidae, Rhinotermitidae e Termitidae)

Os cupins podem causar danos significativos em todos os estágios da cultura, ou seja, desde o plantio até a colheita. As espécies de eucalipto mais susceptíveis ao ataque são *E. grandis* e *E. tereticornis*.

O ataque dos cupins pode gerar elevada mortalidade dos indivíduos, principalmente no momento de estabelecimento da cultura no campo, assim como podem causar danos nas árvores vivas e nas cepas (FILHO, 1993 apud. SILVEIRA et al., 2001).

Para Avieiro e Cercal (2021), um grande problema a ser considerado é a dificuldade de detecção do ataque dos cupins, uma vez que geralmente o ataque ocorre internamente e quando percebido, o dano já está em nível avançado. Quando o ataque ocorre na parte externa da madeira, pode causar até anelamento nas árvores.

Besouro Amarelo (*Costalimaita ferruginea vulgata*)

Os besouros-amarelos-dos-eucaliptos, também conhecidos como vaquinas, quando adultos alimenta – se das folhas do eucalipto, ocorrendo a diminuição da área foliar da planta, diminuindo a taxa fotossintética e, conseqüentemente, a produção. Os ataques mais severos ocorrem em áreas próximas a plantios canavieiros pois as larvas desta espécie desenvolvem – se nas raízes das gramíneas (SANTOS et al., 1996 apud. SILVEIRA et al., 2001).

Segundo Mafia et al. (2014), além da diminuição da produtividade em si, o ataque desta praga pode ocasionar perdas em toda a cadeia produtiva, uma vez que o ataque afeta o crescimento e a sobrevivência ao campo, podendo atingir qualquer idade da planta. Além dos danos produtivos, o ataque pode causar significativamente, a diminuição da qualidade da madeira.

Figura 09 – Ataque de Besouro Amarelo em ponteiro de eucalipto



FONTE: LUNZ e AZEVEDO (2011)

Lagartas Desfolhadoras (*Thyrteina arnobia* e *Glena* spp.)

Os lepidópteros desfolhadores são uma ameaça para todo o setor florestal devido aos ataques nas florestas plantadas. No caso do eucalipto, há várias espécies que o atacam, no entanto, destaca – se a espécie *Thyrteina arnobia* e espécies do gênero *Glena*.

Conhecidas como lagarta-parda, a *T. arnobia* ocorre em toda América do Sul. São insetos de hábito noturno e seu ataque de desfolha ocorre em plantios novos e velhos. Apenas uma lagarta pode consumir aproximadamente 120 cm² de área foliar, no entanto o ataque só é percebido nos últimos instares devido ao aumento repentino de desfolha.

O gênero *Glena* spp., cuja maioria das espécies não foram identificadas, atacam consideravelmente as plantas de eucalipto. São conhecidos como bicho-cesto e podem atacar outras culturas. Os maiores prejuízos são devido aos ataques de folhas e ramos, no qual se alimentam e constroem seus casulos que atingem, em média, 12 cm de comprimento (ZANUNCIO et al., 1993).

3.1.3. Principais Doenças do Eucalipto

Vários são os patógenos que atacam a cultura de eucalipto, podendo gerar danos desde a fase de mudas até os plantios adultos. Até a década de 1970, as plantações de eucaliptos eram consideradas livres da ocorrência de doenças. No entanto o aumento da área plantada e a expansão da cultura em seus sucessivos ciclos de cultivo no mesmo local, favoreceram o surgimento de agentes etiológicos que geram enfermidades nas plantas (SANTOS, AUER, JUNIOR, 2001; FONSECA et al., 2010).

Cancro (*Cryphonectria cubensis* (Bruner))

O cancro é uma doença causada pelo fungo *C. cubensis*, que se desenvolve bem entre 28 e 32°C. Ocorre em todas as regiões de plantio de eucalipto, porém temperaturas médias abaixo de 23°C pode limitar a ocorrência do fungo na região Sul do país.

Causa prejuízos de natureza quantitativa e qualitativa pois além da depreciação da madeira para serraria, há redução do rendimento de celulose. Apresenta sintomas como estrangulamento do colo, podendo causar a morte da planta; pode haver a ocorrência de um fendilhamento vinculado a um entumescimento da casca. Neste caso a planta continua produzindo tecido de casca, empurrando a área ataca a se romper. Um típico dano de importância econômica é a formação de uma depressão da casca e do câmbio, onde a região da madeira ligada a esta área se torna escura, tornando o alburno inativo (SANTOS, AUER, JUNIOR, 2001).

Figura 10 – Eucalipto atacado por Cancro



FONTE: Forestry Imagens (2021)

Mancha Foliar (*Cylindrocladium* spp.)

As lesões foliares causadas por fungos do gênero *Cylindrocladium* em eucaliptos são associadas a manchas foliares e intensa desfolha, sendo as espécies *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. urograndis*, *E. cloeziana* e *E. camaldulensis* as mais susceptíveis.

As lesões iniciam nos bordos do limbo foliar e progridem para a nervura central, no qual as manchas iniciam – se pequenas e arredondadas de coloração cinza clara e com o avanço da doença tornam – se manchas necrosadas de coloração marrom/cinza, podendo ocupar todo o limbo e induzir a desfolha. Embora haja intensa desfolha em quase toda extensão da copa, os brotos não são atacados e isso possibilita a recuperação das árvores. Não há evidências de morte das plantas devido ao ataque, no entanto, devido à queda da área fotossintética, o dano do fungo pode causar diminuição do incremento volumétrico da madeira (SANTOS, AUER, JUNIOR, 2001; FONSECA et al., 2010).

Figura 11 – Folha atacada por *Cylindrocladium* spp.



FONTE: Tecnologia e Floresta (2021)

Ferrugem (*Puccinia psidii*)

A ferrugem é uma doença causada pelo fungo *Puccinia psidii* que ataca diversas espécies de plantas da família das Myrtaceas, sendo o eucalipto uma cultura que o ataque está associado aos plantios mais jovens, cujos fatores condicionantes de ataque são o fotoperíodo, a temperatura e a umidade.

Seus sintomas são caracterizados em pontuações cloróticas que se desenvolvem em pústulas amarelas e que podem coalescer e recobrir toda a superfície das brotações da planta. Em espécies mais susceptíveis ainda pode ocorrer deformações, encarquilhamentos, necroses e até morte de ramos e brotações (SANTOS, AUER, JUNIOR, 2001; FONSECA et al., 2010).

Estudos mostram que plantas atacadas pela doença podem reduzir a produtividade em até 35% de diâmetro e 28% em altura, comparada às plantas que não sofreram o ataque (SILVEIRA et al., 2001).

Figura 12 – Planta de *Eucalyptus* atacada por *Puccinia psidii*



FONTE: Sutherland Seedlings (2021)

Oídio (*Oidium* sp.)

O oídio é uma doença causada pelo fungo *Oidium* sp. Que ataca algumas espécies de eucalipto, sendo o *E. citriodora* a espécie mais susceptível. O sintoma característico da planta é a película pulverulenta esbranquiçada na superfície do limbo foliar.

O ataque se dá em condições de viveiro e campo e a disseminação ocorre através de contato entre a planta infectada com as plantas sadias, pelo vento e pela água. Quando não mata as gemas e brotações, o ataque causa um aspecto enrugado e deformações das folhas. O ataque sucessivo pode resultar em super rebrota na planta em que afeta a formação do fuste, comprometendo sua qualidade (SANTOS, AUER, JUNIOR, 2001; FONSECA et al., 2010).

Figura 13 – Sinais de Oídio em brotação de *E. grandis*



FONTE: SANTOS, AUER, JUNIOR (2001)

3.2. Características de Importância Econômica

A escolha da espécie para fornecer o consumo de madeira, tanto em escala industrial como de menor escala, está relacionada a algumas vantagens da espécie, tais como rápido crescimento; características silviculturais desejáveis (incremento, forma, desrama etc.); grande diversidade de espécies, possibilitando a adaptação da cultura às diversas condições de clima e solo; facilidades de propagação, tanto por sementes como por via vegetativa; e possibilidades de utilização para os mais diversos fins, o que justifica sua aceitação no mercado. As características desejáveis, perfazem o estudo concentrado sobre silvicultura e manejo do eucalipto e ao melhoramento genético, que favorecem ainda mais a utilização do gênero para os mais diversos fins (ANGELI et al., 2005).

Para Dias e Simonelli (2013), para utilizar a madeira de forma racional e com eficiência, é necessário possuir bastante conhecimento da madeira do eucalipto, assim será possível analisar os parâmetros de qualidade para a produção. Suas propriedades físicas, químicas e anatômicas são de extrema importância para obtenção de madeiras de qualidade para produção.

Segundo Souza (2012), a madeira é constituída por macromoléculas como celulose, hemicelulose e lignina, correspondendo a aproximadamente 95% de sua estrutura e 5% composta pelos chamados extrativos, que não fazem parte de sua estrutura essencial.

Um fator importante a se considerar na produção de madeira para celulose é a dimensão das fibras, cuja variedade de tamanho pode ser específica para cada produto final e que, com combinações de materiais, podem atender diversos tipos de papeis (SILVA, 2011).

O comprimento das fibras pode influenciar na estrutura do papel produzido, gerando resistência em quando submetidos a algum tipo de esforço, como rasgamentos e dobras (DIAS; SIMONELLI, 2013).

Batista (2018) coloca que as florestas plantadas de eucalipto favorecem celulose de fibras curtas, no qual são utilizadas para fabricação de papeis

denominados “tissue”, que são papeis sanitários, papeis toalha e guardanapos; papeis para impressão e escrita e papeis especiais como os diversos papeis para embalagens. Salienta – se que o Brasil é o maior produtor mundial deste tipo de fibra.

Para a produção de celulose e serraria, a espécie mais plantada no Brasil é a *E. grandis*, mesmo com sua susceptibilidade ao Cancro e à ferrugem do eucalipto. No entanto, devido a seleção de genótipos resistentes, possibilitados pela intraespecífica variabilidade genética específica para essas doenças, a espécie possui condições de se desenvolver e ser cultivada (FONSECA et al., 2010).

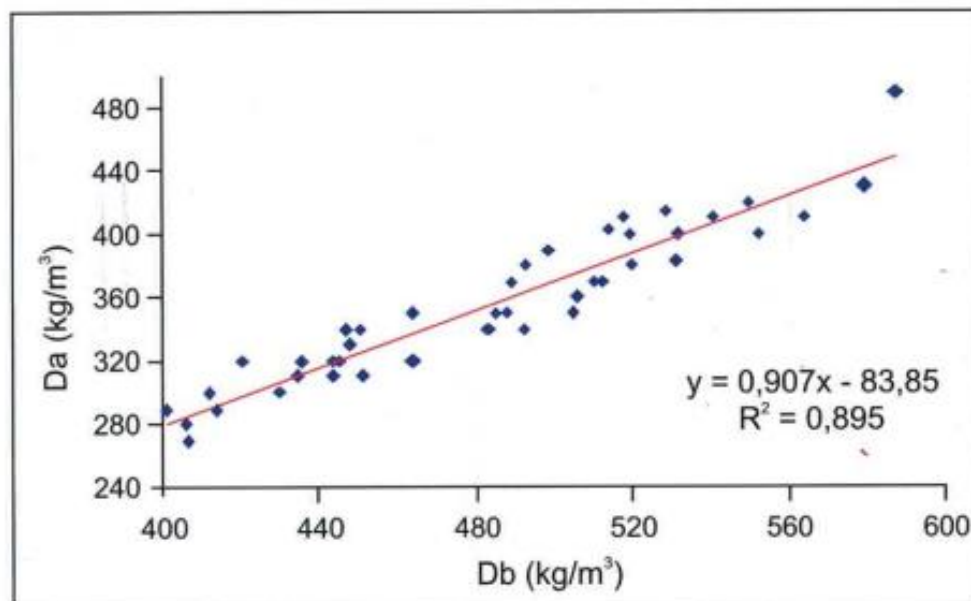
No caso de madeiras para serrarias e laminação, um fator importante a ser considerado é o fato da madeira não apresentar rachaduras e nem adversidades no momento da secagem, como encurvamentos, empenamentos e espiralação das fibras. (RESENDE; ALVES, 2021).

Segundo Pereira et al. (2000), uma das principais características a serem levadas em conta é a densidade básica da madeira, principalmente devido as suas questões tecnológicas e as econômicas. Madeira de maior densidade, além de conter maior poder calorífico por unidade de volume, permite gerar produtos, como o carvão, com maior resistência mecânica. Além de possibilitar menor área de estocagem e menor manuseio e, ao mesmo tempo, apresenta maior rendimento do produto.

Para Fonseca et al. (2010), a espécie de eucalipto que confere maior densidade é a *E. camaldulensis*. Esta espécie pode apresentar densidade básica $> 0,5\text{g/dm}^3$, enquanto *E. grandis*, *E. urophylla* e *E. saligna* apresentam densidade básica que varia de $0,4$ a $0,5\text{g/dm}^3$ (FERREIRA; SANTOS, 1997).

Considerando que a densidade básica (D_b) da madeira é o principal índice da qualidade para produção, há uma direta correlação com a densidade aparente (D_a) do carvão. A figura a seguir mostra a curva de regressão entre a Densidade básica (D_b) e Densidade aparente (D_a), junto a suas respectivas fórmulas para conversão (FONSECA et al., 2010).

Figura 14 – Correlação entre densidade básica (Db) da madeira e densidade aparente (Da) do carvão



FONTE: Plantar S/A apud FONSECA, et al. (2010)

De modo geral, as empresas usam materiais genéticos que conferem densidade do material que varia de 510 Kg/m³ a 585 Kg/dm³. No entanto, os trabalhos de melhoramento genético buscam atingir resultados de densidade básica acima de 600 Kg/m³ (MOREIRA et al., 2021).

Fonseca *et al.* (2010), apresenta que os programas de melhoramento genético para obtenção de características desejáveis dependem da finalidade da madeira, logo as tecnologias empregadas vão variar de acordo com o produto final. As principais propriedades para cada finalidade são:

Madeira para celulose: Maior volume, apresentado como m³/ha/ano; densidade básica (Db), apresentada como Kg/m³; maior rendimento de celulose, apresentada como RC%; maior número de fibras/grama e menor energia de refino.

Carvão Vegetal: Maior volume, apresentado como m³/ha/ano; densidade básica (Db), apresentada como Kg/m³ e que para gusa deve ser maior que 550 Kg/m³ e para ligas metálicas deve estar entre 500 e 550 Kg/m³; maior resistência mecânica e maior teor de lignina.

Madeira para serraria: Maior volume, apresentado como $m^3/ha/ano$; densidade básica (Db), apresentada como Kg/m^3 e que estar entre 450 e $500 Kg/m^3$; apresentar o mínimo de rachaduras e trincas no tronco e tronco mais reto possível.

Mourões, postes e dormentes: Maior volume, apresentado como $m^3/ha/ano$; densidade básica (Db), apresentada como Kg/m^3 e que ser maior que $520 Kg/m^3$; maior relação cerne x alborno e apresentar o mínimo de rachaduras e trincas no tronco.

De modo geral, independente da finalidade os trabalhos de melhoramentos buscam resultados para que as madeiras apresentem maior produção volumétrica; melhor retidão de tronco; maior desrama natural; menor porcentagem de casca; menor conicidade de tronco e maior resistência a fatores bióticos e abióticos.

3.3. Métodos de Melhoramento Empregados na Cultura

Com o objetivo de alcançar materiais geneticamente superiores, os programas de melhoramento genético se tornam ponto chave para o setor florestal, especialmente para obtenção de clones e reprodução via sementes (RESENDE; ALVES, 2021).

A estratégia de melhoramento a ser utilizada deve ser focada na geração de híbridos superiores, ou seja, que apresentam heterose positiva (efeitos de dominância), cuja média de produção supera a média dos genitores (espécies puras utilizadas) e também do melhor genitor, quanto às características de interesse (FONSECA et al., 2010. p. 39).

O alcance dos materiais desejados depende que o genótipo selecionado conjugue diversos fatores benéficos concomitantemente, entre eles a forma retilínea, taxa de desenvolvimento, densidade da madeira, ou seja, atributos no qual se deseja aplicar no programa de melhoramento (MIRANDA et al., 2015).

Para melhores resultados em melhoramento genético é necessário conhecer alguns fundamentos como o conhecimento do produto final de interesse, com suas relações no mercado, exigências qualitativas e formas de uso daqueles que irão explorar; conhecimento dos fatores ambientais que

afetam a expressão fenotípica, especialmente os edafoclimáticos e os meios de cultivo das plantas e de colheita dos produtos; conhecimento vinculado aos métodos de seleção e de melhoramento, ressaltando a aplicação dos recursos de genética quantitativa e conhecimento do germoplasma disponível para aquisição do produto, notadamente da variação biológica entre espécies e dentro de populações (RESENDE et al., 1999).

Fonseca et al. (2010) apresentam 03 objetivos básicos para o programa de melhoramento genético do eucalipto, no qual os chamam de “Tripé de Sustentação”, sendo eles a **produtividade**, que está relacionada com o produto final e deve ser apontada de acordo com a destinação da madeira, ou seja, o quanto o produto final o material genético é capaz de produzir sob as condições edafoclimáticas e de acordo com o manejo empregado; a **qualidade** que está diretamente ligada com as propriedades da madeira que afetam o processamento do produto e a **diversidade energética** que deve garantir estabilidade e segurança às florestas cultivadas.

Para melhorar gradativamente os fatores da silvicultura, pode – se realizar uma seleção periódica, mas para que seja possível, é necessário estimativas explícitas de parâmetros genéticos no decorrer do tempo, assim permite – se nivelar ganhos genéticos por meio de técnicas distintas de seleção, juntando as variáveis em uma ou mais extensões de melhoramento (OLIVEIRA, 2018). RAMALHO et al. (1990) definem que seleção é a eliminação de materiais genótipos em uma população, gerando alterações nas frequências alélicas e genotípicas, tirando essa população do equilíbrio genético.

Para Assis (2015), os programas de melhoramento são aplicados em repetidos ciclos envolvendo seleção e recombinação, no qual sua estrutura básica é composta pela população base, a população de melhoramento, a metodologia para realizar a seleção dos indivíduos geneticamente superiores e a metodologia aplicada a recombinação destes indivíduos para regeneração da população submetida aos ciclos de seleção, gerando então o material geneticamente superior para o plantio comercial.

Resende e Alves (2021) escrevem que a implantação de testes de progênies e testes clonais perfazem a etapa básica de um programa de

melhoramento, assim é possível estimar a continuidade de recombinação dos indivíduos selecionados ou se já são recomendados para o plantio comercial.

Várias estratégias podem ser utilizadas para o melhoramento de espécies alógamas: seleção massal, seleção recorrente intrapopulacional, seleção recorrente recíproca e modificações (GALLAIS, 1989; COMSTOCK, 1996; RESENDE, 2002 apud. FONSECA et al., 2010. p. 44).

3.3.1. Seleção Massal

A seleção massal é um antigo método de melhoramento genético de plantas que consiste na seleção de determinado número de indivíduos em sua população original, onde o critério da seleção é baseado no fenótipo. Haja vista que para aumentar a frequência dos alelos favoráveis, pode – se repetir o ciclo de seleção por mais vezes. Este método tem como principais usos a obtenção de novas variedades de espécies e para seleção de caracteres de alta herdabilidade, ou seja, a variância fenotípica da transmissão da característica. Devido ao fato de que a seleção massal é baseada apenas no fenótipo, há uma influência direta do ambiente na característica transmitida (FILHO, GUERRA, OLIVEIRA, 2006).

3.3.2. Seleção Recorrente

Para Filho, Guerra, Oliveira (2006), a seleção recorrente é a metodologia mais indicada para espécies de polinização cruzada no qual tem o objetivo a concentração dos alelos favoráveis e a preservação da variabilidade genética da população, de forma que o procedimento seja repetido a cada ciclo da seleção.

Cada ciclo da seleção recorrente envolve as seguintes etapas: obtenção de progênie; a avaliação dessas progênies, por meio de ensaios experimentais apropriados; a seleção das progênies, baseada nas características; e a recombinação das progênies selecionadas para geração da variabilidade genética do próximo ciclo de seleção.

Quando se pretende melhorar uma população, a seleção é conhecida como Seleção Recorrente Recíproca Intrapopulacional, enquanto a utilização de

duas populações que busca a heterose entre elas, é chamada de Seleção Recorrente Recíproca Interpopulacional.

Ressaltam, ainda, que a combinação da Seleção Recorrente Recíproca (SSR), Seleção Recorrente Recíproca Intrapopulacional e Populações Sintéticas (SRIPS), Seleção Recorrente Recíproca Individual (SRRI) e Seleção Recorrente Recíproca entre Populações Sintéticas (SSR-PSME) demonstram maior eficiência seletiva (RESENDE, BARBOSA, 2005 apud. RESENDE; ALVES, 2021).

A Seleção Recorrente visa um aumento gradual e permanente dos alelos de interesse durante vários ciclos de seleção. Esta estratégia é interessante para o eucalipto pois favorece um maior ganho para cada ciclo de seleção (RESENDE; ALVES, 2021).

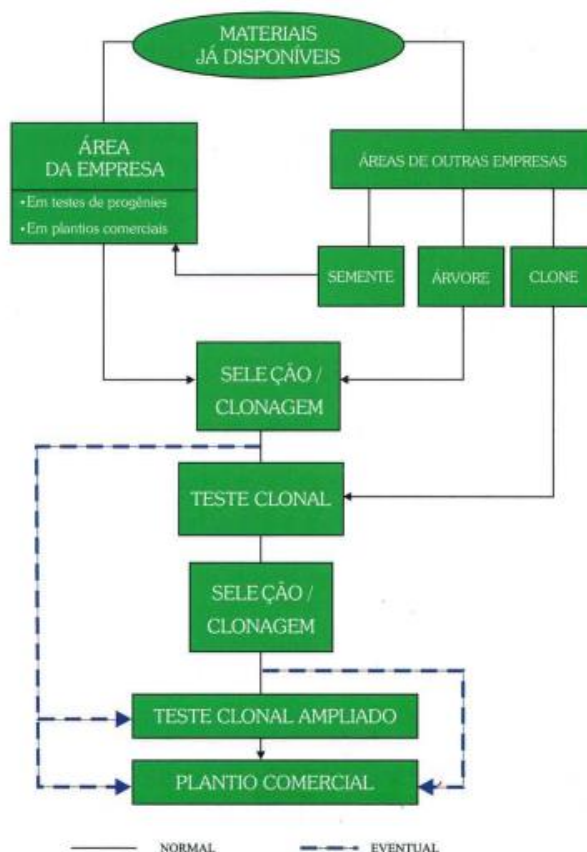
3.3.3. Teste de Progênie

O teste de progênie constitui – se de um plantio esquematizado em que cada indivíduo possui sua referência de origem, onde há repetições suficientes que garantem a avaliação dos parâmetros genéticos. Está aliado à conservação das espécies, principalmente sua variabilidade genética, sendo possível estimar as possibilidades de ganhos de seleção (CANUTO et al., 2015).

3.3.4. Teste Clonal

Fonseca et al. (2010) explicam que o teste clonal trata – se da seleção e clonagem de indivíduos, podendo ser de espécies puras ou materiais híbridos. Dizem, ainda, que para aplicação deste método é interessante que haja permuta de materiais genéticos entre instituições de programas de melhoramento e que os programas que aderem a estas permutas se beneficiam acerca de antecipação e resultados e/ou aumento na produtividade, além do aumento da diversidade de materiais genéticos.

Figura 15 – Sistema de Seleção Clonal



FONTE: FONSECA et al. (2010).

3.3.5. Hibridação

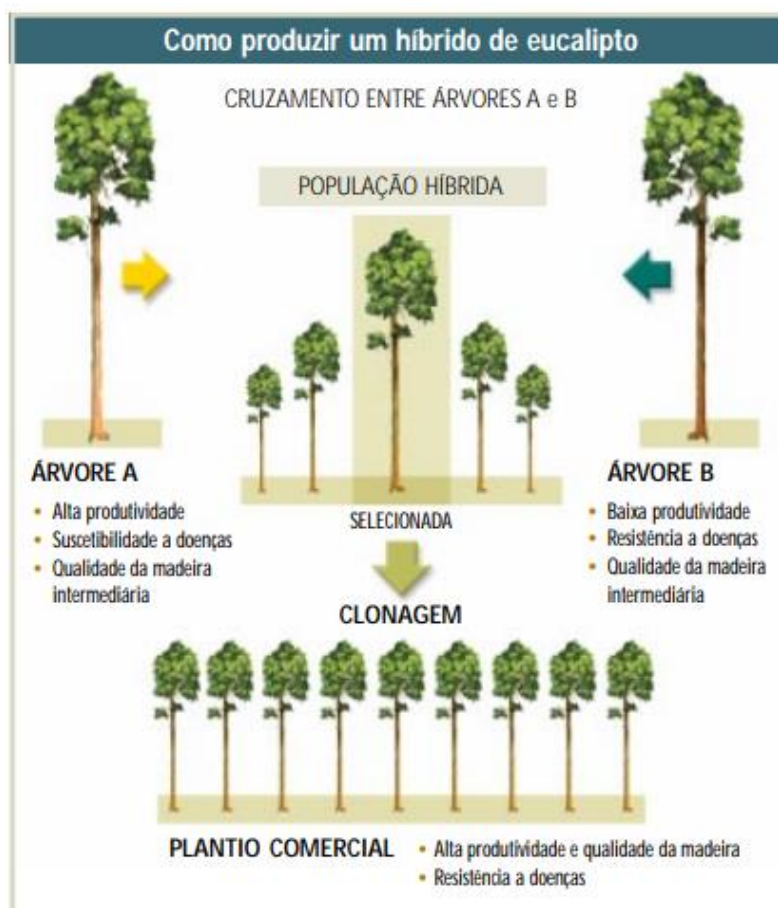
As estratégias dos programas de melhoramento genético compreendem em cruzamentos entre os parentais para geração de novos híbridos, visando ganhos genéticos para as características de interesse (FONSECA et al., 2010).

O processo de hibridação compreende a união de duas espécies relacionadas formando híbridos interespecíficos. Geralmente híbridos provenientes do cruzamento de duas espécies são estéreis e sua fertilidade só é restabelecida depois da duplicação de seus cromossomos.

A adaptação dos híbridos em condições ambientais costuma não ser imediatas e, nesse caso, para obter melhorias na adaptação, utiliza – se retrocruzamentos do híbrido com os progenitores e à medida que ocorre esses retrocruzamentos, os genótipos recombinantes se formam mais semelhantes às populações paternas, tornando – os mais adaptados. Neste processo os novos

genes são transmitidos de uma espécie para outra, aumentando a variabilidade com a formação de novas combinações genéticas (RAMALHO, SANTOS, PINTO, 1990).

Figura 16 – Hibridação de *Eucalyptus*



FONTE: CIB (2008)

3.3.6. Estratégias para resistência de doenças

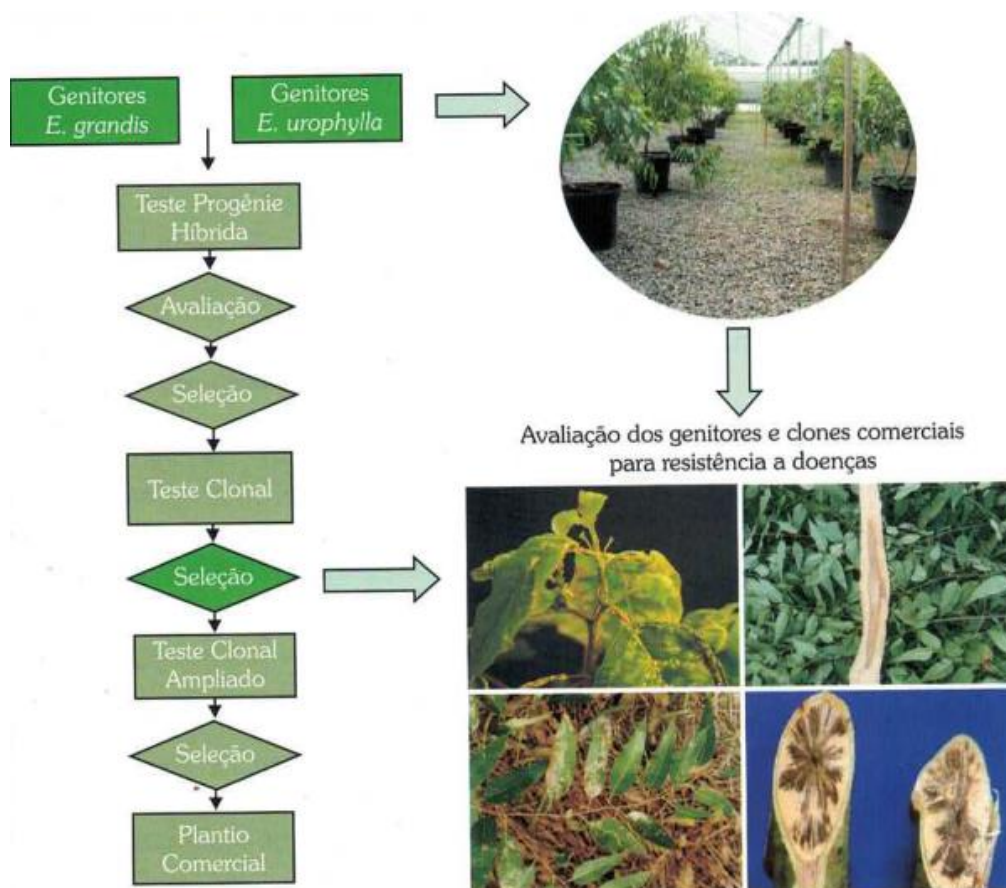
A expansão do plantio de eucalipto no país favoreceu o surgimento de epidemias em que os agentes etiológicos estavam presentes endemicamente ou foram introduzidos nas regiões (ALFENAS et al., 2009 apud. FONSECA et al., 2010).

Fonseca et al. (2010) ainda apresentam que é fundamental o monitoramento sistemático das doenças para que haja maior controle e detecção de patógenos presentes e, assim implementar medidas de controle e evitar perdas que geram impacto econômico.

Ao identificar as principais doenças e seus impactos, deve – se incluir a característica de resistência genética no programa de melhoramento, juntamente com as características silviculturais e comerciais.

Os programas de melhoramento genético no setor florestal costumam ser de médios a longos prazos, com isso é importante a utilização de matrizes resistentes às doenças, ou seja, antes da formação de cruzamento é indicado a avaliação e a seleção das progênies resistentes.

Figura 17 – Etapas realizadas em programas de melhoramento genético para avaliação de resistência a doenças do eucalipto



FONTE: FONSECA et al. (2010)

Embora a seleção dos genitores seja a mais recomendada, a avaliação dos clones selecionados não é descartada, no entanto, a avaliação deve ser após a seleção dos clones mais promissores, antes da implantação dos testes clonais ampliados.

Além da seleção dos genótipos resistentes, é extremamente importante o conhecimento da base genética da resistência e a variabilidade genética quanto à virulência do patógeno, assim possibilita a orientação para o programa de melhoramento e estimar a estabilidade da resistência.

3.3.7. Eucalipto Geneticamente Modificado – Transgênico

Roque (2002) apresentava que a Universidade de São Paulo (USP) junto com a Companhia de Celulose e Papel de Suzano estudavam a possibilidade de transferência de um gene de ervilha no eucalipto, visando o aumento da biomassa e o rendimento da madeira através do aumento da taxa fotossintética da árvore.

Se passaram mais de dez anos, entre pesquisas em laboratório e experimentos em campo, para o desenvolvimento e teste do produto que apresenta aumento de aproximadamente 20% de madeira em comparação ao volume gerado pelo eucalipto convencional, com média de rendimento de 45 m³ /hectare/ ano. Para uso em outras aplicações, como bioenergia, por exemplo, a produtividade da madeira esperada pelo eucalipto transgênico poderá atingir porcentagem superior a esse patamar obtido para a produção de celulose (SANTI, 2014. p. 30).

Santi (2014) escreve que atualmente as espécies utilizadas para as pesquisas de desenvolvimento dos OGM são o *E. grandis*, o *E. urophylla* e o híbrido entre eles, *E. urograndis*.

O método de inserção via agrobactérias na planta possibilita a transformação das células vegetais com um gene que permitem um novo fenótipo em sua constituição.

Depois de identificados os genes que interessam para a transgenia a manipulação do DNA da planta assim como a de uma série de outros organismos é conduzida a partir das chamadas agrobactérias que têm a capacidade de alterar as células do vegetal. Quando essas bactérias infectam determinada planta provocam a formação de galhas (espécie de tumor) no colo da planta (região intermediária entre o caule e a raiz). Então as células passam a produzir compostos que são de interesse da bactéria assim como a própria bactéria produz compostos que interessam à árvore (MORAES, 2008. p. 38).

A agrobactéria utilizada nesse caso é a *Agrobacterium tumefaciens*, e esta possibilita o maior volume da madeira pois age de tal forma que as células do eucalipto acumulem mais celulose na formação da parede celular (SANTI, 2014).

3.4. Tecnologias e Tendências de Mercado

Para atender as demandas do mercado é necessário que os produtos gerados sejam de qualidade e com custos competitivos (FONSECA et al., 2010)

Para Antonangelo (1996), diversos elementos contribuem para a evolução das pesquisas no setor florestal brasileiro. A necessidade de superar as restrições condicionadas pelo ambiente foi um impulso básico para gerar inovação, assim como as demandas para suprir a escassez dos fatores de produção.

Experiências e realidades internacionais foram outros fatores que serviram de estímulo para implementação e difusão de tecnologias na eucaliptocultura brasileira, permitindo toda expansão que se vê atualmente.

Com a diminuição da oferta de mão de obra, o trabalho florestal que possuía natureza árdua e a busca por maior produtividade foram fatores que contribuíram para a mecanização das operações silviculturais, permitindo a redução dos custos operacionais e aumentando a competitividade brasileira no mercado exterior.

A mecanização no manejo florestal no Brasil foi mais difundida nos anos de 1990 devido a abertura do governo brasileiro para o mercado de importações de máquinas e equipamentos de países tradicionais no mercado florestal (MOREIRA, 2004 apud. GONÇALVES, 2008).

3.4.1. Equipamentos empregados na produção

O Setor florestal vem substituindo seus equipamentos tradicionais, como motosserras e outros equipamentos afins, por máquinas e equipamentos mais modernos e com alto nível de tecnologia, aumentando a viabilidade de produção em larga escala, tendo em vista a segurança de seus colaboradores (GONÇALVES, 2008).

Harvesters

Principal máquina para corte do sistema de toras curtas. Este tipo de máquina realiza procedimentos para a derrubada, desgalhamento, descascamento e corte de toras padronizadas.

É um equipamento autopropelido, de boa estabilidade, composto por um conjunto automotriz, um braço hidráulico e um cabeçote processador. Dispõe no interior da cabine componentes que auxiliam na performance do equipamento, além de acessórios como ar-condicionado e assento confortável, proporcionando segurança e conforto para o operador.

Possui uma eficiência de procedimento de aproximadamente 40 segundos de operação em uma árvore de 35 metros, sendo um equipamento de maior modernidade no setor florestal (GONÇALVES, 2008).

Figura 18 – Máquina Harvesters



FONTE: John Deere (2021)

Feller Buncher

É uma máquina semelhante à Harvesters, no entanto é uma máquina utilizada para o sistema de corte de toras longas e/ou de arvores inteiras em que a retirada se dá através de uma outra máquina.

Também chamado de trator florestal cortador – acumulador, este consiste em um trator de pneus ou esteira com cabeçote que realiza a derrubada e o acúmulo das arvores até formar um feixe. Devido à sobrecarga proporcionada pelos feixes, é comum que haja quebra do cabeçote.

Com essa máquina as arvores são desganhadas, traçadas e destopadas simultaneamente (FREITAS, MACHADO, SILVA, 2009).

Figura 19 – Máquina Feller Buncher



FONTE: Tigercat (2021)

Forwarders

Esta máquina é uma das mais modernas para efetuar o baldeio da madeira após o processamento realizado pela máquina Harvesters.

Possui um braço mecânico com uma garra na ponta que retiram as toras do chão e colocam em uma caixa de carga, assim esta máquina se desloca até a beira da estrada para que posteriormente os caminhões sejam carregados.

Possui uma tecnologia formidável, com comandos efetuados por meio de joysticks (espécie de controle remoto) e uma cabine climatizada e assentos tecnológicos, proporcionando maior conforto ao operador.

Devido ao seu transporte da madeira não ser através de contato direto ao solo, possuem menores danos aos processos de erosão ao solo (GONÇALVES, 2008; FREITAS, MACHADO, SILVA, 2009).

Figura 20 – Máquina Forwarders



FONTE: Ponssee (2021)

Skidders

Estas máquinas realizam a função de extração do feixe de toras longas ou de árvores inteiras. Possui duas formas de arraste da madeira, podendo ser por meio de garras ou através de um sistema de guincho.

Possui melhor rendimento comparada à Forwarders, principalmente em regiões de florestas mais produtivas, porém estas máquinas apresentam

desvantagens pelos danos causados aos solos, uma vez que as toras são transportadas arrastadas (FREITAS, MACHADO, SILVA, 2009).

Figura 21 – Máquina Skidders



FONTE: John Deere (2021)

3.4.2. Tecnologia de Precisão

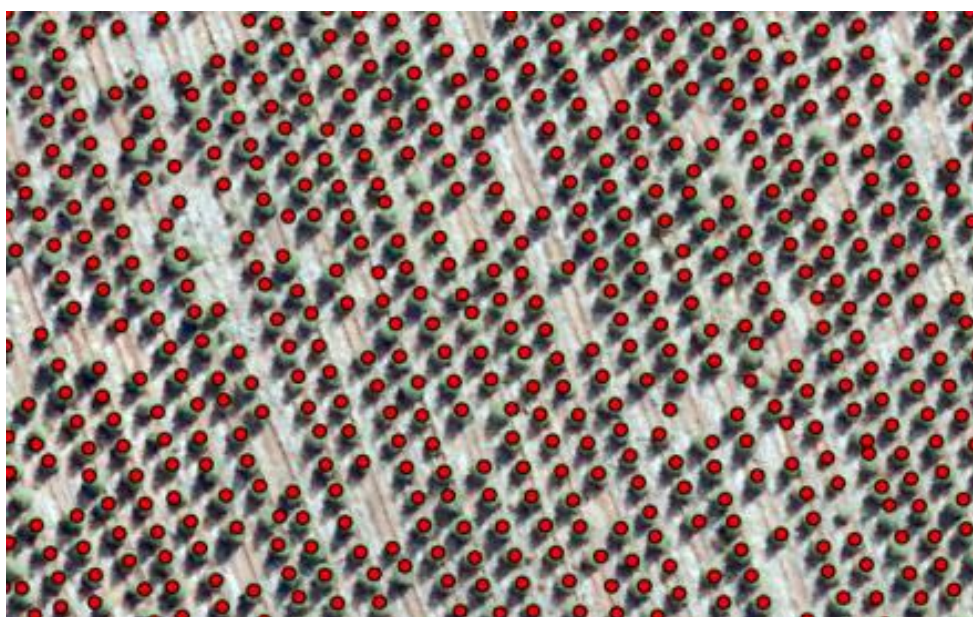
Com o objetivo de aumentar a eficiência, a agricultura de precisão é a tecnologia que possibilita a manutenção dos índices de produtividade com um manejo diferenciado nas áreas agrícolas. Não se aplica somente em tratamentos localizados, mas permite maior acesso e monitoramento das atividades sendo precisas nas informações.

As técnicas da agricultura de precisão apresentam – se como forma de manejo sustentável, onde as variações ocorrem sem prejuízos para as reservas naturais, concomitantemente há a diminuição de danos ao meio ambiente, ou seja, além de gerar novas tecnologias, a precisão na agricultura deve ser vista como um compromisso de uso da terra, implicando em algo além dos índices de produtividade (MANTOVANI et al., 1998 apud. TSCHIEDEL; FERREIRA, 2002).

A adoção da silvicultura de precisão pressupõe o uso de tecnologias da informação, como o sensoriamento remoto, o sistema de posicionamento global (GPS) e o sistema de informação geográfica (SIG), além do uso de máquinas e implementos capazes de realizar serviços ou aplicações, localizadas e variadas, de insumos. As técnicas de geoprocessamento, com o apoio da geoestatística e da estatística clássica, têm fornecido subsídios para a identificação e a correlação das variáveis que afetam a produtividade florestal, por meio do armazenamento, do tratamento, do cruzamento e da sobreposição dos dados em SIGs. Esses dados são visualizados em conjunto, por meio de mapas digitais da vegetação, do relevo, do solo, da capacidade produtiva dos sítios florestais etc., possibilitando ao silvicultor reconhecer e visualizar de forma integrada as características distintas das áreas de produção e de preservação florestal (GONÇALVES; ALVARES, 2005. p. 81).

A utilização de veículos aéreos não tripulados (VANT) para fins agrícolas possibilitam a geração de imagens com alto nível de detalhe, representando como ferramentas auxiliares potencialmente atribuídas para geração de mapas de produtividade (MEDEIROS et al., 2008; MOLIN, 2000 apud. PONTES; FREITAS, 2015).

Figura 22 – Exemplo de identificação de falhas em talhão de eucalipto



FONTE: PONTES e FREITAS (2015)

Para a otimização da cadeia de produção florestal, a silvicultura tem incorporado as (re)voluções da Indústria 4.0, trazendo as informações, incremento de produtividade e redução de custos, ocasionando a evolução para a fronteira da silvicultura 4.0. A transferência de informação em tempo real, a

partir do uso de *softwares* integrados, possibilitam gerar informações dendrométricas e climáticas, a fim de monitorar as florestas diariamente, favorecendo tomadas de decisões e tratos silviculturais.

A tendência é de que a eucaliptocultura seja totalmente mecanizada, com automação da atividade e conexão 5G, promovendo a conectividade no campo e impulsionando a produtividade e economia florestal brasileira (NETO et al., 2020).

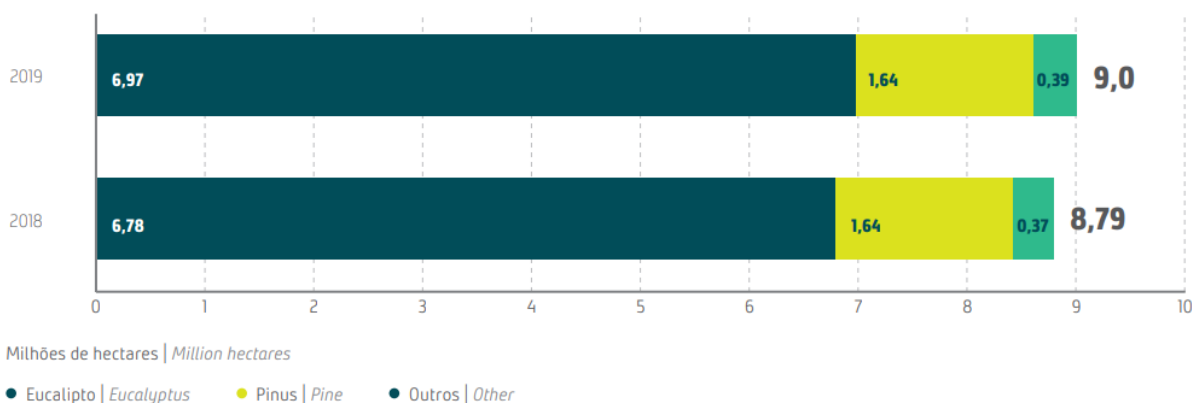
4. DISCUSSÃO

Antonangelo (1996) aponta que após os estudos preliminares referente ao manejo florestal, pesquisas e investimentos em melhoramento genético foram os primeiros a apresentarem desenvolvimento e geração de resultados importantes na cultura do eucalipto, sendo o incremento de maior potencial produtivo o mais difundido.

Nahuz et al. (2012) escrevem que em 1998 a área plantada de eucalipto e pinus era de aproximadamente 4,8 milhões de hectares. Em 2018, 20 anos depois, o plantio de espécies florestais, destacando espécies de eucalipto e pinus, atingiu aproximadamente 8,7 milhões de hectares, não havendo grandes diferenças comparadas ao ano anterior. O gênero *Eucalyptus* compreende 6,8 milhões de hectares da área enquanto a área de *Pinus* compreende em 1,6 milhões de hectares, além de outras espécies como seringueira, aroeira, acácia que compreendem cerca de 370 mil hectares (IBÁ, 2019).

Segundo IBÁ (2020), em seu relatório anual, a área de florestas plantadas em 2019, atingiu 9 milhões de hectares, apresentando aumento de 2,4% referente ao ano anterior. Desta área, 6,97 milhões de hectares foi de cultura de eucalipto, 1,64 milhões de hectares foi de cultura de pinus e 390 mil de hectares de outras espécies como seringueira, acácia e teca. Estas áreas correspondem a 77%, 18% e 05%, respectivamente.

Figura 23 – Área de florestas plantadas nos anos de 2018 e 2019

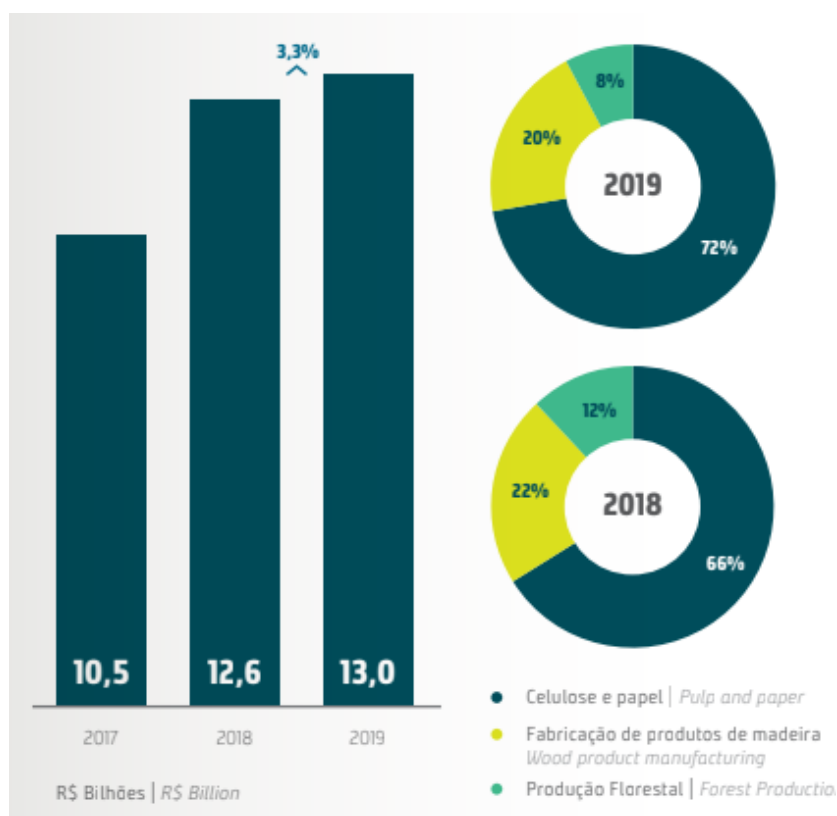


FONTE: IBÁ (2020)

Se for comparar outros setores agropecuários, o segmento florestal também foi um setor de alto desenvolvimento, com significativa contribuição nacional, como a geração de produtos, divisas, empregos e renda (PASA, 2020).

Em 2019, o Produto Interno Bruto Brasileiro cresceu 1,1% e a indústria florestal atribuiu 1,2% deste efeito, resultando em R\$ 97,4 bilhões de receita bruta total. Em tributos federais, estaduais e municipais, houve arrecadação de R\$ 13 bilhões, correspondendo 0,9% da arrecadação total, além de US\$ 11,4 bilhões de saldo na balança comercial (IBÁ, 2020).

Figura 24 – Arrecadação Tributária



FONTE: IBÁ (2020)

Apesar da alta taxa de desemprego no País em 2019 (11,9%), o setor de base florestal continua com seus planos de investimento, com cerca de R\$ 20 bilhões aplicados apenas em expansão nos últimos anos. Com visão futurista, o segmento deve investir ainda mais em pesquisas, a fim de desenvolvimento de produtos compatíveis à bioeconomia. Isto vem permitindo crescimentos a ponto de gerar 1,3 milhões de empregos no país e que até 2023, estão previstos

aproximadamente R\$ 36 bilhões de investimentos para expansão e novas fábricas, atuando com princípios de sustentabilidade, além dos requisitos legais. Vale ressaltar que 100% do papel produzido no Brasil vem de árvores plantadas para esse fim (IBÁ, 2020).

Em 2019, 2% dos investimentos anuais foram destinados para a inovação, o equivalente a quase R\$ 50 milhões distribuídos na área florestal e industrial. Deste montante, parte foi direcionada para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D): 1,5% no âmbito florestal, o equivalente a R\$ 25,5 milhões, e 0,8% no âmbito industrial, que representa R\$23,8 milhões. Para as indústrias, a maior parte foi investida em novas tecnologias (IBÁ, 2020. p. 63).

Filho e Santos (2011) escrevem que para desenvolver um clone pelo método de melhoramento genético padrão, a ser cultivado de modo comercial, considera – se um custo que alcance investimentos de mais de um milhão de reais, conforme dados de empresas da área.

Segundo IBÁ (2019), o custo de produção de celulose no Brasil é o mais baixo do mundo e o uso de programas genéticos nas empresas do segmento permitiram atingir a produção de 1,5 milhão de tonelada de celulose em 140 mil hectares de madeira, favorecendo a produtividade Brasileira que, comparada a China, são necessários 300 mil hectares.

Além do desenvolvimento econômico, as demandas da cadeia produtiva florestal contribuem para a geração de empregos e renda, que ao fixarem as populações no campo, promovem a redução do êxodo rural, ou seja, tem papel fundamental na qualidade de vida da população. Além disso, contribui para a redução da pressão de desmatamento das florestas naturais remanescentes. A evolução do manejo de eucalipto proporciona melhoria na qualidade do ar, conforto térmico, redução da intensidade de erosão e aumento da biodiversidade e contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa sequestrando e armazenando. O potencial de estoque das suas áreas, tanto de plantação quanto conservação, soma 4,48 bilhões de toneladas de CO² eq. (IBÁ, 2020; SANTOS et al., 2014).

5. CONCLUSÃO

Diante do apresentado, constata – se a evolução da cultura, tanto em nível agrônômico e técnico, quanto economicamente e social. De acordo com a realidade atual e perspectivas futuras, espera – se que a novas tecnologias contribuam ainda mais com o mercado florestal, em especial a eucaliptocultura, favorecendo a produtividade e expansão de novos mercados.

REFERÊNCIAS

- ANGELI, Aline. Indicações para escolha de espécies de *Eucalyptus*. **Revista da Madeira**. Caxias do Sul. v. 95. 2006. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=875&subject=Eucalipto&title=Indica%20E7%20F5es%20para%20escolha%20de%20esp%20E9cies%20de%20Eucalyptus>. Acesso em: 13 set. 2021.
- ANTONANGELO, Alessandro. **As Inovações Tecnológicas na Silvicultura Brasileira e seu Impacto sobre a Expansão desta Atividade**. 173f. (Dissertação de Mestrado em Economia Aplicada). Piracicaba, Universidade de São Paulo, 1996.
- ASSIS, Teotônio Francisco de. Melhoria Genética de Eucalipto. In: SCHUMACHER, Mauro Valdir. VIEIRA, Márcio. **Silvicultura do Eucalipto no Brasil**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. 2015. p. 217 – 244.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário estatístico ABRAF 2013** ano base 2012 / ABRAF. Brasília, 142 p. 2013.
- AVEIRO, Ana Victoria Domínguez. CERCAL, Maria Leticia Parizotto Mormul. Dossiê Técnico: Eucalipto. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas**. Instituto de Tecnologia do Paraná. Curitiba, 2 ed. 37 p. 2021. Disponível em: < <http://www.respostatecnica.org.br/>>. Acesso em: 22 out. 2021.
- BARBOSA, Leonardo Rodrigues. et al. Pragas de eucaliptos. In: OLIVEIRA, Edilson Batista de. JÚNIOR, José Elidney Pinto. **O eucalipto e a Embrapa Quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento**. Brasília: Embrapa. Cap.19. p.751-780.
- BATISTA, Taoana Souza. **A Indústria De Papel E Celulose No Brasil: Produtividade, Competitividade, Meio Ambiente E Mercado Consumidor**. 51f. (Monografia de Graduação em Engenharia Química). Uberlândia, Faculdade Federal de Uberlândia, 2018.
- BREPOHL, Ditmar. Contribuição do Setor Florestal à Economia Brasileira. **Revista Floresta**, Curitiba. v. 11, n.1, p. 53 – 57, 1980.
- CÂMARA DOS DEPUTADOS. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-5106-2-setembro-1966-368482-norma-actualizada-pl.html>>. Acesso em: 25 set. 2021.
- CANUTO, Daniela Silvia de Oliveira et al. **Caracterização genética de um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog. proveniente de remanescente da Estação Ecológica de Paulo de Faria, SP, Brasil. Ilha Solteira**, Universidade Estadual Paulista. 2015. Disponível em: <[SciELO - Brasil - Caracterização genética de um teste de progênies de <i>Dipteryx alata</i> Vog. proveniente de remanescente florestal da Estação Ecológica de Paulo de Faria, SP, Brasil](#)>. Acesso em: 17 out. 2021.
- CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. Disponível em: www.cib.org.br. Acesso em: 18 out. 2021.
- CONTIJO, Danusa de Oliveira. **Silvicultura Do Eucalipto: Principais Espécies Cultivadas No Brasil E Suas Características**. Universidade Federal Do Paraná. 53f. (Monografia de especialização em Manejo Florestal de Precisão). Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2018.
- COSTA, Júlia de Almeida. **Qualidade da Madeira de *Eucalyptus urograndis* plantado no Distrito Federal, para produção de celulose Kraft**. 86f. (Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais). Brasília, Universidade de Brasília, 2011.
- DIAS, Oriane Avancini. SIMONELLI, George. Qualidade Da Madeira Para A Produção De Celulose E Papel. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, v. 9. n. 17, p. 3632-3646. 2013.

FERREIRA, Mário; SANTOS, P E T. Melhoramento genético florestal dos Eucalyptus no Brasil breve histórico e perspectivas. **Anais..** Colombo: EMBRAPA, 1997.

FIGUEIREDO, Nice. Da importância dos artigos de revisão da literatura. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, São Paulo, v. 23, n. 23, p. 131-135, jan./dez. 1990.

FILHO, Estefano Paludzyszyn. SANTOS, Paulo Eduardo Telles dos. **Programa de melhoramento genético de eucalipto da Embrapa Florestas: resultados e perspectivas.** Colombo, Embrapa Florestas. 66 p. 2011.

FILHO, João Carlos Bepalhok. GUERRA, Edson Perez. OLIVEIRA, Ricardo de. Melhoramento de Populações por Meio de Seleção. In: Bueno, Luiz Carlos de Souza *et al.* **Melhoramento Genético de Plantas.** 2. ed. Londrina: UFLA, 2006. cap. 12. p. 06-10.

FILHO, João Carlos Bepalhok. GUERRA, Edson Perez. OLIVEIRA, Ricardo de. Seleção Recorrente. In: Bueno, Luiz Carlos de Souza *et al.* **Melhoramento Genético de Plantas.** 2. ed. Londrina: UFLA, 2006. cap. 13. p. 11-15.

FILHO, Wilson Reis. NICKELE, Mariane Aparecida. STRAPASSON, Priscila. **Combate às formigas cortadeiras.** 3 ed. Curitiba: SENAR-PR, 48 p. 2011.

FONSECA, Sebastião Machado da. *et al.* **Manual Prático de Melhoramento Genético de Eucalipto.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 200 p.

FORESTRY IMAGENS. Disponível em: <https://www.forestryimages.org/>. Acesso em: 27 out. 2021.

FREITAS, Luís Carlos. MACHADO, Carlos Cardoso. SILVA, Gilmar Correia. A mecanização da colheita florestal no Brasil. **Revista da Madeira.** Caxias do Sul, n. 121. 2009. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1422&subject=Colheita%20Florestal&title=A%20mecaniza%20E7%E3o%20da%20colheita%20florestal%20no%20Brasil>. Acesso em: 01 nov. 2021.

GONÇALVES, Alécio Ferreira. **A COLHEITA FLORESTAL DO SÉCULO XXI “Foco nas novas estruturas e tecnologias aplicadas à colheita mecanizada de corte raso de eucalipto”.** 58f. (Monografia de Especialização em Gestão Florestal). Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 2008.

GONÇALVES, José Leonardo de Moraes. ÁLVARES, Clayton Alcarde. A silvicultura de precisão e as exigências ambientais. **Visão Agrícola.** Piracicaba, s/v, n. 4, p. 80-82, jul.dez./ 2015. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va04-ciencia-e-tecnologia01.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2021.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório IBÁ 2019.** Brasília. Industria Brasileira de Árvores. 79 p. 2019.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório IBÁ 2020.** Brasília. Industria Brasileira de Árvores. 122 p. 2020.

JOAQUIM, Maísa Santos. **Carvão Vegetal: Uma Alternativa Para os Produtores Rurais do Sudoeste Goiano.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Florestal. Universidade de Brasília, Brasília, DF, 86 p. 2009.

JOHN DEERE. Disponível em: <<https://www.deere.com.br/pt/harvesters/1270e/>>. Acesso em: 01 nov. 2021.

JOHN DEERE. Disponível em: < <https://www.deere.com.br/pt/skidders/948l/>>. Acesso em: 01 nov. 2021.

LORENZI, Harri. et al. **ARVORES EXÓTICAS NO BRASIL: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 385 p.

LUNZ, Alexandre Mehl. AZEVEDO, Roni de. **Caracterização da Ocorrência do Besouro-amarelo, *Costalimaita ferruginea* (Fabricius) (Coleoptera: Chrysomelidae), em Plantios de Eucalipto no Pará**. Belém, Embrapa Amazônia Oriental. 5 p. 2011.

MADALENA, Lilian Cristina de Souza. **Avaliação do potencial energético do híbrido *Eucalyptus urograndis* em diferentes idades e posições do fuste**. 54f. (Monografia de Tecnologia em Biocombustíveis). Palotina, Universidade Federal do Paraná. 2013.

MAFIA, Reginaldo Gonçalves. MENDES, José Eduardo Petrilli. CORASSA, Janáina De Nadai. Análise Comparativa dos Surtos e Danos Causados Pelos Besouros Desfolhadores *Costalimaita Ferruginea* (Fabricius, 1801) E *Costalimaita lurida* (Lefèvre, 1891) (Coleoptera: Chrysomelidae) em Plantios de Eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 829-836, mar./ 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rarv/a/VdvrQpMwjWWv7g4r4QPpyQSR/?lang=pt>>. Acesso em: 24 out. 2021.

MIRANDA, Aline Cristina et al. Ganhos genéticos na seleção pelo método do índice multi-efeitos em progênies polinização livre de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 43. n. 105. p. 203-209. 2015.

MORAES, Rodrigo. A era dos eucaliptos transgênicos. **O Papel**. São Paulo. s.n., p. 36-40, Ago./2008. Disponível em: <http://www.celsfoelkel.com.br/artigos/outros/18A2008_A%20Era%20dos%20Eucaliptos%20ransgenicos.pdf>. Acesso em: 25 out. 2021.

MOREIRA, José Mauro Magalhães Ávila Paz. SIMIONI, Flávio José. BUSCHINELLI, Cláudio César de Almeida. A viabilização econômica da cultura do eucalipto. In: OLIVEIRA, Edilson Batista de. JÚNIOR, José Elidney Pinto. **O eucalipto e a Embrapa Quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento**. Brasília: Embrapa. Cap.25. p.907-939.

NAHUZ, Marcio Augusto Rabelo et al. **Setores Consumidores da Madeira: Aspectos do mercado atual e potencial do eucalipto**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2012. 338 p.

NETO, Ernandes Macedo da Cunha et al. Silvicultura 4.0. MATOS, Raissa Rachel Salustriano da Silva. OLIVEIRA, José Eudes de Moraes. PONTES, Samuel Ferreira. **Avanços científicos e tecnológicos nas ciências agrárias**. Ponta Grossa: Atena, 2020. cap. 17. p. 148-156.

OLIVEIRA, Thiago Wendling Gonçalves de et al. Parâmetros genéticos em teste de progênies de polinização aberta de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 46. n. 118 p. 229-240. 2018.

PASA, Débora Luana et al. O Setor Florestal como base para o desenvolvimento socioeconômico regional. **Revista do Instituto Florestal**. v. 32 n. 1 p. 29-41 jun. 2020. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/6330>>. Acesso em: 05 out. 2021.

PELISSA, Maiara Dufloth. **Significado do Trabalho e Envolvimento com o Trabalho: uma revisão de Literatura**. 52f. (Monografia de Bacharel em Psicologia). Itajaí, Universidade do Vale do Itajaí. 2006. Disponível em: <<http://siaibib01.univali.br/pdf/Maiara%20Dufloth%20Pelissa.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2021.

PEREIRA, José Carlos Duarte et al. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo, Embrapa Florestas, 113 p. 2000.

PONSEE. Disponível em: <<https://www.ponsse.com/pt/ponsse-elk#/>>. Acesso em: 01 nov. 2021.

PONTES, Guilherme Rodrigues. FREITAS, Thiago Ubiratan. Monitoramento de plantios de eucalipto utilizando técnicas de sensoriamento remoto aplicadas em imagens obtidas por VANT. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais...** João Pessoa, INPE. p. 4057-4064. 2015.

RAMALHO, Magno. SANTOS, João Bosco dos. PINTO, César Brasil. **Genética na Agropecuária**. Lavras: Globo S.A., 1990. 359 p.

RESENDE, Marcos Deon Vilela. ALVES, Rodrigo Silva. Genética: estratégias de melhoramento e métodos de seleção. In: OLIVEIRA, Edilson Batista de. JÚNIOR, José Elidney Pinto. **O eucalipto e a Embrapa Quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento**. Brasília: Embrapa. cap. 03. p.171-202.

RESENDE, Marcos Deon Vilela de et al. Seleção recorrente e o melhoramento genético do eucalipto no Brasil. In: IV SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS. **Anais...** Lavras, UFLA. p. 59-84. 1999.

ROQUE, Renata Claudine. **Estudo do Mercado consumidor do município de Santo André em relação aos Organismos Geneticamente Modificados**. 74f. (Monografia de Graduação em Agronomia). Taubaté, Universidade de Taubaté, 2002.

SANTAROSA, Emiliano. JÚNIOR, Joel Ferreira Penteado. GOULART, Ives Clayton Gomes dos Reis. **Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Brasília: Embrapa Florestas, 2014. 138 p.

SANTI, Thais. A Biotecnologia em favor da produtividade do eucalipto. **O Papel**. São Paulo. n. 8, p. 28-36, ago./ 2014. Disponível em: <http://www.revistaopapel.org.br/edicoes_impressas/89.pdf> Acesso em: 25 out. 2021.

SANTOS, Álvaro Figueredo do. AUER, Celso Garcia. JUNIOR, Albino Grigoletti. **Doenças do eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle**. Colombo, Embrapa Florestas, 20 p. 2001.

SILVA, Laísa Cristine dos Santos. **Produção de Mudas de *Eucalyptus urograndis* em Substratos Obtidos a Partir de Resíduos Agroindustriais**. 49f. (Dissertação de Mestrado em Ciências Agrárias – Agronomia). Rio Verde, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2017.

SILVA, Marleide Gomes da. **Produtividade, idade e qualidade da madeira de *Eucalyptus* destinada à produção de polpa celulósica branqueada**. 95f. (Dissertação Mestrado em Tecnologia de Produtos Florestais). Piracicaba, Universidade de São Paulo, 2011.

SILVEIRA, Ronaldo Luiz Vaz de Arruda. Seja o doutor do seu Eucalipto. **Informações Agrônomicas**. Piracicaba, s/v. n. 93. p. 24-29. Mar./2001.

SOUSA, Eliane Pinheiro de. et al. Desempenho do setor florestal para a economia brasileira: uma abordagem da matriz insumo-produto. **Revista Árvore**, v. 34, n. 6, p. 1.129 -1.138, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rarv/a/c6q9mtgzGB87XSHJQshXQdS/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 18 set. 2021.

SOUZA, Fábio Monteiro Leite de. **Estudo comparativo da madeira e polpação de *Eucalyptus urophylla* e do híbrido *E. urophylla* x *E. grandis* em dois modelos silviculturais**. 83 p. (Dissertação de Mestrado em Ciência Florestal). Botucatu, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2012.

SUTHERLAND SEEDLINGS. Disponível em: <<https://www.sutherlandseedlings.co.za/>>. Acesso em: 27 out. 2021.

TECNOLIGIA E FLORESTA. Disponível em: <<http://www.tecnologiaefloresta.com.br/>>. Acesso em: 26 out. 2021.

TIGERCAT. Disponível em: < [https://www.tigercat.com/pt-pt/between-the-branches/btb-34-
embaixo-do-vulcao/](https://www.tigercat.com/pt-pt/between-the-branches/btb-34-
embaixo-do-vulcao/)>. Acesso em: 01 nov. 2021.

TSCHIEDEL, Mauro. FERREIRA, Mauro Fernando. Introdução à Agricultura de Precisão: Conceitos e Vantagens. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 32, n. 1, p.159-163, 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/54b6LCQHrJsnwqdCTGKHtB/?lang=pt>>. Acesso em: 01 nov. 2021.

ZANUNCIO, José Cola et al. **MANUAL DE PRAGAS EM FLORESTAS Lepidoptera Desfolhadores de Eucalipto: Biologia, Ecologia e Controle**. IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Viçosa, 1993. 140 p.

ANEXO – Lei de Incentivos Fiscais para Empreendimentos Florestais



CÂMARA DOS DEPUTADOS
Centro de Documentação e Informação

LEI Nº 5.106, DE 2 DE SETEMBRO DE 1966

Dispõe sobre os incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA:

Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º As importâncias empregadas em florestamento e reflorestamento poderão ser abatidas ou descontadas nas declarações de rendimento das pessoas físicas e jurídicas, residentes ou domiciliados no Brasil, atendidas as condições estabelecidas na presente Lei.

§ 1º *(Revogado pelo Decreto-Lei nº 1.338, de 23/7/1974)*

§ 2º No cálculo do rendimento tributável previsto no art. 53 da Lei número 4.504, de 30 de novembro de 1964, não se computará o valor das reservas florestais, não exploradas ou em formação.

§ 3º As pessoas jurídicas poderão descontar do imposto de renda que devam pagar, até 50% (cinquenta por cento) do valor do imposto, as importâncias comprovadamente aplicadas em florestamento ou reflorestamento, que poderá ser feito com essências florestais, árvores frutíferas, árvores de grande porte e relativas ao ano-base do exercício financeiro em que o imposto for devido. *(Vide art. 26 do Decreto-Lei nº 81, de 21/12/1966) (Vide art.5 § 2º do Decreto-Lei nº 1.106, de 16/6/1970)*

§ 4º O estímulo fiscal previsto no parágrafo anterior poderá ser concedido, cumulativamente, com os de que tratam as Leis nºs 4.216, de 6 de maio de 1963, e 4.869, de 1 de dezembro de 1965, desde que não ultrapasse, em conjunto, o limite de 50% (cinquenta por cento) do imposto de renda devido.

Art. 2º As pessoas físicas ou jurídicas só terão direito ao abatimento ou desconto de que trata este artigo desde que: *(Vide art. 3º da Lei nº 5.531, de 13/11/1968)*

a) realizem o florestamento ou reflorestamento em terras de que tenham justa posse, a título de proprietário, usufrutuários ou detentores do domínio útil ou de que, de outra forma, tenham o uso, inclusive como locatários ou comodatários;

b) tenham seu projeto previamente aprovado pelo Ministério da Agricultura, compreendendo um programa de plantio anual mínimo de 10.000 (dez mil) árvores;

c) o florestamento ou reflorestamento projetados possam, a juízo do Ministério da Agricultura, servir de base à exploração econômica ou à conservação do solo e dos regimes das

águas.

Art. 3º Os dispêndios correspondentes às quantias abatidas ou descontadas pelas pessoas físicas ou jurídicas, na forma do art. 1º desta Lei, serão comprovados junto ao Ministério da Agricultura, de cujo reconhecimento dependente a sua regularização, sem prejuízo da fiscalização específica do imposto de renda.

Art. 4º Para os fins da presente Lei, entende-se como despesas de florestamento e reflorestamento aquelas que forem aplicadas diretamente pelo contribuinte ou mediante a contratação de serviços de terceiros, na elaboração do projeto técnico, no preparo de terras, na aquisição de sementes, no plantio, na proteção, na vigilância, na administração de viveiros e flores e na abertura e conservação de caminhos de serviços.

Art. 5º Ficam revogados o art. 38 e seus §§ 1º e 2º da Lei nº 4.771 de 15 de setembro 1965 e o art. 40 e seus §§ 1º e 2º da Lei nº 4.862, de 20 de novembro de 1965.

Art. 6º Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Brasília, 2 de setembro de 1966; 145º da Independência e 78º da República.

H. CASTELLO BRANCO
Octávio Bulhões
Severo Fagundes Gomes