

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**REVISÃO DA RESISTÊNCIA NATURAL DA MADEIRA DE  
*EUCALYPTUS***

FLÁVIA DA SILVA ALVES

Cruz das Almas – BA  
Agosto de 2018

FLÁVIA DA SILVA ALVES

**REVISÃO DA RESISTÊNCIA NATURAL DA MADEIRA DE  
*EUCALYPTUS***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB pela estudante Flávia da Silva Alves como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Florestal, sob a orientação do Prof. Dr. José Mauro de Almeida.

Cruz das Almas - BA  
Agosto de 2018

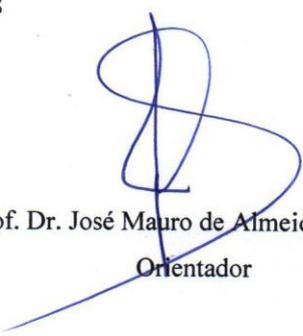
**REVISÃO DA RESISTÊNCIA NATURAL DA MADEIRA DE  
*EUCALYPTUS***

**FLÁVIA DA SILVA ALVES**

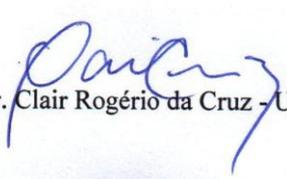
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB pela estudante Flávia da Silva Alves como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Florestal, sob a orientação do Prof. Dr. José Mauro de Almeida.

Aprovado em: 10/08/2018

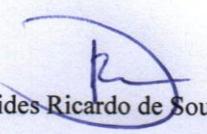
Comissão Examinadora:



Prof. Dr. José Mauro de Almeida – UFRB  
Orientador



Prof. Dr. Clair Rogério da Cruz - UFRB



Prof. Dr. Deoclides Ricardo de Souza - UFRB

*Dedico este trabalho aos  
Meus avós paternos in memoriam,  
Margarida & Caneta e  
maternos Juizá & Alberto  
pelo Amor e Apoio.*

Dedico este trabalho aos  
Meus avós paternos *in memoriam*,  
***Margarida & Canuto*** e  
Meus avós maternos ***Jailda & Alberto***  
pelo Amor e Apoio.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, por ter me guiado e dado forças para superar as dificuldades nesta caminhada.

Aos meus pais, **Jaciene B. da S. Alves** e **Josué M. Alves** por todo ensinamento, apoio e incentivo todos esses anos.

Aos meus irmãos: **Francine** e **Josué Júnior**. Meus amigos por todo carinho, companheirismo e compreensão.

Aos meus familiares por todo o apoio e incentivo. Em especial meus avós maternos, **Jailda Borges** e **Alberto Rodrigues** pelo amor, atenção e incentivo nos momentos de dificuldades.

Ao professor **José Mauro**, pela orientação, paciência, profissionalismo e conhecimentos transmitidos, além da confiança depositada em mim durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) pelos anos de aprendizagem. Em especial aos docentes do Curso de Engenharia Florestal por todos os conhecimentos compartilhados em sala.

E por fim, a todos que de alguma forma me ajudaram e principalmente contribuíram direta ou indiretamente para minha formação.

Eu Agradeço de coração, vocês foram fundamentais!

**MUITO OBRIGADA!**

## RESUMO

O presente trabalho objetivou reunir conteúdos com base na durabilidade natural do gênero *Eucalyptus*, fazendo um comparativo das informações de literatura a fim de possibilitar uma maior divulgação destes conhecimentos. O estudo foi feito no formato de pesquisa bibliográfica, de forma exploratória, esclarecendo conceitos e ideias, através de levantamento por dados já publicados, a fim de contextualizar a realização do estudo. Com a realização do trabalho, foi possível verificar que o gênero *Eucalyptus* tem grande potencial de crescimento em relação ao setor florestal, apresentando uma durabilidade natural em relação ao ataque de alguns agentes xilófagos como fungos e insetos, o que possibilita utilização para vários fins.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus*, Durabilidade Natural da Madeira, Agentes Deterioradores.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	8
2. OBJETIVO GERAL .....	10
3. METODOLOGIA .....	10
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
4.1 HISTÓRICO DO <i>Eucalyptus</i> .....	10
4.2 GÊNERO <i>Eucalyptus</i> .....	11
4.2.1 CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES .....	14
4.2.2 UTILIZAÇÃO.....	20
4.3 RESISTÊNCIA NATURAL.....	23
4.3.1 ENSAIO DE CAMPO (CAMPOS DE APODRECIMENTO).....	23
4.3.2 ENSAIOS EM LABORATÓRIO .....	24
4.3.3 ENSAIO DE CAMPO X ENSAIO DE LABORATÓRIO .....	25
4.4 AGENTES DETERIORADORES DA MADEIRA .....	26
4.4.1 DETERIORAÇÃO.....	32
4.5 DETERIORAÇÃO POR FUNGOS.....	32
4.5.1 PODRIDÃO PARDA.....	33
4.5.2 PODRIDÃO BRANCA .....	33
4.5.3 PODRIDÃO MOLE.....	33
4.5.4 MANCHADORES .....	33
4.5.5 BOLORES.....	34
4.6 DETERIORAÇÃO POR INSETOS .....	38
4.6.1 CUPINS SUBTERRÂNEOS .....	39
4.6.2 CUPINS DE MADEIRA ÚMIDA .....	39
4.6.3 CUPINS DE MADEIRA SECA .....	39
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	44
6. REFERÊNCIAS.....	46

## 1. INTRODUÇÃO

O Eucalipto foi introduzido no Brasil em 1904, com o propósito comercial, a princípio com plantios para a produção de dormentes, postes e lenha (WILCKEN et al., 2008). Passou por uma grande adaptação, assim, acabou se adequando aos fatores ambientes locais e necessários para seu crescimento e desenvolvimento, resistindo aos estresses hídricos, nutricionais, entre outros. Segundo Delucis e Gatto (2017) as vantagens relacionadas com a sua plantação são: adaptabilidade e alta produtividade, alta resistência a pestes e doenças, fácil hibridação, consolidação de gestão cultura e tolerância a condições de estresse.

É perceptível que a madeira de Eucalipto tem grande relevância na floresta plantada referente às finalidades (objetivo da produção), e adaptação às regiões. Possuindo diversas utilizações, sendo um gênero bastante comercializado, levando em consideração o aspecto do crescimento rápido.

O Brasil tem demonstrado um grande crescimento em exportação nos últimos anos relacionados ao setor florestal, o que reflete que as florestas além de ter o benefício ambiental, favorece a economia do país que é importante para o seu desenvolvimento, principalmente por conta do carvão vegetal, celulose e papel. Outro ponto importante no setor florestal é que o Eucalipto é proveniente de florestas plantadas, sendo que contribuem para a conservação, preservação e recuperação ambiental.

Sendo encontradas algumas espécies que, em razão de sua composição química e anatômica, são naturalmente mais resistentes à biodeterioração. Por isso, muitas vezes indicadas para diversas utilizações. Outras espécies apresentam maior propensão a degradação, afetando a resistência física e mecânica, deste modo gerando perdas do produto, por conseguinte prejuízos. Portanto, necessitando a utilização de preservativos para estender sua vida útil. Sendo assim, maior resistência de uma espécie, maior a aceitação no mercado (SILVA et al., 2004; OLIVEIRA, 2017).

Além da espécie e o arranjo do lenho, uma grande razão que influencia a durabilidade natural é a presença dos extrativos, sua quantidade e qualidade, pois alguns acabam agindo como um impedimento químico (repelente). Os extrativos são responsáveis pela cor, odor, permeabilidade, densidade, dureza e são produzido na planta jovem, durante a transformação do alborno em cerne (SILVA et al., 2004; PAES et al., 2015; PAES et al., 2013).

Como um recurso renovável (madeira) e a partir de várias pesquisas (VIDAL et al. 2015; PAES et al., 2013; WILCKEN et al., 2008) tem se estendido a sua utilização, os produtos madeireiros para a produção de energia, mourões, construção civil (meio rural e

urbano), chapas de fibras, celulose e papel, moveis finos, em sua maioria para atender a demanda industrial; e produtos não madeireiros como óleos essenciais, produtos para fins medicinais obtidos a partir das folhas do Eucalipto, produção de mel, entre outros.

A madeira com uma resistência natural mais evidenciada possui melhor preferencia na utilização, pois se evita o uso de preservativos químicos que podem ser tóxicos. Levando em consideração que em alguns países estão criando Leis que já proíbem a utilização de alguns preservativos por conta do risco, sendo uma opção as técnicas construtivas adequadas a preservar naturalmente a madeira, como o uso das naturalmente duráveis (OLIVEIRA; HELLMEISTER, 1998).

Em razão da preservação ambiental também acaba interferindo na utilização de preservativos, não apenas de ordem ambiental, mas outros aspectos técnicos associados à madeira utilizada, como a resistência à impregnação em algumas espécies (exemplo o cerne do Eucalipto), distribuição inadequada no tecido lenhoso, baixa fixação às macromoléculas, e dependendo da localização a disponibilidade do produto (OLIVEIRA; HELLMEISTER, 1998).

A madeira possui inúmeras qualidades, por isso é bastante utilizada, não apenas na construção civil. Entre a sua desvantagem inclui a sua durabilidade, que pode ser afetada por meio de biodegradação, flamabilidade, degradação por radiação ultravioleta, ácidos ou bases, e variações dimensionais causadas pela alteração da umidade. Mas não se pode classifica-la como durável ou não, sem que a madeira esteja em uso no ambiente de degradação (BAHIA, 2015).

De acordo Bush et al. (2011) a durabilidade natural tem haver com uma propriedade da madeira que possibilita a resistência à biodeterioração que pode ser causada por bactérias, fungos, térmitas, brocas e organismos marinhos, sem utilização de tratamentos de conservantes químicos ou revestimentos. Um fator importante principalmente para madeiras manuseadas em contato direto com o solo que estão mais expostas aos agentes deterioradores (biológicos, mecânicos, físicos, químicos), afetando a vida útil. A avaliação de durabilidade é realizada através de ensaios de campo (campo de apodrecimento) ou laboratoriais, sendo recomendados geralmente os ensaios de campo (apesar de demandar maior tempo) por ser mais próximo da realidade de utilização, tem maior fidelidade das situações (MARCONDES et al., 2013; RIBEIRO et al., 2014; GALVÃO, 1972; LUNZ, 2002).

Portanto, o estudo da biodeterioração e da resistência é de extrema importância, não apenas, pelo próprio material, mas por conta do mercado de construções que exige vida útil longa.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Este estudo tem como objetivo levantar informações sobre a durabilidade natural da madeira de *Eucalyptus* por meio de revisão de literatura.

## **3. METODOLOGIA**

O estudo foi realizado através de uma pesquisa bibliográfica. Buscou-se informações em materiais de estudo já publicados sobre a temática. Segundo Cerro et al. (2007), a pesquisa bibliográfica procura explicar um problema com base em referenciais teóricos publicados constituídos principalmente por artigos científicos, livros, revistas, monografias, dissertações e teses. Busca-se conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado sobre determinado assunto, tema ou problema, sendo assim, o pesquisador tem contato direto com material.

Nesse trabalho foi utilizada a pesquisa exploratória, com objetivo de explicar os conceitos e ideias, trazendo informações, junto com o levantamento bibliográfico e documental. De acordo Gil (2002), a pesquisa exploratória tem finalidade de possibilitar uma visão ampla, de um determinado fato.

Os materiais utilizados para consulta com base principal na durabilidade natural de Eucaliptos, sendo utilizados para identificar estudos publicados em bancos de dados, com isso procurou com as seguintes palavras “natural durability of *Eucalyptus*” nos títulos ou resumos. Separando a revisão por tópicos de acordo a leitura, utilizando publicações com as palavras “Eucalipto”, “Resistência Natural”, “Celulose”, “Biodeterioração da madeira”, “madeira”. Foram analisados os artigos que atendiam aos critérios estabelecidos, assim, realizando a leitura e posteriormente, o fichamento registrando e anotando as informações importantes relacionados ao tema. Depois dessas etapas foi realizada a redação final da revisão com os tópicos gênero *Eucalyptus*, agentes deterioradores; resistência natural; deterioração por fungos; deterioração por insetos.

## **4. REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 HISTÓRICO DO *Eucalyptus***

O eucalipto (*Eucalyptus* spp.) ocorre naturalmente na Austrália, Indonésia e ilhas próximas, tais como Flores, Alor e Wetar. O gênero apresenta uma ampla plasticidade e dispersão mundial, crescendo satisfatoriamente em diferentes situações edafoclimáticas,

extrapolando àquelas das regiões de origem. Menos de 1% dessas 600 espécies têm sido usadas com propósitos industriais (SANTOS et al., 2001).

Os primeiros registros da inserção do eucalipto no Brasil foram através de sementes em 1868 do Sr. Frederico de Albuquerque em carta lida pela Sociedade Imperial Zoológica de Aclimação de Paris, sendo plantadas no Rio Grande do Sul, foram mudas de *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus amygdalina* e *Eucalyptus polyanthemos*. No mesmo ano foram plantados vários exemplares pelo 1º Tenente da Marinha Pereira da Cunha no Rio de Janeiro na Quinta da Boa Vista, hoje Museu Nacional (ANDRADE, 1961 *apud* SERPE, 2015).

No Jardim Botânico do Rio de Janeiro tem no seu catálogo o registro do plantio de duas mudas *Eucalyptus gigantea* em 1824. Já em Maio de 1865 o Almirante Chaigneau, enviou algumas mudas de eucalipto, entre elas duas do Rio de Janeiro para a França (ANDRADE, 1961 *apud* SERPE, 2015).

Em 1870, no Rio de Janeiro foi registrado o plantio de algumas espécies nas ruas e no jardim botânico pelo Sr. A. Pereira. Até o século XIX, o eucalipto foi plantado como árvore decorativa, quebra-vento e para obtenção de seu óleo essencial. Possuindo poucos plantios para fins industriais e de caráter florestal (SERPE, 2015; FOELKEL, 2005).

Em 1909, a Companhia Paulista de Estradas de Ferro adquiriu algumas áreas em Rio Claro, no estado de São Paulo, começando a produção de mudas e plantios em 1910, de espécies variadas de eucalipto. Já em 1919 plantou 123 espécies das 144 testadas experimentalmente (SERPE, 2015). A Companhia Paulista de Estradas de Ferro necessitava de lenha, dormentes, postes e moirões (FOELKEL, 2005).

Dentre as inúmeras espécies arbóreas existentes, o eucalipto é extensivamente plantado por apresentar rápido crescimento, produtividade, diversidade de espécies, grande capacidade de adaptação e produzem madeira de importância comercial para os mais diversos usos industriais (MORA; GARCIA, 2000).

#### **4.2 GÊNERO *Eucalyptus***

O gênero *Eucalyptus* e, ou, *Corymbia* tem crescido consideravelmente no Brasil nos últimos anos (VIVIAN, 2011), sendo a espécie *Eucalyptus grandis* (20%) mais plantada, além de *E. saligna* (8%), *E. urophylla* (7%), *E. dunnii* (5%), e seus híbridos (50%) além de, outras (10% *E. citriodora*, *E. camaldulensis*, etc.) todas adaptadas em várias regiões do país, dentre os usos destaca-se celulose, carvão e papel (SOUZA et al., 2004; BRACELPA, 2006). De

acordo Higa (2000) no gênero encontra-se mais de 600 espécies sendo adaptadas a diferentes climas e solos, sendo em sua maioria nativas da Austrália.

Para realizar o plantio de eucaliptos deve-se fazer algumas análises e principalmente levar em consideração o clima da região que ocorrerá o plantio, finalidade da matéria-prima, propriedades do solo, espécies da região, etc., assim, possibilitando um bom retorno no plantio. Na região Sul do Brasil por conta de suas especificidades regionais, são geralmente utilizadas as espécies *Eucalyptus dunnii*, *E. benthamii*, *E. saligna*, *E. grandis*, *Corymbia citriodora* (antiga denominação do *E. citriodora*). Mesmo espécies melhoradas são exigidas quantidades necessárias de água e de vários recursos (nutrientes) existentes no solo por conta da demanda da espécie. O Eucalipto acaba sendo melhorado por conta da demora do início do ciclo reprodutivo das árvores, levando em consideração também, outros fatores (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006).

As mudas podem ser adquiridas de sementes ou por estaquia. No Brasil em sua maioria são utilizadas mudas obtidas por sementes, para produção de serrados, compensados e fins energéticos (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006).

O gênero *Eucalyptus*, no Brasil ocupa uma área cultivada de 5,56 milhões/ha com um aumento bem considerável nos últimos anos. Durante esses últimos anos foram demonstrados algumas mudanças de posições entre os estados em relação ao plantio de *Eucalyptus*, como a Bahia que até 2012 estava na 3º posição (605.464 ha) e o Mato Grosso do Sul com a 4º posição (587.310 ha) a partir de 2013 acabou invertendo as posições a Bahia na 4º posição (612.199 ha) e o Mato Grosso do Sul assumiu a 3º posição (877.795 ha); já o estado do Rio de Janeiro antes aparecia na 16º posição (18.368 ha) não sendo mais mencionado nos últimos anos. Atualmente os maiores produtores são Minas Gerais (24%) ocupando a 1ª colocação, correspondendo a 1,493 milhão de hectare, seguindo de São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (15%) que vem tendo destaque nos últimos 10 anos no setor florestal nacional ocupando a 3º colocação abaixo de São Paulo e Minas Gerais (IBA, 2015; IBA, 2017). Considerando os estados em destaque: Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Bahia, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, estes correspondem a 87,1% da área total de plantios florestais (Tabela 1). O Eucalipto teve um avanço produtivo nos últimos anos, saltando de 3.862.546 hectares em 2006 para 5.673.783 hectares em 2016. O histórico de florestas plantadas com o gênero *Eucalyptus* no Brasil entre 2006-2016 está apresentado na Tabela 2.

O Eucalipto é utilizado em várias florestas plantadas no mundo nas regiões tropicais e subtropicais, cerca de 18 milhões de hectares (FAO, 2002). No Brasil existe uma área em hectare de 7,84 milhões (menos de 1% da área total do país) em florestas plantadas com

espécies de Eucalipto, Pinus e outras (IBA, 2017; IBGE, 2016). Em 2016, o Brasil apresentou alta produtividade florestal sendo líder no ranking global, teve média de 35,7 m<sup>3</sup>/ha ano para Eucalipto e 30,5 m<sup>3</sup>/há ano para pinus (IBA, 2017).

Na Bahia, encontra-se 17% de *C. citriodora* e 70% *E. camaldulensis* (LIMA et al., 2011), possuindo menos de 10% da área total de Eucalipto no Brasil, tem-se produtividade média das florestas de Eucalipto de 40 m<sup>3</sup>/ha ano sólido c/c (BRACELPA, 2006). A produção do Eucalipto tem desenvolvido o crescimento de empresas de celulose como a Fibria e a Suzano Papel e Celulose (MENDES et al., 2016).

**Tabela 1. Distribuição dos plantios do gênero *Eucalyptus* no Brasil (2016).**

<b>ESTADO</b>	<b>POSIÇÃO</b>	<b>ÁREA (ha)</b>	<b>%</b>
MG	1°	1.390.032	24
SP	2°	946.124	17
MS	3°	877.795	14
BA	4°	612.199	10
RS	5°	308.178	7
PR	6°	294.050	6
ES	7°	233.760	5
MA	8°	221.859	4
MT	9°	185.219	3
PA	10°	133.996	3
GO	11°	127.201	2
TO	12°	116.798	2
SC	13°	116.240	1
AP	14°	65.026	1
PI	15°	26.068	0,65
OUTROS		19.239	0,35
<b>TOTAL</b>		<b>5.673.783</b>	<b>100</b>

Fonte: IBA (2017)

**Tabela 2. Histórico de plantios, no Brasil, do gênero *Eucalyptus* (2006-2016).**

ANO	ÁREA (ha)
2006	3.862.546
2007	4.078.168
2008	4.456.069
2009	4.658.924
2010	4.900.949
2011	5.049.714
2012	5.304.164
2013	5.473.176
2014	5.558.653
2015	5.630.606
2016	5.673.783

Fonte: IBA (2015); IBA (2017)

Dentre os plantios de folhosas no país o Eucalipto representa cerca de 72% do total das florestas cultivadas. Da área total de floresta plantadas no Brasil são destinados para a produção de celulose e papel cerca de 34%, para produtos independentes são 26,8%, siderúrgica e carvão vegetal 15,2%, painéis de madeira e pisos laminados 6,8%, investidores financeiros 10,2%, serrados, móveis e outros produtos sólidos 3,6% (MENDES et al., 2016).

Com o passar dos anos estão sendo obtidos resultados positivos com a produção do gênero *Eucalyptus* mediante a utilização de técnicas silviculturais adequadas, preparo e fertilização de solo, combate a pragas e doenças e melhoramento genético, com plantios de variedades puras ou híbridas, bem como a clonagem de materiais, as quais mantêm as características favoráveis e aumento da homogeneidade dos povoamentos (HIGASHI et al., 2000 *apud* SERPE, 2015).

#### **4.2.1 CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES**

Com base em espécies mais utilizadas e de importância no Brasil, foram selecionadas algumas espécies para detalhar suas características.

### *Corymbia citriodora* Hook

Depois de muitas discussões e alguns estudos entre taxonomistas, *Corymbia* foi determinada como um gênero, em 1995 (HILL; JOHNSON, 1995 *apud* REIS et al., 2013). Antes essa espécie era denominada como *Eucalyptus citriodora*, mas foi renomeada como *Corymbia citriodora* por conta de alguns estudos de variação isoenzimática, sendo observada a semelhança entre as espécies *C. citriodora* e *C. variegata*, apresentando como principal diferença a composição química do óleo de suas folhas (REIS et al., 2013). Entretanto, como, por muitos anos, foi considerado do gênero *Eucalyptus*, esta espécie foi incluída no presente trabalho.

Ocorre naturalmente no norte e centro de Queensland, Austrália. No Brasil, com plantação nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, tendo sua utilização para diversos usos na construção civil, postes e mourões, etc. (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006). Para esta espécie são necessárias técnicas adequadas de desdobro para assim, diminuir os efeitos de tensões de crescimento, sendo uma madeira muito utilizada na serraria, e resistente ao apodrecimento (RODRIGUES, 2008). Tem boa adaptação aos solos pobres (HIGA et al., 2000).

### *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cabbage

Ocorre naturalmente ao curso do Rio Nepean, oeste de Sydney, Austrália. Sendo utilizada na África do Sul e na China. No Brasil, demonstra alta tolerância a geadas e um crescimento superior ao *E. dunnii* (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006). Na Austrália, está ameaçada de extinção (SERPE, 2015).

Vem sendo testado no sul do Brasil por apresentar grande resistência à geadas, mas ainda apresenta pouco estudo em melhoramento genético, conhecimento de qualidade da madeira, crescimento e produção (SERPE, 2015).

No Brasil as primeiras populações de *E. benthamii* foram plantadas em 1988 pela EMBRAPA Florestas, em Colombo, estado do Paraná. O povoamento inclui famílias de dez matrizes da procedência Wentworth Falls, NSW, Austrália (GRAÇA et al., 1999).

### *Eucalyptus camaldulensis* Dehn

*E. camaldulensis* ocorre naturalmente nos Estados Australianos, com exceção de Tasmânia. Tem como destaque o seu rápido crescimento, em seguida uma redução da taxa de crescimento após certa idade (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006). Sendo muito indicada para áreas de reflorestamento, pois tem boa adaptação em regiões de solo pobre, uma

resistência moderada a geadas, tolera inundações, tem uma madeira mais densa em relação aos *E. grandis* e *E. saligna* (FERREIRA, 1979).

Boland et al. (1984 *apud* SHIMIZU; CARVALHO, 2000, p. 108) informam como características da madeira “cerne vermelho, textura fina, grã entrelaçada e ondulada, dura, alta durabilidade, resistente a cupins, densidade de 0,88 g/cm<sup>3</sup>, usada em construções pesadas e como dormentes, pisos, molduras, mourões, lâminas, chapas compensadas, peças torneadas, lenha e carvão”.

#### *Eucalyptus cloeziana* F. Muell

Ocorre geralmente na região central e norte do Estado de Queensland, na Austrália. Possui uma madeira com alta densidade e durável, além de ser susceptível à geadas e não se adaptar em regiões com deficiência hídrica severa. A madeira é utilizada para serraria, postes, escoras, estruturas, dormentes, etc. Sendo considerada a melhor espécie para postes (FERREIRA, 1979).

#### *Eucalyptus dunnii* Maiden

Ocorre naturalmente no Sudeste de Queensland e Nordeste de New South WALES, na Austrália. Tendo um crescimento em outros países como: China, Argentina, África do Sul. No Brasil, tem grande destaque na sua utilização em clima temperado (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006).

Essa espécie é uma de maiores crescimento na Austrália, no Brasil sendo muito utilizada na região do estado de São Paulo. Semelhante a *E. grandis*, podendo ter utilizações semelhantes (FERREIRA, 1979). Suporta até três meses de seca (HIGA et al., 2000).

Boland et al. (1984 *apud* SHIMIZU; CARVALHO, 2000, p. 108) trazem como características da madeira “cerne esbranquiçado, duro, grã grossa, apresenta tendência ao rachamento, baixa durabilidade, densidade 0,80 g/cm<sup>3</sup>, usada em construções leves”.

#### *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden

Ocorre naturalmente em Newcastle, norte Bundaberg, Oeste de Mackay na parte central de Queensland e Nordeste de Townsville para o Oeste de Bloomfield no norte de Queensland, Austrália. É a espécie mais utilizada no Brasil, em regiões de climas tropicais e subtropicais. Também se destaca pelo seu crescimento de acordo ao ambiente favorável, possibilitando uma madeira para diversos usos (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006). É utilizada como matéria-prima para celulose e papel no estado de São Paulo, além desse estado

tem ocorrência em Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Bahia. (HIGA et al., 2000).

Boland et al. (1984 *apud* SHIMIZU; CARVALHO, 2000, p. 108) trazem como características da madeira “alburno rosa pálido, cerne róseo a avermelhado, textura grossa, apresenta veias com goma, grã reta, moderadamente forte, moderadamente durável, densidade variável (0,70 a 0,80 g/cm<sup>3</sup>), usada em construções em geral, marcenaria, construção naval e, também, nas formas de chapas compensadas, painéis, pisos”.

#### *Eucalyptus maculata* Hook

Ocorre no litoral e no interior do Estado de Queensland, e no litoral de New South Wales, na Austrália. É uma espécie que tem boa capacidade de regeneração por brotação das cepas. A madeira é utilizada para laminação, marcenaria, construções, postes, moirões, entre outras (FERREIRA, 1979).

Boland et al. (1984 *apud* SHIMIZU; CARVALHO, 2000, p. 109) indicam como características da madeira “casca lisa em toda a extensão, de cor rósea ou azul acinzentada; desprendimento da casca em manchas, normalmente em forma aproximadamente elíptica, deixando uma ligeira depressão na superfície e aparência manchada (maculada) devido às diferentes intensidades de exposição. Usada em estruturas de minas e construções pesadas que requerem resistência a choques e, também, em construção de casas e usos como pisos, madeira arqueada, cabos de ferramentas, postes tratados com preservativos e para fabricação de chapas compensadas”.

#### *Eucalyptus paniculata* Sm

Ocorre no litoral de New South Wales, na Austrália. Possui alta densidade e durabilidade, e boa capacidade de regeneração por brotação das cepas. A madeira é utilizada para dormentes, pontes, postes, mourões, carvão e escoras (FERREIRA, 1979).

Boland et al. (1984 *apud* SHIMIZU; CARVALHO, 2000, p. 109) informam como características da madeira “cerne marrom escuro ou marrom avermelhado, de textura fina, uniforme e grã entrelaçada. A madeira é muito dura, muito resistente, de longa durabilidade, com densidade de 1,12g/cm<sup>3</sup>. Os principais usos dessa madeira são na construção pesada, bem como nas formas de postes, dormentes e vigas”.

*Eucalyptus pellita* F. Muell

Na Austrália ocorre em duas regiões com latitudes distintas. Tem grande potencial para áreas que não ocorre geadas, assim, sua madeira é utilizada para construções e estruturas (FERREIRA, 1979).

Boland et al. (1984 *apud* SHIMIZU; CARVALHO, 2000, p. 109) mostram como características da madeira “alburno vermelho pálido, cerne vermelho escuro, grã ligeiramente entrelaçada, textura moderadamente grossa, fácil de ser trabalhada, apresenta bom acabamento, densidade de 0,96 g/cm<sup>3</sup>, de boa durabilidade, usada em assoalhos, painéis, molduras e em construções em geral”.

*Eucalyptus pilularis* Sm

Ocorre naturalmente em New South Wales (planícies litorâneas), com ocorrência até ao sul de Queensland, na Austrália. É uma espécie vulnerável à geadas e à deficiência hídrica severa, apresenta tolerância ao fogo. A madeira é utilizada para carvão, móveis, construções, postes, moirões, etc. (FERREIRA, 1979; HIGA et al., 2000).

*Eucalyptus resinífera* Sm

Ocorre naturalmente no norte de New South Wales, e ao sul de Queensland, na Austrália. É uma espécie também, vulnerável à geadas e à deficiência hídrica severa, apresenta tolerância ao fogo e com capacidade de regeneração por brotação das cepas. A madeira é utilizada para serraria, construções, móveis, dormentes, postes, mourões, etc. (FERREIRA, 1979).

Boland et al. (1984 *apud* SHIMIZU; CARVALHO, 2000, p. 110) relatam como características da madeira “alburno vermelho pálido, cerne vermelho escuro, textura moderadamente grossa, grã moderadamente entrelaçada, fácil de ser trabalhada, tem bom acabamento, boa durabilidade, densidade 0,96 g/cm<sup>3</sup>. Usada frequentemente em pisos, painéis, molduras, pontes e construções em geral”.

*Eucalyptus robusta* Sm

Ocorre naturalmente no litoral de New South Wales e no sul de Queensland, na Austrália. A espécie é recomendada para áreas com solos hidromórficos (excesso de umidade) e arenoso, apresenta alta capacidade de regeneração por brotação das cepas. A madeira pode ser utilizada para serraria, laminação, postes, mourões, etc. (FERREIRA, 1979; HIGA et al., 2000).

Boland et al. (1984 *apud* SHIMIZU; CARVALHO, 2000, p. 110) mostram como características da madeira “cerne vermelho, textura grossa, grã reta, muito durável, resistente a brocas marinhas, densidade de 0,80 g/cm<sup>3</sup>, usada, normalmente, como palanques de cerca e nas construções de ancoradouros”.

#### *Eucalyptus saligna* Sm

Ocorre naturalmente no litoral de New South Wales, e ao sul de Queensland, Austrália. Algumas vezes confundida com *E. grandis*, mas diferencia através da alta densidade. No Brasil, indicada para as regiões com déficit hídrico, sendo utilizada para mourão, celulose, carvão, entre outras (FERREIRA, 1979).

#### *Eucalyptus tereticornis* Sm

É uma espécie bem distribuída pelo território Australiano, possuindo uma área de ocorrência dos Estados de Queensland, New South Wales, Victoria atingindo até Papua - Nova Guiné. Sendo muito utilizada junto com o *E. camaldulensis* no reflorestamento em zonas tipicamente tropicais da África (FERREIRA, 1979).

Apresenta boa resistência à pragas, doenças e à deficiência hídrica, com capacidade de regeneração por brotação das cepas, além de tolerância ao fogo. A madeira é utilizada para serraria, estruturas, construções, postes, mourões e carvão. (FERREIRA, 1979).

Boland et al. (1984 *apud* SHIMIZU; CARVALHO, 2000, p. 110) informam como características da madeira “alburno amarelado pálido, cerne vermelho, textura moderadamente fina, grã entrelaçada, dura, resistente e durável, com densidade de 1,10 g/cm<sup>3</sup> e usada em construções pesadas, bem como nas formas de dormentes, esteios, postes e mourões”.

#### *Eucalyptus torelliana* F. Muell

Ocorre em Queensland, na Austrália. É uma espécie que ocorre associada à Floresta Tropical, mas praticamente não ocorrem em regiões com geadas. A madeira é muito semelhante a do *E. citridora* e do *E. grandis* (FERREIRA, 1979).

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

Ocorre naturalmente em Timor e outras ilhas do arquipélago Indonésio, sendo utilizada para construções e estruturas em sua região de origem, mas no Brasil utilizado para diversos fins (mourões, carvão, postes, etc.), por conta de sua resistência (FERREIRA, 1979).

É caracterizada por possuir boa adaptabilidade em várias regiões do Brasil, além de boa produtividade (RODRIGUES, 2008). Essa espécie cresce em solos arenosos ou secos, mas desenvolve-se melhor em solos úmidos e profundos (HIGA et al., 2000).

#### *Eucalyptus viminalis* Labill

É uma espécie para clima temperado, utilizada no Brasil na Região Sul, com plantios heterogêneos (crescimento, forma). *E. viminalis* ocorre naturalmente nos Estados de New South Wales, Victoria e Tasmânia, muito utilizada para fins energéticos, sendo que para outros produtos, serrados e laminados, não é possível obter qualidade, por conta da propriedade da espécie (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006).

Boland et al. (1984 *apud* SHIMIZU; CARVALHO, 2000, p. 110) apresentam como características da madeira “alburno pálido, cerne rosado claro ou amarelo pálido, grã reta, textura moderadamente grossa, não muito resistente e de baixa durabilidade, com densidade de 0,73 g/cm<sup>3</sup>, usada em construções como assoalhos, painéis e carpintarias em geral”.

### 4.2.2 UTILIZAÇÃO

Geralmente o reflorestamento tem a finalidade de produzir matéria-prima para o uso das indústrias de papel e celulose, e também, produção de energia através do carvão vegetal (indústria siderúrgica). O Eucalipto também atende muitas pequenas indústrias moveleiras e às necessidades de agriculturas, especialmente, no tocante a cercas e currais. No campo celulose, tem exigido a necessidade do uso múltiplo (transformar subprodutos e resíduos dos processos industriais em novos produtos) da madeira dos reflorestamentos. O Brasil, adotou o plantio dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* para produção de madeira, por meio do reflorestamento, assim, suprimindo as necessidades para diversas utilizações. Nos últimos cinco anos, o crescimento da área de eucalipto foi de 2,4% a.a. e a produtividade 0,2% a.a. Tem se atribuído essa produtividade em razão do impacto das alterações climáticas no regime de chuva de grande parte do território nacional. O *Pinus* mesmo sendo de fácil manuseio, ainda não se tem uma espécie de alta resistência, apesar de serem adaptadas ao clima tropical. Já o *Eucalyptus* demonstra maior potencial para abastecer a indústria madeireira de acordo as diversas utilizações. De acordo a resistência mecânica possui variações em suas características de baixa a muito elevada (OLIVEIRA; HELLMEISTER, 1998; MENDES, et al., 2016; IBA, 2017).

A utilização de madeira proveniente de florestas plantadas, com manejo sustentável e tecnologia com um menor impacto ambiental assegura uma manutenção dos recursos naturais para as futuras gerações, conservação da biodiversidade, preservação do solo, recuperação de área degradada. Sendo que o Brasil dispõe de tecnologias inovadoras para as florestas plantadas, principalmente para o plantio e manejo de Eucalipto (IBA, 2017; MENDES, et al., 2016). Em 2013, o uso de madeira oriunda de árvores plantadas para setor industrial foi de 18,5 milhões de metros cúbicos (m<sup>3</sup>), refletindo um crescimento de 1,8% comparado com 2012 (IBA, 2015).

No Brasil, o Eucalipto de acordo a finalidade é distribuído em principais usos (Tabela 3) são: celulose e pastas; papel; PMVA – Produtos de Maior Valor Agregado (Molduras, EGP, Pisos e portas); carvão vegetal; madeira serrada e os demais usos como: aglomerados; chapas de fibras; compensados; ferro gusa; madeira em toras; lenha; MDF; OSB; papelão ondulado (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA - SBS, 2008).

**Tabela 3. Finalidades da produção da Floresta plantada (2016).**

<b>PRODUTOS</b>	<b>QUANTIDADE UTILIZADA (x10<sup>6</sup>)</b>
Celulose	18,8 (t)
Papel	10,3 (t)
Painéis de madeira	7,3 m <sup>3</sup>
Pisos laminados	11,8 m <sup>2</sup>
Madeira serrada	8,6 m <sup>3</sup>
Painéis compensados	2,7 m <sup>3</sup>
Carvão vegetal	4,5 (t)

Fonte: IBA (2017)

Madeiras para postes e mourões exigem bastante durabilidade natural, pois estão diretamente em contato com o solo, sendo assim, as espécies indicadas são *E. camaldulensis*, *E. microcorys*, *E. pellita*, *E. propinqua*, *E. resinifera*, *E. robusta*, *E. exserta*, *E. tereticornis*, entre outras (SHIMIZU; CARVALHO, 2000). *E. citriodora*, *E. maculata*, *E. paniculata*. *E. camaldulensis*, *E. cloeziana*, *E. maidenii*, *E. punctata*, *E. propinqua*, *E. tereticornis*, etc. (ANGELI, 2006).

A produção da madeira em tora com outras finalidades (construção civil e naval, indústria moveleira, pallets e outras), em 2016 houve aumento de 3,1% (48.498.596 m<sup>3</sup>), com valor de produção de R\$3,8 bilhões, sendo 54,7% da produção de Eucalipto. A Região Sul,

que correspondeu a 62,6% desta produção, apresentou uma queda de 2,9% finalizando 30.363.256 m<sup>3</sup>, isto ocorreu por conta da redução na produção nos estados de Santa Catarina (13,2%) e Rio Grande do Sul (5,2%), visto que o Paraná apresentou maior produção em 2016 (16.975.598 m<sup>3</sup>) com aumento de 3,2% (IBGE, 2016).

Os painéis de madeira podem ser divididos pela sua constituição em dois grupos, são: painéis de madeira reconstituída, originado por fibras ou partículas de madeira; painéis compensados, originado a partir de laminas de madeira. Sendo encontradas produtoras de painéis nas Regiões Sul e Sudeste. A diminuição na compra de móveis pela população refletiu na diminuição em relação a sua produção que reduziu 12,1% no setor moveleiro (IBA, 2015; IBA, 2017).

Espécies para usos em laminação e móveis são indicadas *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. dunnii*, *E. grandis*, *E. maculata*, *E. microcorys*, *E. paniculata*, *E. resinifera*, *E. saligna* e *E. tereticornis*. *E. botryoides*, *E. robusta*, etc. (ANGELI, 2006).

Para utilizações em construções são indicadas espécies *E. alba*, *E. botryoides*, *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. deglupta*, *E. microcorys*, *E. paniculata*, *E. resinifera*, *E. robusta*, *E. tereticornis* e *E. tessellaris*, etc. (ANGELI, 2006).

Para usos como caixotaria são indicadas espécies de *E. dunnii*, *E. grandis*, *E. pilularis* e *E. resinifera*. Já para dormentes são *E. botryoides*, *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. crebra*, *E. deglupta*, *E. exserta*, *E. maculata*, *E. maidenii*, *E. microcorys*, *E. paniculata*, *E. pilularis*, *E. propinqua*, *E. punctata*, *E. robusta* e *E. tereticornis* (ANGELI, 2006).

A madeira serrada é obtida pelo processamento mecânico da madeira *in natura* (tábuas, caibros, ripas, viga e outros), e é utilizada para construção civil, produção de móveis, além de elementos para decoração (IBA, 2015). A produção da madeira serrada de origem de árvores plantadas apresentou redução de 2,3% em relação a 2015, produzindo 8,6 milhões de m<sup>3</sup>. No entanto, houve um aumento na exportação em 39% (2,2 milhões m<sup>3</sup>). Já em relação à produção de painéis de compensados a partir de árvores de florestas plantadas houve aumento de 3,8% em 2016, produzindo 2,7 milhões de m<sup>3</sup>, sendo 1,8 milhão para exportação (IBA, 2017).

Para utilização em madeira serrada, sugere-se como melhor qualidade as espécies *E. grandis* que é a mais utilizada, *E. dunnii* possui um uso limitado para construções leves e marcenarias, *E. microcorys* é uma das mais valiosas dentre o gênero, podendo ser utilizada como quebra-vento, árvores de ornamentação, móveis, construções, postes, dormentes, moirões e *E. pellita* demonstra grandes qualidades para carpintaria e marcenaria (SHIMIZU;

CARVALHO 2000). *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. dunnii*, *E. grandis*, *E. maculata*, *E. maidenii*, *E. paniculata*, *E. pilularis*, *E. saligna*, *E. tereticornis*, *E. urophylla*, etc., também são indicadas (ANGELI, 2006). A espécie de *Eucalyptus cloeziana* é de ótima qualidade para a produção de madeira serrada, fabricação de pisos e uso na construção civil (ALMEIDA, 2006 *apud* PAES et al., 2015). Abaixo uma tabela com espécies de acordo o usos em anos (Tabela 4).

**Tabela 4. Descrição de espécies e usos/durabilidade.**

Espécies	Usos (Durabilidade natural)		Referências
	Postes	Estruturas para telhados	
<i>Eucalyptus robusta</i>	5 a 7 anos		Skolmen, 1963
<i>Eucalyptus saligna</i>		25 anos	Ponce, 2001

### 4.3 RESISTÊNCIA NATURAL

A utilização da madeira sofre limitação através da característica durabilidade natural, isso acaba influenciando a utilização para determinados fins. Para as indústrias moveleiras e construção civil para uma utilização adequada, adota-se como requisitos as propriedades mecânicas (suportar os esforços), além disto, é necessário conhecer principalmente a resistência natural ao ataque de xilófagos, referente, por exemplo, ao ataque de cupins. Assim, para verificar a durabilidade natural da madeira se realizam ensaios com fungos e insetos xilófagos. A madeira acaba sendo degradada biologicamente como fonte de alimento por alguns organismos que digerem parte de sua composição. O alburno com sua composição nutritiva, geralmente sofre ataque de agentes biológicos. Já o cerne, apresenta maior durabilidade natural, por ter menor quantidade composição nutritiva e presença de extrativos que afetam essa característica (RODRIGUES, 2008; OLIVEIRA; HELLMEISTER, 1998).

Para avaliar a resistência das madeiras, podem-se utilizar dois métodos os ensaios de campo e de laboratórios.

#### 4.3.1 ENSAIO DE CAMPO (CAMPOS DE APODRECIMENTO)

Os ensaios de campos também conhecidos como campos de apodrecimento é a forma mais usual para se determinar a resistência da madeira, a madeira é exposta ao solo, às intempéries do ambiente e a uma vasta gama de microorganismos e insetos xilófagos (VIVIAN, 2011). Os campos de apodrecimento podem ser instalados com moirões ou com

estacas. O campo com estacas é um método padronizado pela IUFRO (União Internacional das Instituições de Pesquisa Florestal) (BARILLARI, 2002). As peças de madeira podem ter suas dimensões reais de uso (postes, mourões, etc.) ou serem menores. Mas para obtenção de resultados significativos é necessário, ter grandes quantidades de peças enterradas e repetições, maior tempo de exposição e variedades das condições (MENDES; ALVES, 1988).

De acordo Costa et al., (2005 *apud* MARCONDES et al., 2013) observa-se que os ensaios de campo retrata com exatidão as situações de uso da madeira tratada ou não. Madeiras assim estão expostas a vários fatores como períodos variáveis de lixiviação, secagem, exposição à radiação solar, além dos agentes químicos presentes no solo e diversos organismos xilófagos. Cavalcante (1985 *apud* VIVIAN, 2011) afirma que, o desempenho de uma mesma madeira pode variar em ambientes distintos, pois cada ambiente possui suas características individuais de umidade, temperatura, insolação, etc.

Segundo Lopez e Milano (1986 *apud* BARILLARI, 2002) mesmo com altos custos na execução dos ensaios de campo, este é o único método onde é possível prever o desempenho que a madeira apresentará em serviço e o potencial de utilização da madeira natural ou preservada. Sendo assim, o ensaio de campo é um método eficiente na avaliação de estacas e mourões em serviço, sendo feitas verificações periódicas (GALVÃO, 1972). De acordo Mendes e Alves (1988) para se estabelecer a vida média das peças é realizado um cálculo através dos números de anos necessários para que a metade das peças se deteriore.

#### **4.3.2 ENSAIOS EM LABORATÓRIO**

Os ensaios de laboratórios também conhecidos como método acelerado, são utilizados para expor os corpos de prova (amostras), aos agentes deterioradores. Mesmo com resultados significativos, é apenas levado em consideração um ambiente com fatores controlados, ambientes ideais, não considerando os agentes físicos ou químicos do ambiente externo (fatores reais). Muito utilizado também, para verificar a eficiência quando utilizados algum tratamento químico (VIVIAN, 2011).

Segundo Costa (1999 *apud* VIVIAN, 2011) o ensaio em laboratório é um dos principais métodos para auxiliar nas avaliações e novas técnicas para se obter bons resultados no combate a fungos e insetos xilófagos.

Para avaliação da resistência da madeira ao ataque de fungos, são divididos em dois métodos: avaliação por perda da resistência à flexão estática e avaliação por perda de peso. O método mais utilizado é o de perda de peso, levando em consideração as vantagens como:

fácil obtenção de amostras e menor tempo de exposição das amostras (MENDES; ALVES, 1988).

### 4.3.3 ENSAIO DE CAMPO X ENSAIO DE LABORATÓRIO

Quando se compara os ensaios de laboratório e de campo, nota-se que os ensaios de campo expõem as madeiras a fatores de deterioração e desgaste que muitas vezes, não são atendidos nos ensaios em laboratório (LUNZ, 2001 *apud* MARCONDES et al., 2013). Uma grande desvantagem que acontece nos ensaios de campo são os longos períodos (anos) indispensáveis para o alcance do resultado, por conta do uso de peças roliças de grandes dimensões (SANTINI, 1988 *apud* MARCONDES et al., 2013).

Segundo Benevente (1995) afirma que, “a durabilidade pode ser definida como a capacidade de se manter em serviço, por longo tempo, com as qualidades ou características originais” (*apud* BAHIA, 2015, p. 22).

Levando em consideração que “os cupins, ou térmitas, são os principais insetos xilófagos, considerados hemimetábolos, eussociais e, predominantemente, tropicais. Os térmitas de madeira seca são ativos destruidores de madeira, mesmo formando colônias com relativamente poucos indivíduos” (OLIVEIRA et al., 1986; DEON, 1989 *apud* RODRIGUES, 2008, p. 2).

De acordo como Bahia (2015) é utilizada uma tabela em que se estabelece classes de risco para se estimar a durabilidade natural para assim, fazer uma comparação de acordo à expectativa de vida útil da madeira acima do solo (Tabela 5). E, com isso, se tem uma classe de durabilidade natural das madeiras (Tabela 6).

**Tabela 5. Provável expectativa de Vida útil para durabilidade natural.**

<b>Classe de Risco</b>	<b>Provável expectativa de Vida útil de madeira em contato com o solo (anos)</b>	<b>Provável expectativa de Vida útil de madeira acima do solo (anos)</b>
1	> 25	> 40
2	15 a 25	15 a 40
3	5 a 15	7 a 15
4	0 a 5	0 a 7

Fonte: BRITO (2014)

**Tabela 6. Classes de durabilidade natural.**

<b>Classe de Durabilidade</b>	<b>Definição</b>
1	Peças de maiores durabilidades naturais das quais pode ser esperado resistir ao apodrecimento e ataque de térmitas por no mínimo 25 anos
2	Peças de alta durabilidade natural das quais pode ser esperada uma Vida útil entre 15 e 25 anos
3	Peças de durabilidade moderada das quais pode ser esperada uma Vida útil de 8 e 25 anos
4	Peças de baixa durabilidade natural das quais possam durar entre 1 a 8 anos. Essas peças tem aproximadamente a mesma durabilidade de alburnos não tratados, as quais são considerados de Classe 4 independente da espécie

Fonte: BRITO (2014)

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT) de acordo ao projeto de estruturas de madeira (NBR 7190/2011) quando se usa a madeira como material de engenharia é necessário levar em consideração alguns pontos como: componente ou estrutura da madeira (vida útil, critério estrutural, legais); análise dos riscos biológicos que a madeira pode ser submetida; ataque de agentes deterioradores; uso do tratamento preservativo de acordo a espécie de madeira utilizada, quantidade, método adequado.

#### **4.4 AGENTES DETERIORADORES DA MADEIRA**

A degradação da madeira pode ocorrer de várias formas, sendo importante conhecer como atuam os agentes deterioradores e identificar as principais causas da degradação, para assim fazer o melhor uso da madeira (BAHIA, 2015). Abaixo os agentes de deterioração da madeira separados em agentes bióticos (vivos) e abióticos (não vivos), duas causas principais classificados por Ritter e Morrell (1990 *apud* BRITO, 2014; Tabela 7).

Os agentes deterioradores bióticos são geralmente mais relevantes, pois são mais ativos no processo de degradação, causando maiores prejuízos. Participando desse grupo os insetos, fungos, bactérias, algas e xilófagos marinhos. Já os agentes deterioradores abióticos (físico, químico, atmosférico ou meteorológicos, fogo) fenômeno de intemperismo (Tabela 8), são as ações da chuva, dos ventos, danos mecânicos e radiação solar. A madeira é sujeita ao ataque de insetos, desde a árvore viva até serem de origem orgânica, servindo como alimento, reprodução ou moradia principais ordens que a atacam a Isoptera (cupins), a Coleoptera (coleobrocas) e com menor importância a Hymenoptera (vespas) (RODRIGUES, 2008).

**Tabela 7. Principais tipos de agentes de deterioração da madeira.**

<b>Agentes de deterioração da madeira</b>		
<b>AGENTES BIÓTICOS</b>	Bactérias	
	Fungos: manchadores, emboloradores, apodrecedores (podridão parda ou cúbica, podridão branca ou fibrosa, podridão mole)	
	Insetos: Térmitas isópteras (Cupim-de-madeira) (Térmitas-de-madeira-seca, Térmitas-de-madeira-úmida, Térmitas-subterrâneos, Térmitas-epígeos Térmitas-arborícolas) Broncas-de-madeira (Brocas que atacam árvores vivas, Brocas que atacam árvores recém-abatidas, Brocas que infestam a madeira durante a secagem, Brocas de madeira seca) Formigas-carpinteiras Abelhas-carpinteiras	
	Perfuradores marinhos: Moluscos (Teredinidae) Crustáceos (Pholadidae, Limnoria, Sphaeroma terebrans)	
	<b>AGENTES ABIÓTICOS</b>	Agentes Físicos: Patologias de origem estrutural (Instabilidade, remoção de elementos estruturais, raturas incipientes, movimentos de nós e distorções, deformações, deslocamentos e flechas Presença de defeitos naturais) Danos mecânicos (Danos por animais silvestres, Danos por vandalismo)
		Agentes Químicos: Corrosão em ligações Efeito da corrosão na madeira
Agentes Atmosféricos ou Meteorológicos: Ação da luz ultravioleta Intemperismo Danos por inchamento e retração da madeira Ações de ventos nas estruturas Raios atmosféricos		
Danos devido ao fogo		

Fonte: BRITO (2014)

**Tabela 8. Causas e efeitos do intemperismo.**

<b>Causas</b>	<b>Efeitos</b>
Raios solares	Retração da madeira
Esforços internos	Fendas longitudinais
Chuva	Águas nas fendas
Inchamento	Aprofundamento das fendas
Fendas profundas	Permanência de umidade
Permanência de umidade	Desenvolvimento de fungos
Ação dos fungos	Deterioração interna
Deterioração profunda	Perda da resistência

Fonte: KROPF (2000) *apud* BAHIA (2015)

Os agentes deterioradores são classificados como biológicos, mecânicos, físicos, químicos, acabam decompondo a madeira por meio de sua ação modificando as suas propriedades. Desgaste mecânico é denominado quando a madeira acaba sendo submetida a situações diversas deteriorando-a, muitas acabam sendo inutilizadas. Desgaste físico tem o fogo como principal agente, uma deterioração mais rápida em relação aos outros, mas sendo de importância secundária quando comparada ao ataque por fungos xilófagos, além do fogo, temos as condições climático-meteorológica (vento, chuva, radiação solar, umidade, etc.) (BAHIA, 2015; MENDES; ALVES, 1988; BRITO, 2014).

Desgaste químico acontece na madeira por meio da ação de muitos produtos químicos, pode sofrer a ação destruidora de poluentes ao longo do tempo ou por ações diretas de produtos ácidos, bases, óxido de ferro, dióxido de enxofre, etc. reduzindo as propriedades físicas e mecânicas, com uma aparência amolecida (BAHIA, 2015; MENDES; ALVES, 1988; BRITO, 2014).

Desgaste biológico ocorre na madeira por meio de organismos xilófagos (fungos, insetos, bactérias, crustáceos e moluscos). Dividido em dois grupos: Fungos e bactérias pela liberação de enzimas que quebram a estrutura da parede celular; Besouros, Cupins e perfuradores marinhos pela escavação do organismo para abrigo ou alimento (BAHIA, 2015; MENDES; ALVES, 1988; BRITO, 2014).

Os agentes físicos e químicos atuam em conjunto com os biológicos na madeira, acelerando o processo de deterioração. Os organismos se alimentam direta ou indiretamente da madeira, são eles bactérias, fungos, insetos, moluscos que usam a madeira como fonte de energia. Dos agentes, os biológicos são os de maior importância, sendo os fungos os responsáveis pela maior proporção de danos causados à madeira (MORESCHI, 2013; BAHIA, 2015).

Os agentes deterioradores bióticos são geralmente mais relevantes, pois são mais ativos no processo de degradação, causando maiores prejuízos. Participando desse grupo os insetos, fungos, bactérias, algas e xilófagos marinhos. Já os agentes deterioradores abióticos (físico, químico, atmosférico ou meteorológicos, fogo) fenômeno de intemperismo (Tabela 8), são as ações da chuva, dos ventos, danos mecânicos e radiação solar. A madeira é sujeita ao ataque de insetos, desde a árvore viva até serem de origem orgânica, servindo como alimento, reprodução ou moradia. As principais ordens que a atacam a Isoptera (cupins), a Coleoptera (coleobrocas) e com menor importância a Hymenoptera (vespas) (RODRIGUES, 2008).

Segundo Ritter e Morrell (1990 *apud* BRITO, 2014) os agentes bióticos possuem condições adequadas e favoráveis para sobrevivência, como umidade disponível; temperatura adequada; oxigênio e a fonte de alimento, geralmente a madeira.

A umidade do ar por ser um fator importante para o *Potencial de Risco de Biodeterioração*, Machado et al. (2009 *apud* BAHIA, 2015) demonstra as isocurvas de equilíbrio higrotérmico, (Figura 1) para ser utilizada nos cálculos de estimativas do teor de umidade de equilíbrio da madeira.



FIGURA 1. Isocurvas de teor de umidade de equilíbrio da madeira

De acordo Ritter e Morrell (1990 *apud* BRITO, 2014) em alguns casos os danos de agentes abióticos podem ser confundidos com os danos de agentes bióticos. Além do que, os agentes abióticos podem também danificar a madeira com tratamento preservativo, assim, expondo a madeira aos ataques de agentes bióticos.

Carlos (1995 *apud* BAHIA, 2015; NBR 7190/2011) aborda cinco classes de risco levando em consideração a biodeterioração da madeira, sendo elas:

Classe 1: quando a madeira ou objeto construído de madeira permanece sob abrigo ou proteção das intempéries;

Classe 2: quando a madeira ou objeto construído de madeira permanece sob abrigo ou proteção das intempéries, mas que a umidade elevada acabe influenciando (umidificação ocasional);

Classe 3: quando a madeira ou objeto construído de madeira não tem proteção, nem contato com o solo. Exposto à umidificação contínua;

Classe 4: quando a madeira ou objeto construído de madeira possui um contato com o solo ou água doce (exposição permanente à umidificação);

Classe 5: quando a madeira ou objeto construído de madeira está em contato com água salgada, e sofre ataque de moluscos e crustáceos.

Em comparação com as classes de Carlos (1995 *apud* BAHIA, 2015), no estudo realizado por Campos (2000) ele apresenta uma classe a mais de risco, no total seis classes (Tabela 9). A classe 6: quando a madeira ou objeto construído de madeira está submerso em água salgada (BAHIA, 2015).

**Tabela 9. Classes de risco.**

<b>Classes de Risco</b>	<b>Descrição</b>
1	Essas condições de exposição são as mais favoráveis para a aplicação da madeira na construção civil. Contudo deve-se verificar a possibilidade de ataque das peças por agentes deterioradores de madeira seca e adotar medidas preventivas equivalentes as situações detectadas. Essa categoria de exposição pode ser verificada em escadas, portas, rodapés, mobiliários, entre outros. Nota-se a incidência desta categoria em interiores, constituindo-se de peças fabricadas comumente em carpintarias.
2	É nesta categoria de emprego que ocorrem os incidentes de conservação mais frequentes, devido a um otimismo exagerado implicando numa ausência de precaução. Apesar de a madeira encontrar-se abrigada e isolada da umidade com o solo, deve-se verificar se esta apresenta contato permanente com fonte de umidade. Tem-se que estudar a possibilidade de reumidificação da madeira por meio de água de condensação ou simplesmente por pequenos vazamentos de água. Esta categoria engloba casos em que a madeira apresenta contato com alvenarias úmidas ou quando está presente nas peças de fixação de ar condicionado, em armários sob pias, em banheiros, entre outros.
3	Nesta classe de exposição a única fonte de umidificação é constituída pela chuva e águas de condensação. Para as madeiras isoladas do solo e expostas às intempéries, a ação da água é intermitente e, caso se estagne nas fendas ou ligações abertas dos elementos de madeira, pode-se desenvolver um ataque por agentes degradadores tanto nas partes úmidas como nas partes sãs. Nessas condições de exposição, as peças de madeira encontram-se comumente empregadas em estruturas externas, treliças expostas, treliças de pontes, entre outros.
4	Verificando-se as condições de exposição das madeiras em uso que pertencem à esta classe, observa-se que o contato direto com o solo expõe este material às variações de umidade e aos resíduos orgânicos presentes na superfície de apoio. Por sua vez, o intemperismo permite que a estrutura sofra mudanças constantes de temperatura, esteja em contato direto com os raios ultravioletas, e se exponha às variações de umidade. Em alguns casos necessita-se empregar a madeira nestas condições, sendo os principais: dormentes de ferrovias, postes de telecomunicações e de transmissão de energia elétrica, cercas e estacas.
5	Nesta condição de exposição, a madeira é submetida às condições de anaerobiose. Na condição de umidade saturada, as paredes celulares atingem o máximo de inchamento criando aberturas dentro da matriz polimérica. Quando a madeira encontra-se imersa em parte, a zona emersa se apresenta exposta à degradação. A condição se assemelha à classe de exposição em que a peça encontra-se em contato permanente com fonte de umidade. Os casos críticos desta categoria estão nas estruturas presentes em obras fluviais, tais como: elementos constituintes de passarelas ou pontes, estacas que em parte estão abaixo do nível do lençol freático, entre outros.
6	Nesta categoria de exposição as madeiras são susceptíveis aos ataques de agentes deterioradores marinhos. A evolução e a gravidade dos ataques estão relacionados à salinidade, à temperatura da água e à infestação eventual. Pode-se dizer que a aplicação da madeira em águas salobras encontra-se subordinada á utilização e ao estudo de técnicas aprimoradas de preservação. Nota-se a incidência desta categoria em regiões litorâneas, podendo ser verificada principalmente nos portos, pontes ou passarelas.

Fonte: CAMPOS (2000) *apud* BAHIA (2015)

#### 4.4.1 DETERIORAÇÃO

A deterioração da madeira é denominada pelo prejuízo provocado por agentes naturais como os microrganismos, insetos e xilófagos marinhos. A ação dos microrganismos interfere no interior das células com enzimas que acabam alterando o tecido da madeira (BAHIA, 2015).

Para Lelis et al. (2001 *apud* BAHIA, 2015) a biodeterioração é o termo usado para nomear modificações indesejáveis geradas pela ação, direta ou indireta, de seres vivos nos materiais em uso pelo homem, quando os diversos organismos desenvolvem a capacidade de utilizar a madeira de tal maneira que alteram suas propriedades, gerando perdas parciais ou até totais. Denominada de biodegradação, quando ocorre uma ação benéfica ao meio ambiente, é um processo desejável, como por exemplo, utilização de microrganismos sobre resíduos industriais, para diminuir o tempo de permanência no meio ambiente (BRITO, 2014).

De acordo Lelis et al. (2001 *apud* BRITO, 2014) a madeira é muito susceptível a deterioração, sobretudo biodeterioração. Os grupos de organismos que podem causar danos à madeira são chamados xilófagos, por conta de a madeira ser a fonte de alimento.

#### 4.5 DETERIORAÇÃO POR FUNGOS

Os fungos são denominados como vegetais rudimentares por conta da falta da clorofila. Além de deteriorar a madeira em diferentes formas, acaba também, se nutrindo de plantas e animais em decomposição (saprófitos). Os fungos podem decompor por completo a madeira ou apenas manchá-la, sendo responsável por grandes perdas econômicas. Para se desenvolver necessita de temperatura, pH e umidade favorável, sendo condição ótima quando a madeira está em ponto de saturação das fibras, assim as paredes celulares estão completamente saturadas e o lúmen celular isento de água livre (MENDES; ALVES, 1988).

De acordo Levy (1979 *apud* MENDES; ALVES, 1988) os fungos acabam sendo divididos em cinco grupos, como: fungos apodrecedores que atuam na parede celular (podridão parda, podridão branca, podridão mole) e mancha (atuam nos tecidos parenquimáticos) e bolor (atuam na superfície da madeira), afetando a resistência da madeira.

#### **4.5.1 PODRIDÃO PARDA**

Ocorre o processo biológico resultado da ação enzimática do micélio dos fungos xilófagos sobre as paredes celulares. Os fungos acabam degradando a celulose e hemicelulose, sendo assimiladas e digeridas, gerando uma perda nos elementos estruturais da madeira, conseqüentemente uma perda na resistência mecânica. Com isso a madeira apresenta uma coloração pardo-escuro (manchas escuras) (MENDES; ALVES, 1988). Pode também, apresentar rachaduras perpendiculares, refletindo na diminuição da resistência e diminuição do peso (BAHIA, 2015).

#### **4.5.2 PODRIDÃO BRANCA**

Acontece também, o ataque na parede celular, como na podridão parda. Nesse processo vão surgindo algumas fendas, que proporcionam uma erosão da parede celular a partir do lume. Degradando a celulose, hemicelulose e a lignina, apresenta coloração esbranquiçada. Conseqüentemente, perda das propriedades mecânicas e de peso, esse ultimo fator se justifica por conta da remoção do hidrato de carbono e da lignina (MENDES; ALVES, 1988; BAHIA, 2015).

#### **4.5.3 PODRIDÃO MOLE**

É causado pelos fungos chamados imperfeitos (Ascomicetos), acabam penetrando na parede secundária da célula, assim, atravessam a lamela média penetrando nas paredes vizinhas, sendo incomum atingir uma região com mais de 2 cm de espessura. A degradação é lenta, a superfície aparenta como se estivesse sido carbonizada, uma camada escura, quando úmida acaba ficando amolecida (MENDES; ALVES, 1988; BAHIA, 2015).

Segundo Lelis et al. (2001 *apud* BAHIA, 2015, p. 38) “o fungo de podridão mole tem o ataque restrito à superfície da madeira, dificilmente penetrando além de 20 mm de profundidade, entretanto, a porção atacada da madeira pode se destacar com facilidade, expondo novas regiões a ação dos fungos”.

#### **4.5.4 MANCHADORES**

Os fungos manchadores habitam os tecidos parenquimáticos, em especial o parênquima radial, assim, se alimenta dos nutrientes existentes na célula. Dentre os fungos manchadores existentes, o mais relevante economicamente é o causador da mancha azul,

sendo que as manchas são apenas na região do alburno (MENDES; ALVES, 1988; BAHIA, 2015).

Hunt e Garratt (1963 *apud* MENDES; ALVES, 1988) diz que os fungos que produzem a mancha azul, acabam não se desenvolvendo no cerne, sendo que as propriedades do alburno quando atacadas, não sofrem redução da resistência, com exceção da resistência ao choque.

#### 4.5.5 BOLORES

Esses fungos acabam atacando a superfície da madeira, se alimentam dos componentes que constituem as células das madeiras recém cortada ou alguns resíduos depositados na superfície. Causando assim, alguns defeitos de fácil remoção através da raspagem, escovação ou lixamento. Essa alteração na superfície é denominada popularmente como bolor, pois apresenta uma formação pulverulenta, com coloração variada de acordo a espécie do fungo (MENDES; ALVES, 1988; BAHIA, 2015).

Para identificar os sintomas de ataque da madeira por fungos, é levado em consideração a espécie do fungo, tipo de madeira atacada, além do grau da infestação. Os sintomas diferenciam do início do ataque até o final, podendo ser observado a mudança de coloração, amolecimento da madeira, mudança de densidade, mudança no cheiro (BRITO, 2014).

Em geral, as condições climáticas que favorecem o desenvolvimento do fungo são quentes. Reflete nas toras de florestas tropicais que constantemente são rapidamente afetados por fungos, antes dos processos na indústria. Apesar disso, nos períodos frios, e em países com clima temperado, este fato não acontece, o que facilita o controle a biodeterioração por esse agente (MORESCHI, 2013).

Para controlar a deterioração de madeiras por fungos, geralmente utiliza-se produtos químicos, que são tóxicos aos organismos. Mas pode simplesmente, regular as variáveis (oxigênio, pH, temperatura e teor de umidade da madeira) fora do intervalo que favorecem o desenvolvimento do fungo na madeira, sendo economicamente viável (MORESCHI, 2013).

Segundo Carvalho et al. (2015) realizaram um ensaio com fungos apodrecedores acelerado em laboratório com os fungos *Gloeophyllum trabeum*, causador de podridão parda; e *Trametes versicolor*, causador de podridão branca, com quatro espécies florestais foram elas *Eucalyptus dunnii*, *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus tereticornis* e *Hovenia dulcis* com idades aproximadas de 35 anos. Foram confeccionadas amostras em dimensões de 2,0 × 2,0 × 1,0 cm (comprimento, largura e espessura), permaneceram em contato com os fungos na incubadora, após este período foram retiradas dos frascos de ensaio. Os corpos de prova pesados de

acordo a diferença da massa inicial e final, classificados segundo os critérios estabelecidos pela ASTM D (American Society for Testing and Materials) 2017 (Tabela 10). Como resultado obtive que ao analisar a perda de massa para a podridão parda (*Gloeophyllum trabeum*) não houve diferença estatística entre os *Eucalyptus tereticornis* e *Eucalyptus dunnii*. Sendo a menor perda de massa ocorreu na espécie *Eucalyptus robusta* diferindo estatisticamente das demais madeiras. Com relação ao fungo de podridão branca (*Trametes versicolor*), as espécies *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus tereticornis* e *Eucalyptus dunnii*, foram classificadas como mais resistentes ao ataque do fungo. Destacando o *Eucalyptus robusta* que demonstrou menor perda de massa para o fungo de podridão parda e podridão branca respectivamente.

**Tabela 10. Classes de resistência da madeira a fungos xilófagos, segundo a ASTM D 2017.**

<b>Classe de resistência</b>	<b>Perda de Massa (%)</b>	<b>Massa residual (%)</b>
Altamente resistente (AR)	0 – 10	90 - 100
Resistente (R)	11 - 24	76 - 89
Moderadamente resistente (MR)	25 - 44	56 - 75
Não resistente (NR)	> 45	> 55

Fonte: ASTM (2005) *apud* Carvalho et al. (2015)

De acordo com as classes de resistência em função da perda de massa, levando em consideração ASTM D 2017, a madeira de *Eucalyptus robusta* foi resistente tanto para o fungo de podridão parda quanto para podridão branca. A espécie *Eucalyptus tereticornis* a podridão parda foi classificada como moderadamente resistente, já para a podridão branca a madeira foi resistente. *Eucalyptus dunnii* demonstraram-se semelhantes para ambos os fungos, quanto à perda de massa, classificada como moderadamente resistente (Carvalho et al., 2015) .

Já Carvalho et al. (2016) avaliaram a durabilidade natural das Madeiras de espécies de *Eucalyptus dunnii*, *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus tereticornis* e *Hovenia dulcis* com aproximadamente 35 anos, realizaram ensaios de deterioração em dois Ambientes, campo e floresta. As amostras de ensaio, com as dimensões de 20 x 20 x 300 mm (espessura, largura e

comprimento), sendo enterradas até a metade do comprimento (150 mm) nos dois campos. As avaliações foram feitas obtendo 24 amostras testes. Para medir a massa seca foi utilizada balança electrónica de precisão 0,01g. Em relação à comparação entre floresta e campo, concluíram que o solo das florestas apresentam maiores teores de matéria orgânica, maior perda de massa, por conta das condições mais adequadas que possibilita o desenvolvimento de microrganismos xilófagos. Com base na norma ASTM D 2017 obtiveram a classificação das espécies quanto a sua resistência ao ataque de fungos como *Eucalyptus tereticornis* altamente resistente em ambos os ambientes, a espécie que teve menor perda de massa em ambos os ambientes em relação todas as espécies; *Eucalyptus robusta* resistente no ambiente campo e chegou a moderadamente resistente na floresta; *Eucalyptus dunnii* resistente ao ambiente campo, enquanto para floresta resistente à moderadamente resistente.

Comparando as espécies, se tem que a espécie *Eucalyptus dunnii* foi comprovado para ambos os índices de deterioração e perda de massa, diferindo das outras espécies. Já a espécie *Eucalyptus robusta*, apresentou o coeficiente de determinação maior no ambiente de campo, diferindo das outras espécies. Foi observado as maiores perdas de massa no ambiente floresta em relação ao campo para todas as espécies. Trevisan et al. (2008 *apud* Carvalho et al., 2016, p. 7) afirmam que “encontraram resultados semelhantes, atribuído ao fato de a uma umidade mais elevada existente no ambiente da floresta, o que, combinado com a maior estabilidade das condições ambientais (temperatura e umidade), são fatores favoráveis para a maior incidência de térmitas e coleópteros nesses ambientes, quando comparado com o experimento de campo aberto”.

França et al. (2017) em sua pesquisa, utilizaram sete espécies e clones híbridos de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* com 13 anos. Foram cortadas seis amostras a partir de cada clone, assim, para os testes biológicos, sendo expostas para cada um dos quatro fungos (dois fungos da podridão castanha *Gloeophyllum trabeum* e *Postia placenta* e dois fungos de podridão branca *Irpex lacteus* e *Trametes versicolor*). Para realização das análises utilizou como base a norma ASTM D 2017, levando em consideração as perdas de massa, relação entre a densidade e durabilidade também. Como resultados obtiveram que *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla* clones E6 e E7 com densidades básicas, respectivamente, 461.5 kg/m<sup>3</sup> e 521.0 kg/m<sup>3</sup> foram significativamente menos resistentes a todos os fungos testados em comparação com os outros clones. Mas todos os clones apresentaram-se não resistentes ao fungo *Trametes versicolor* em comparação com os outros três fungos testados.

A relação entre a densidade e a perda de massa em testes de decaimento sugere uma correlação negativa em amostras expostas a *G. trabeum* (P, 0,0001), *P. placenta* (P, 0,0001), e

*I. lacteus* (P, 0,0001). A densidade variou de 461 a 659 kg/m<sup>3</sup> e os clones com valores de densidade mais elevada apresentaram maior resistência ao decaimento em comparação com os clones com densidades mais baixas (FRANÇA et al., 2017).

De acordo com Modes et al. (2012) que realizaram ensaio de apodrecimento em laboratório com sete espécies florestais, exóticas plátano (*Platanus x acerifolia*), nogueira pecan (*Carya illinoensis*), eucalipto (*Eucalyptus grandis*) e uva-do-japão (*Hovenia dulcis*) e três nativas açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), canafístula (*Peltophorum dubium*) e araucária (*Araucaria angustifolia*) ao fungo *Pycnoporus sanguineus* causador da podridão branca. De acordo a classificação da ASTM a espécie *Eucalyptus grandis* teve pouca perda de massa, sendo muito resistente.

Já Stangerlin et al. (2011) verificaram a resistência de painéis aglomerados confeccionados com *Eucalyptus grandis* e *Bambusa vulgaris* em ensaio de apodrecimento acelerado com duas espécies de fungos, podridão branca (*T. versicolor* (L.; Fr.) Pilat) e outro causador da podridão parda (*G. trabeum* (Pers.; Fr.) Korte). Com base na ASTM D (2005), foram confeccionadas 120 amostras, que foram selecionadas, aleatoriamente, 12 amostras para cada tratamento, com dimensões de 2,5 x 2,5 x 0,95cm (comprimento, largura e espessura). Notou-se que entre os dois fungos, o *T. versicolor* causou as maiores perdas de massa, diferindo significativamente dos resultados encontrados para *G. trabeum*.

Em dois tratamentos (T1 e T5), classificados como de resistência moderada ao ataque do fungo de podridão branca, assim os demais (T2, T3 e T4) não apresentaram resistência (Tabela 11). Desta forma, os painéis submetidos ao ataque do fungo de podridão parda foram classificados como resistência moderada (T2 e T3) e resistente (T1, T4 e T5) (STANGERLIN et al. 2011).

Assim, “os fungos de podridão branca caracterizam-se por deteriorar, de modo indistinto, todos os constituintes químicos principais (celulose e lignina), enquanto os fungos de podridão parda atacam, restritamente, os polissacarídeos” (STANGERLIN et al., 2011, p. 1372). Assim, concluíram que os painéis de aglomerados de *Eucalyptus* apresentou resistência moderada à podridão branca e resistência à podridão parda.

**Tabela 11. Perda de massa e classificação de resistência ao ataque dos fungos apodrecedores (ASTM D, 2017, 2005).**

Tratamento	Podridão branca		Podridão parda	
	Perda de massa (%)	Classe de resistência	Perda de massa (%)	Classe de resistência
T1	41,91	Resistência moderada	20,34	Resistente
T2	46,98	Não resistente	26,69	Resistência moderada
T3	47,32	Não resistente	28,99	Resistência moderada
T4	48,82	Não resistente	22,62	Resistente
T5	44,01	Resistência moderada	20,46	Resistente

Fonte: STANGERLIN et al. (2011)

#### 4.6 DETERIORAÇÃO POR INSETOS

A classe Insecta em geral, é dividida em 26 ordens (taxonomicamente), levando em consideração em relação à deterioração da madeira, temos cinco que causam danos a madeira: Coleóptera (besouros, “carunchos” e “brocas”); Hymenóptera (abelhas, vespas e formigas); Díptera (moscas e mosquitos); Lepidóptera (borboletas e mariposas) e Isóptera (cupins ou térmitas). Para classificação do inseto xilófago é observado à área de biodeterioração da madeira, levando em consideração o dano, estado fisiológico do hospedeiro, condições do material no momento do ataque ou constituição física e química do material. Geralmente, são encontrados em árvores vivas, árvores recém abatida ou estado seco, os danos causados diferenciam de cada inseto, mas as medidas de prevenção utilizadas são semelhante (MORESCHI, 2013).

Os cupins são os agentes mais arruinadores da madeira, sendo também chamados de insetos sociais, pois sempre vivem em colônias, comparáveis com a da abelha, formigas e vespas. Assim, de acordo com o hábito de vida é dividido em: cupins subterrâneos, cupins de madeira úmida e cupins de madeira seca, entretanto os subterrâneos acabam ocasionando maiores perdas em volumes de madeira no mundo (PAES; VITAL, 2000; RICHARDSON, 1993 *apud* RODRIGUES, 2008). São insetos conhecidos por conta do hábito de se

alimentarem preferencialmente de celulose, por consequência atacando papéis, livros, estruturas de madeira, compensados e aglomerados (GONÇALVES; OLIVEIRA, 2006).

#### **4.6.1 CUPINS SUBTERRÂNEOS**

São, geralmente, encontrados em climas tropicais e temperado, sendo favorável o desenvolvimento a elevadas umidades abaixo da superfície do solo. Como característica, o ataque deste cupim deixam uma fina camada externa intacta, sendo que o ataque pode se prolongar a fragmentos secos e isolados das que estão enterradas, pois constroem túneis com materiais e argilas, e assim, conseguem manter a umidade necessária (BRITO, 2014).

#### **4.6.2 CUPINS DE MADEIRA ÚMIDA**

Esse grupo ataca unicamente a madeira com alta umidade, ocorre geralmente pelo ar, não em contato com o solo. Suas atividades ocorrem em madeiras algumas vezes já apodrecidas. No Brasil, não tem registro de ataques deste grupo em construções (BRITO, 2014).

#### **4.6.3 CUPINS DE MADEIRA SECA**

São geralmente encontrados em climas quentes e subtropicais, diferente dos outros grupos, estes só atacam a madeira realmente seca (10% a 12% umidade), não exige o contato com o solo. Diretamente pelo ar, adentra na madeira por meio de rachaduras ou outras aberturas, iniciando a escavação, assim fecham a entrada com fragmentos da madeira. Esse grupo é mais fácil de serem identificados, pois quando estão na escavação acabam produzindo pelotas fecais, que são liberadas pelas aberturas (BRITO, 2014). É significativo do ponto de vista econômico no Brasil (GONÇALVES; OLIVEIRA, 2006).

Segundo Grassé (1986 *apud* RODRIGUES, 2008) o gênero *Coptotermes* faz parte dos Rhinotermitidae. O *Coptotermes gestroi* é uma espécie chamada de cupim-do-cerne ou cupim subterrâneo, oriunda do sudeste da Ásia, acabou introduzida na década de 20 no Brasil. Geralmente são localizados em áreas urbanas, atacando madeira e árvores vivas, considerado o cupim-praga, por ocasionar danos significativos, por conta que as colônias possuem crescimento acelerado. Em geral, os ninhos são subterrâneos, os classificados como operários procuram alimento num raio de até 50 m.

Os cupins de madeira seca como exemplo a espécie *Cryptotermes brevis* vivem em madeira com baixo teor de umidade. Geralmente as colônias se desenvolvem em madeiras

com umidade abaixo de 30% (BRAZOLIN et al., 2001 *apud* GONÇALVES; OLIVEIRA, 2006).

França et al. (2017) em seu trabalho realizaram dois testes biológicos, um com relação aos fungos e outro com térmitas. Para o teste de térmitas as amostras foram analisadas com base no sistema de avaliação visual American Wood Protection Association (AWPA) E1-13 padrão (AWPA 2014; Tabela 12), utilizando térmita subterrânea oriental *Reticulitermes flavipes*. As coleções de cupins foram feitas no dia do teste a partir de troncos mortos e armadilhas de papelão estabelecidas em uma pequena área arborizada.

**Tabela 12. Classificação para avaliação visual de blocos de teste expostos a cupins subterrâneos - American Wood Protection Association (AWPA).**

<b>Classificação visual</b>	<b>Avaliação</b>
Sadio, permitindo escarificações superficiais	10
Traço, mordidelas de superfície permitida	9.5
Ataque leve, até 3% da área da seção transversal afetada	9
Ataque moderado, 3% a 10% da área da seção transversal afetada	8
Ataque moderado / grave, penetração, 10% a 30% do corte transversal afetada	7
Ataque severo, 30% a 50% da área da seção transversal afetada	6
Ataque muito grave, 50% a 75% da área da seção transversal afetada	4
Falha	0

Fonte: AWPA E1-09 (2012) *apud* França et al. (2017)

Com base na classificação visual do ataque de térmitas, os clones E6 e E7 foram classificadas como tendo ataque muito severo, sendo mais susceptíveis a alimentação dos térmitas. Os clones E1, E3 e E5 com densidades básicas respectivamente, 659.6 kg/m<sup>3</sup>, 619.4 kg/m<sup>3</sup> e 568.2 kg/m<sup>3</sup>, foram classificadas como moderadamente atacada e tinha valores mais baixos de perda de massa, em seguida, os outros cinco clones. Todos os clones híbridos foram sensíveis à alimentação de térmitas, com significativas perdas de massa maiores nos clones E6 e E7 (FRANÇA et al., 2017).

Silva et al. (2004) que fizeram uma avaliação da resistência natural da madeira de *Eucalyptus grandis*, com quatro idades diferentes 10, 14, 20 e 25 anos, ao ataque de cupins de madeira seca (*Cryptotermes brevis*). Foram construídas 6 amostra por tora, de cada uma das 16 árvores (quatro de cada idade), com dimensões de 2,3 x 0,6 x 7,0 cm. No final, foram avaliados a porcentagem de cupins mortos e os números de furos, assim atribuindo notas para classificação (Tabela 13).

**Tabela 13. Classificação de notas para o desgaste produzido.**

Notas	Descrição
0	Nenhum dano
1	Dano superficial
2	Dano moderado
3	Dano acentuado
4	Dano profundo

Fonte: SILVA et al. (2004)

Obtendo como resultado que a madeira de *Eucalyptus grandis*, independentemente da idade, é altamente suscetível ao ataque de cupim de madeira seca. A madeira de 10 anos foi a mais atacada em relação às demais, esse fato deve ser em razão da menor porcentagem de extrativo e maior quantidade de carboidratos, sendo classificada como dano profundo, já as de 14, 20 e 25 anos foram classificadas como dano acentuado, por conta da maior quantidade de extrativos, a madeira demonstra com maior poder inseticida, assim maior resistência ao ataque do cupim. Já em relação ao índice de mortalidade foi declarado como alto, possivelmente devido à presença de extrativos tóxicos na madeira (SILVA et al., 2004).

A resistência aos térmitas acaba variando principalmente em função das espécies desses insetos (CARTER; CAMARGO, 1983 *apud* OLIVEIRA et al., 2017) e também, do material avaliado. Levando em consideração a densidade também que pode afetar a suscetibilidade da madeira (McCONNEL et al., 2010 *apud* OLIVEIRA et al., 2017), em consequência do impedimento oferecida à escarificação da mesma.

De acordo Oliveira et al. (2017) em sua pesquisa analisou a resistência da madeira de espécies de eucalipto ao ataque de cupim de madeira seca (*Cryptotermes brevis*), sendo elas: *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus tereticornis*, *E. paniculata*, *E. pilularis*, *E. cloeziana*, *E. urophylla* e *E. grandis*, com 16 anos de idade, sendo confeccionadas amostras próximas ao cerne mais externo e na região correspondente ao diâmetro a altura do peito – DAP, com dimensões 2,3 × 0,6 × 7,0 cm (radial, tangencial e longitudinal).

Avaliação foi a partir da contagem de cupins vivos, para verificar a porcentagem de mortalidade dos mesmos, o número de abertura por amostra e a avaliação do ataque provocado pelos cupins na madeira (Tabela 13). Com isso, as madeiras de *E. grandis* e *E. urophylla* foram as mais susceptíveis ao ataque do cupim de madeira seca, tendo um desgaste

que variou de médio a acentuado. Já a madeira de *E. tereticornis* teve um grau intermediário de ataque (desgaste moderado a acentuado). Foram consideradas mais resistentes ao ataque de cupins as madeiras de *E. cloeziana*, *E. pilularis* e de *C. citriodora*, não havendo diferença estatística entre elas (OLIVEIRA et al., 2017).

Por consequência pode estar associado aos extrativos da madeira que ocorre em maior quantidade em *C. citriodora* do que em *E. grandis* (OLIVEIRA; DELLA LUCIA, 1994 *apud* OLIVEIRA et al., 2017). As madeiras de *E. cloeziana* e de *E. paniculata* sofreram ataques moderados, enquanto que *C. citriodora* demonstrou um grau de ataque variando entre o superficial e moderado. Percebendo que os valores de mortalidade observados sugerem que, estas madeiras, mesmo não sendo resistentes ao ataque do cupim da espécie *Cryptotermes brevis*, não são as mais preferidas por esses insetos. As madeiras de *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. tereticornis* e de *E. pilularis* foram mais suscetíveis ao ataque do cupim que às de *E. cloeziana*, *E. paniculata* e *C. citriodora* (OLIVEIRA et al., 2017).

Já Ncube et al. (2012) realizaram um ensaio de campo com térmita subterrânea (*Coptotermes formosamus* Shiraki) utilizando as espécies *Eucalyptus grandis* e *Bobgunnia madagascariensis*, sendo confeccionados vinte amostras, e enterradas à 150 mm no chão. Foi avaliada de acordo a perda de peso, e os danos causados pelos cupins levando em consideração o Índice de Classificação de Danos (DRI) (Tabela 14). Assim, as espécies *E. grandis* e *B. madagascariensis* foram determinados como D<sub>nd</sub>; M<sub>nd</sub> e S<sub>nd</sub>, respectivamente.

**Tabela 14. Índice de resistência às térmitas correspondente às classes de durabilidade natural da madeira.**

Índice de classificação de danos	Perda de peso (%)	Classe de durabilidade natural
0 – 1	0 a menos de 5	D <sub>nd</sub> (Durável)
2 – 3	5 a menos do que 20	M <sub>nd</sub> (Moderadamente resistente)
4 – 5	mais que 20	S <sub>nd</sub> (suscetível)

Fonte: Ncube et al. (2012)

Segundo Su e Scheffrahn (2000 *apud* Ncube et al., 2012, p. 4104) trazem informações de que esse gênero que o “*Coptotermes* pode ser o gênero economicamente mais nocivo de cupins em todo o mundo. Sendo *C. formosanus*, uma espécie asiática, tornou-se observado em vários países, incluindo a Zâmbia, onde seu impacto econômico é em milhões de dólares em danos anualmente”. Com base no ataque as avaliações da espécie *E. grandis* ficou classificada

entre moderadamente resistente e ligeiramente durável, num índice de danos entre 2 – 3 (M<sub>nd</sub>).

Já Paes et al. (2015) em seu estudo verificou o efeitos dos extrativos e da densidade na resistência natural ao térmita *Nasutitermes corniger* nas madeiras de *Acacia mangium*, *Casuarina equisetifolia*, *Corymbia torelliana*, *Eucalyptus cloeziana*, *Tectona grandis* e *Caesalpinia echinata*, foram confeccionadas amostras com dimensão de 2,54 x 2,00 x 0,64 cm (longitudinal, radial e tangencial), assim, avaliação foi com base na perda de massa e desgaste provocado pelo cupim (Tabela 12). Portanto, os menores valores de resistência foram das madeiras de *Eucalyptus cloeziana*, *Tectona grandis*, principalmente *Casuarina equisetifolia*, sendo classificadas como ataque moderado. Já as madeiras de *Acacia mangium*, principalmente *Corymbia torelliana* e *Caesalpinia echinata* foram as mais resistentes (menores perda de massa, desgaste e tempo de sobrevivência dos insetos), com desgaste entre superficial e sadio.

Espécies do gênero *Nasutitermes* atacam móveis em especial, as madeiras utilizadas nas estruturas das construções, tanto no meio rural como urbano (PAES et al., 2003 *apud* PAES et al., 2015), sendo que a espécie *Nasutitermes corniger* tem ocorrência em várias regiões brasileiras, maior distribuição na região semiárida. Sendo que, Supriana (1985 *apud* PAES et al., 2015) afirmou que térmitas são muito sensíveis às mudanças em suas dietas, assim, não consumindo madeiras com as quais têm pouco contato.

Segundo Rodrigues (2008) em seu estudo da resistência natural das madeiras utilizou duas espécies de eucaliptos (*Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora*) ao ataque de cupins subterrâneos do gênero *Coptotermes* (*Coptotermes gestroi*), a avaliação foi com base na norma ASTM D (Tabela 12) do desgaste e mortalidade. Assim, verificou que as espécies são altamente resistentes ao ataque deste fungo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na revisão apresentada nesse trabalho, pode-se concluir que o gênero *Eucalyptus* se adaptou à condição climática do Brasil. Apresenta grande potencial de crescimento, em relação ao setor florestal, além de ser muito versátil permitindo utilização para vários fins, como se pode citar de acordo a durabilidade natural o *Eucalyptus robusta* utilizado para postes (5 a 7 anos); *Eucalyptus saligna* utilizado para estruturas para telhados (25 anos). É necessário conhecer a resistência natural, para fazer o melhor uso da madeira sem tratamento preservativo. Para isso, pode-se realizar o ensaio de campo ou de laboratório para avaliar a resistência natural da madeira.

Não existe uma característica única, que seja adotada para que as espécies demonstrem resistência. As espécies acabam apresentando comportamentos diferenciados entre si. A maioria das espécies quando apresenta maior idade, com densidades, teores de extrativos elevados se mostram mais resistentes a alguns ataques. A avaliação pode ser realizada levando em consideração alguns índices (Classificação de Danos, Classificação Visuais, Classificação da ASTM, etc.) de acordo aos valores de perda de massa e densidade da madeira e a porcentagem de mortalidade e ataque dos agentes xilófagos.

Os fungos ocasionam deterioração de diversas formas, podendo atacar apenas a superfície ou decompor a madeira por completo. São considerados os mais relevantes pela diminuição da vida útil da madeira. Com relação à durabilidade natural os estudos realizados com fungos mostraram que a espécie *Eucalyptus grandis* foi classificada como altamente resistente ao fungo *Pycnoporus sanguineus* (podridão branca); as espécies *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus dunnii* são altamente resistente, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla* não são resistente ao fungo *Trametes versicolor* (podridão branca); as espécies *Eucalyptus robusta* é altamente resistente, *Eucalyptus grandis* é resistente e *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus dunnii* são moderadamente resistente ao fungo *Gloeophyllum trabeum* (podridão parda).

Os térmitas são os agentes de deterioração que ocasionam maiores perdas no volume de madeira no mundo. Com relação à durabilidade natural os estudos realizados com térmitas mostraram que as espécies de *Eucalyptus grandis* foi classificado como moderadamente resistente ao ataque do térmita *Coptotermes formosamus* (cupim subterrâneo); *Eucalyptus torelliana*, *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus paniculata*, *Corymbia Citriodora* são altamente resistentes, *Eucalyptus tereticornis* moderadamente resistente e *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla* não são resistentes ao ataque de *Cryptotermes brevis* (cupim de madeira

seca); *Eucalyptus torelliana* é altamente resistente, *Eucalyptus cloeziana* é moderadamente resistente ao ataque de *Nasutitermes corniger* (cupim de madeira seca); *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* altamente resistente ao ataque de *Coptotermes gestroi* (cupim subterrâneo).

## 6. REFERÊNCIAS

- ANGELI, Aline. *Indicações para escolha de espécies de Eucalyptus*. **Revista da Madeira**. n. 95. Abr. 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012** / ABRAF. Brasília: 2013. 148 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2011). NBR 7190/2011 - Projeto de Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro.
- BAHIA, Marina Santos. **Biodeterioração e a durabilidade da madeira**: estudo de aspectos construtivos em Campo Mourão-PR. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.
- BARILLARI, Cristiane Tabarelli. **Durabilidade da madeira do gênero *Pinus* tratada com preservantes**: avaliação em campo de apodrecimento. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicada, 2002.
- BRACELPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Relatório estatístico**. 2006. Disponível em: < [http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/Bracelpa-Relatorio\\_Estatistico\\_Florestal-2006.pdf](http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/Bracelpa-Relatorio_Estatistico_Florestal-2006.pdf)>. Acesso em: 20 de Fevereiro de 2018.
- BRACELPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Relatório estatístico**. 2007. Disponível em: < [http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/Bracelpa-Relatorio\\_Estatistico\\_Florestal-2007.pdf](http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/Bracelpa-Relatorio_Estatistico_Florestal-2007.pdf)>. Acesso em: 01 de Março de 2018.
- BRITO, Leandro Dussarrat. **Patologia em estruturas de madeira**: metodologia de inspeção e técnicas de reabilitação. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.
- BUSH, David; MCCARTHY, Kevin; MEDER, Roger. *Genetic variation of natural durability traits in Eucalyptus cladocalyx (sugar gum)*. **Annals of Forest Science**, 2011. (DOI 10.1007/s13595-011-0121-z).
- CARVALHO, Douglas Edson; SANTINI, Elio José; GOUVEIA, Fernando Nunes; ROCHA, Márcio Pereira da. *Resistência Natural de Quatro Espécies Florestais Submetidas a Ensaio com Fungos Apodrecedores*. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 271-276, 2015.
- CARVALHO, Douglas Edson; MARTINS, Ana Paula Marques; SANTINI, Elio José; FREITAS, Liana Sarturi de; TALGATTI, Maiara; SUSIN, Felipe. *Natural durability of Eucalyptus dunnii Maiden, Eucalyptus robusta Sm., Eucalyptus tereticornis Sm. and Hovenia dulcis Thunb. Wood in field and forest environment*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 40, n. 2, p. 363-370, 2016.
- CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; DA SILVA, Roberto. **Metodologia Científica**. 6 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- DELUCIS, Rafael de Avila; DIAZ, René Herrera. LABIDI, Jalel; GATTO, Darci Alberto. *Color de la madera de dos eucaliptos expuestas al intemperismo natural en tres entornos ambientales diferentes*. **Maderas: Ciencia y tecnología**. v. 18, n. 1, p. 133-142, 2016.

DELUCIS, Rafael de Avila; GATTO, Darci Alberto. *Flexural properties of four fast-growing eucalypts woods deteriorated by three different field tests*. **Acta Scientiarum. Technology**. Maringá, v. 39, n. 1, p. 39-44, Jan./Mar., 2017.

FAO. **Global florest resources assessment 2000**: main report. Roma: FAO, 2002.

FERREIRA, M. **Escolha de Espécies de Eucalipto**. Circular Técnica IPEF, v. 47, p. 1-30, 1979.

FOELKEL, Celso Edmundo Bochetti. **Eucalipto no Brasil, história de pioneirismo**. Visão Agrícola, n. 4, Jul./Dez., 2005.

FRANCA, F. J. N.; FRANCA, T. S. F. A.; ARANGO, R. A.; WOODWARD, B. M.; VIDAURRE, G. B. *Variation in Natural Durability of seven Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla Hybrid Clones*. **Forest Products Journal**. v. 67, 2017. (DOI: 10.13073/FPJ-D-16-00029).

GALVÃO, A. PAULO M. **A durabilidade da madeira tratada e a eficiência de preservativos avaliadas através de ensaios de campo primeira avaliação**. IPEF n. 4, p. 15-22, 1972.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas; 2002.

GONÇALVES, Fabrício Gomes; OLIVEIRA, José Tarcísio da Silva. *Resistência ao ataque de cupim-de-madeira seca (Cryptotermes brevis) em seis espécies florestais*. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 80-83, Jan./Mar. 2006.

GRAÇA, M. E. C.; SHIMIZU, J. Y.; TAVARES, F. R. **Capacidade de rebrota e de enraizamento de *Eucalyptus benthamii***. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 39, p. 135-138, Jul./Dez.1999.

HIGA, Rosana Clara Vitória; MORA, Admir Lopes; HIGA, Antônio Rioyei. **Plantio de Eucalipto na Pequena Propriedade Rural**. Colombo: Embrapa Floresta, 2000.

IBA - INDUSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2015**. Disponível em: <[http://iba.org/images/shared/iba\\_2015.pdf](http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf)>. Acesso em: 01 de Março de 2018.

IBA – INDUSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2017**. Disponível em: <[http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2017.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf)>. Acesso em: 01 de Março de 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística: Produtos florestais. 2016**. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs\\_2016\\_v31.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2016_v31.pdf)>. Acesso em: 09 de Abril de 2018.

LIMA, Norton R. G.; TAGLIAFERRE, Cristiano; PAULA, Alessandrto de; ROCHA, Felizardo A; FREITAS, Luis C. de; SILVA, Thieres G. F. da; GUIMARÃES, Diogo

U. G.; BARROS, Flávia M. *Zoneamento agroclimático para as espécies Eucalyptus camaldulensis Dehn. E Corymbia citriodora (Hook) K.D.Hill & L.A.S. Johnson. no estado da BAHIA.* In: **XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia - SESC Centro de Turismo de Guarapari.** Guarapari – ES, 2011. 5 p.

LUNZ, Alexandre M.; CARVALHO, Acacio G. de. *Degradação da madeira de seis essências arbóreas disposta perpendicularmente ao solo causada por Scolytidae (Coleoptera).* **Neotropical Entomology.** v. 31, n. 3, pp.351-357, Jul./Set. 2002.

MARCONDES, E.; RIBEIRO, M. A. ; STANGERLIN, D. M. ; SOUZA, A. P. de; MELO, R. R. de ; GATTO, D. A. *Resistência natural da madeira de duas espécies amazônicas em ensaios de deterioração de campo.* **Scientia Plena,** v. 9, n. 6, 2013.

MENDES, Alfredo de Souza; ALVES, Marcus Vinicius da Silva. **A degradação da madeira e sua preservação.** Brasília, IBDF/DPq-LPF, 1988.

MENDES, Leticia; et al. **Anuário brasileiro da silvicultura 2016** . Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 56 p.

MODES, Karina Soares; LAZAROTTO, Marília; BELTRAME, Rafael; VIVIAN, Magno Alan; SANTINI, Elio José; MUNIZ, Marlove Fátima Brião. **Resistência natural das madeiras de sete espécies florestais ao fundo *Pycnoporus sanguineus* causador da podridão-branca.** *Cerne, Lavras,* v. 18, n. 3, p. 407-411, Jul./Set. 2012.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil.** São Paulo: SBS, 2000.

MORESCHI, João Carlos. **Biodegradação e preservação da madeira.** v. 1. 2013. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasmoreschi/BIODETERIORACAO.pdf>>. Acesso em 12 de Maio de 2018.

NCUBE, Elisha; CHUNGU, Donald; KAMDEN, Donatien P.; MUSAWA, Kalobwe. *Use of a short span field test to evaluate termite resistance of Eucalyptus grandis and Bobgummia madagascariensis in a tropical environment.* **BioResources,** v. 7, n. 3, p. 4098-4108, 2012.

OLIVEIRA, José Tarcísio da Silva; HELLMEISTER, João Cesar. **Caracterização da madeira de Eucalipto para a construção civil.** São Paulo: EPUSP, 1998.

OLIVEIRA, José Tarcísio da Silva; PAES, Juarez Benigno; VIDAURRE, Graziela Baptista. *Resistência biológica da madeira de espécies de Eucalipto ao ataque de cupim de madeira seca.* **Scientia Forestalis,** Piracicaba, v. 45, n. 113, p. 145-150, Mar. 2017.

PAES, Juarez Benigno; MEDEIROS NETO, Pedro Nicó de; LIMA, Carlos Roberto de; FREITAS, Maria de Fátima de; DINIZ, Carlos Estevam Franco. *Efeito dos extrativos e cinzas na resistência natural de quatro madeiras a cupins xilófagos.* **Cerne,** Lavras, v. 19, n. 3, p. 399-405, Jul./Set. 2013.

PAES, Juarez Benigno; BROCCO, Victor Fassina; MOULIN, Jordão Cabral; MOTTA, Javan Pereira; ALVES, Rejane Costa. *Efeitos dos extrativos e da densidade na resistência natural de madeiras ao térmita *Nasutitermes corniger*.* **Cerne,** v. 21 n. 4, p. 569-578, 2015.

PALUDZYSZYN FILHO, Estefano; SANTOS, Paulo Eduardo Telles dos; FERREIRA, Carlos Alberto. **Eucaliptos Indicados para Plantio no Estado do Paraná**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2006.

PONCE, Reinaldo Herrero. *Madeira serrada de eucalipto: desafios e Perspectivas*. In: **Anais do Seminário Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto para Serraria**. São Paulo, SP, 2001.

REIS, Cristiane Aparecida Fioravante; ASSIS, Teotônio Francisco de; SANTOS, Alisson Moura; PALUDZYSZYN FILHO, Estefano. ***Corymbia citriodora*: estado da arte de pesquisas no Brasil**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2013.

RIBEIRO, Mariely Aparecida; STANGERLIN; Diego Martins; SOUZA, Adilson Pacheco de; CARDOSO, Gabriel Valim; CALEGARI, Leandro; GATTO, Darci Alberto. *Durabilidade natural da madeira de jequitibá em ensaios de deterioração em campo aberto e floresta durante as estações de seca e chuva*. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.5, n.4, p. 402-411, Out./Dez. 2014.

RODRIGUES, Rodrigo Bastos. **Resistência natural da madeira de *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* a *Coptotermes gestroi* (Isoptera; Rhinotermitidae)**. Monografia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SANTOS, Álvaro Figueredo; AUER, Celso Garcia; GRIGOLETTI JÚNIOR, Albino. **Doenças do Eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 20p.

SERPE, Edson Luis. **Efeitos de diferentes dosagens de adubação no crescimento inicial de *Eucalyptus benthamii* na região sul do estado do Paraná**. Irati, PR, 2015.

SHIMIZU, Jarbas Y.; CARVALHO, Paulo E. R. **Primeira aproximação na indicação de Eucaliptos para produção de madeira na Região de Quaraí, RS**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 40, p. 101-110, Jan./Jun. 2000.

SKOLMEN, Roger G. ***Robusta Eucalyptus Wood: Its Properties and Uses*. Forest Service Research Paper (PSW)**. Berkeley, California, 1963.

SILVA, José de Castro; LOPEZ, Antônio Gonzalo Caballeira; OLIVEIRA, José Tarcísio da Silva. *Influência da idade na resistência natural da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden ao ataque de cupim de madeira seca (*Cryptotermes brevis*)*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 4, p. 583-587, 2004.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS – SNIF. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/as-florestas-plantadas>>. Acesso em: 01 de Março de 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA (SBS). **Fatos e Números do Brasil Florestal**. Dez. 2008.

SOUZA, Cintia Rodrigues de; ROSSI, Luiz Marcelo Brum; AZEVEDO, Celso Paulo de; LIMA, Roberval M. B. de. *Comportamento de *Acacia mangium* e de clones de *Eucalyptus**

*grandis x Eucalyptus urophylla em plantios experimentais na Amazonia Central. Scientia Florestalis*, n. 65, p. 95-101, Jun. 2004.

STANGERLIN, Diego Martins; MELO, Rafael Rodolfo de; GARLET, Alencar; GATTO, Darci Alberto. *Durabilidade natural de painéis aglomerados confeccionados com Eucalyptus grandis e Bambusa vulgaris em ensaio de apodrecimento acelerado. Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1369-1374, Ago. 2011.

VIDAL, Jackson Marcelo; EVANGELISTA, Wescley Viana; SILVA, Jose de Castro and JANKOWSKY, Ivaldo Pontes. *Preservação de madeiras no Brasil: histórico, cenário atual e tendências. Ciência Florestal*, v. 25, n. 1, p. 257-271, 2015.

VIVIAN, Magnos Alan. **Resistência biológica da madeira tratada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana* em ensaios de laboratórios e campo.** Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2011.

WILCKEN, Carlos Frederico; LIMA, Alexandre Coutinho Vianna; DIAS, Thaise Karla Ribeiro; MASSON, Marcus Vinicius; FERREIRA FILHO, Pedro José; POGETTO, Mário Henrique F. A. Dal. **Guia Prático de Manejo de Plantações de Eucalipto.** Botucatu-SP: FEPAF, 2008.