RESISTENCIA DE MADEIRAS DE *Tectona grandis L.F.* (Verbenaceae) IN NATURA E TERMOTRATADAS A FUNGOS XILÓFAGOS EM SIMULADOR DE CAMPO.

Helio Fernando de OLIVEIRA JÚNIOR[1]

Anada Braga dos SANTOS[2]

Rafael Lenon BARBOSA[3]

[1] Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor do Botânica da União Latino Americana de Tecnologia (ULT - Jaguariaíva)

[2] Graduado em Engenharia Florestal pela União Latino Americana de Tecnologia (ULT-Jaguariaíva)

[3] Graduado em Engenharia Florestal pela União Latino Americana de Tecnologia (ULT-Jaguariaíva)

Resumo: O presente trabalho buscou identificar a resistência biológica da madeira de *T. grandis* l.f., “in natura” e termotratada a 140°C e 160°C, submetida ao ataque de fungos xilófagos em simulador de campo, sobre três tipos de solo, (solo de floresta nativa; solo de reflorestamento de *Eucalipto* sp.; solo de reflorestamento de *Pinus* sp.;), as amostras são preparadas e acondicionadas a uma câmara de vegetação, ambiente isolado com temperatura e umidade relativa constante durante um período mínimo de quatro semanas interruptas. Após quatros semana de inoculação e cultivo, retira-se os corpos de prova do meio de cultura, faz-se a limpeza dos corpos de prova com o auxilio de um pincel e deixa por aproximadamente quatro dias acondicionado em placas de petri em temperatura ambiente. Dentre as amostras, a madeira termo-tratada a 160°C, apresentou-se superior às demais condições, apresentando maior

resistência à decomposição e uma menor perda de massa degradada. Para a obtenção desses resultados, foi levado em consideração a perda de massa e o percentual de material degradada para cada tratamento e sobre cada tipo de substrato.

Palavras-chave: *Tectona grandis*. Fungos. Resistência. Termo-Tratada.

1 INTRODUÇÃO

Teca (*Tectona grandis*) da família Verbenaceae, uma das madeiras mais conhecidas no mundo, uma espécie de origem Asiática, exótica no Brasil sendo uma espécie de grande valor comercial, por ser uma madeira de grande durabilidade, leveza, fácil de ser trabalhada e com ausência de rachaduras e principalmente com uma grande resistência ao ataque de térmitas e fungos. O Brasil é uma pais que tem um grande potencial na produção de madeira de teca, por ter regiões que apresenta as mesmas característica climáticas de sua origem.

Segundo KEIDING (1985 *apud* DELGADO; GOMES;ARAUJO 2008), as plantações de teca tiveram inicio em 1971, na região de Cáceres estado do Mato Grosso, implantados pela empresa Cáceres Florestal S.A., onde as condições climáticas são semelhantes às dos países de origem da espécie.

Essa empresa realizou estudos na área e constatou que a região oferecia excelentes condições para o seu cultivo, nos estudos realizados a teca demonstrou bom crescimento, boa adaptação às condições climáticas locais, um solo de grande fertilidade e tratos silviculturas adequados e intensos contribuíram para reduzir um ciclo de produção de 80 anos, na região de origem da teca, para apenas 25 anos, na região de Cáceres-MT, além de produzir uma madeira de ótima qualidade, alcançava bons preços e sendo procurada pelo mercado internacional (CACERES FLORESTAL S.A., 2007).

O valor comercial da teca no Brasil e no mercado internacional pode superar espécies nativas como o mogno (*Swietenia macrophylla* king), por ser uma madeira

de fácil trabalhabilidade, e com boas características físico-mecânicas e funcionais, e principalmente por ser uma espécie de fácil manejo em povoamentos florestais, que tem despertado a seu cultivo nas regiões tropicais do Brasil, sendo adequada para composição de parques e grandes jardins, destacando-se como ornamental pelo florescimento exuberante segundo Lorenzi (2003).

Raymundo (2010) afirma que o termotratamento da madeira de teca oferece a ela características únicas como resistência a água, resistência ao tempo, mudança na coloração e cheiro característico, estabilidade dimensional e resistência ao ataque de agentes xilófagos. É um processo de melhoramento da madeira onde se utiliza apenas umidade, calor e pressão ao longo do processo de tratamento, este método isenta totalmente a madeira de preservantes químicos. Madeiras termotratadas não apresentam riscos de contaminação ao solo nem ao meio ambiente.

Segundo Santos (1992 apud COSTA. et al. 2011) a madeira quando atacada por fungos xilófagos apresenta alterações nas sua característica química, modificação da cor natural, redução da resistência mecânica, diminuição de massa, aumento da permeabilidade, redução da capacidade acústica, aumento da inflamabilidade, diminuição do poder calorífica e maior propensão ao ataque de insetos, o material que tem suas propriedades alteradas por causa dos fungos compromete a sua qualidade e inviabilizando sua utilização para fins tecnológicos.

A madeira é principal matéria prima obtida das plantas lenhosas, apresentando várias aplicações no dia a dia, tanto na produção de energia, matéria primas diversas e produtos industrializados, na construção civil a madeira é o material de grande importância, sendo empregada em etapas cruciais da construção civil, desde as fundações ate os acabamentos, e em muitos casos sendo utilizado na construção como acabamentos de interiores, esquadrias, decks, e em alguns casos sendo usada em construções pesadas como potes, estruturas externas e vigamentos de cobertura (PAES; MELO; LIMA 2007). A madeira e derivados quando utilizados em contato direto com o solo, estão sujeito a ataque de vários agente biológicos, tendo como principais responsáveis os fungos apodrecedores afirma Barillari (2002 *apud* PAES; MELO; LIMA 2007).

O presente trabalho tem por finalidade analisar o ataque de fungos xilófagos responsáveis pela degradação da madeira, sendo analisado em corpos de provas da madeira de *Tectona grandis l.f.* in natura e termotratada, analisando a resistência destes materiais a simulador de campo.

Estre trabalho teve como objetivos avaliar a resistência natural de madeiras de *Tectona grandis* L.F a varias espécies de fungos em simuladores de campo, bem como analisar a bioterioração do lenho por fungos apodrecedores.

A partir dos trabalhos já realizados pelos atores Raymundo (2010), Rosa (2011), observou-se que a madeira de teca demonstrou uma má resistência ao ataque do fungo (*Agrocybes c.f. perfecta*) introduzido diretamente na madeira, assim, justifica-se esse trabalho a necessidade de analisar a madeira de *Tectona grandis* l.f. a simulador de campo em ambiente natural, pela necessidade de comprovar que os fungos são os maiores responsáveis pela degradação da madeira, atingindo principalmente as estruturas celulares. Dessa forma é possível colaborar com estudos que empresa o desenvolvimento e consequentemente a preservação da madeira de *Tectona grandis l.f.*

A *Tectona grandis L. F,* conhecida popularmente como teca, e internacionalmente como *teak,* pertencente à família Verbenaceae, é uma espécie de ocorrência natural no Centro e Sul da Índia, Mianmar, Norte da Tailândia e Laos, que atinge cerca de 35m de altura e 100 cm de diâmetro a altura do peito (DAP), medido a 1,30 m do solo (TSUKAMOTO FILHO, 2003).

As plantações de teca no Brasil tivera início em 1960, na região de Cáceres estado do Mato Grosso, após trabalho desenvolvido pela empresa Cáceres Florestal S.A. Essa empresa constatou que a região oferecia excelentes condições para o seu cultivo, que demostrou bom crescimento, boa adaptação às condições climáticas locais, solos que apresentava uma grande fertilidade e além de produzir uma madeira que alcançava bons preços e muito procurada no mercado internacional (CACERES FLORESTAL S.A.,2007). Além das condições climáticas favoráveis, o solo de melhor fertilidade e os tratos silviculturais mais adequados e intensos contribuíram para

reduzir o ciclo de produção de 80 anos da região de origem da teca, para apenas 25 anos, na região de Cáceres-MT, segundo TSUKAMOTO FILHO (2003).

A área de ocorrência natural da Teca, (*Tectona grandis*) é ampla, estendendo-se entre os paralelos de 09º N e 25ºN. Compreendem só regiões situadas desde o nível do mar até 1.000 metros de altitude, sujeitas a precipitações anuais entre 500 e 5.000 mm e a temperaturas mínima de 2º C e máxima de 48º C, não é tolerante a geadas. A teca é uma espécie de grande porte, que pode alcançar 2,50 metros de diâmetro e 50 metros de altura, tudo isso se for bem manejada. Seu tronco retilíneo, de seção circular de conicidade reduzida. A *T. grandis l.f.* é uma espécie de hábito pioneiro, que ocupa com velocidade as clareiras abertas na floresta, muito usada antigamente para recuperação áreas degradadas, é uma planta heliófita, que exige para o seu desenvolvimento plena exposição à luz solar, e não tolerando qualquer forma de sombreamento. O alburno da Teca oferece todas as boas propriedades do cerne, exceto a durabilidade, o alburno pode ser utilizado sem restrição em obras internas, no caso de ser exposto ao tempo ou enterrado, é recomendável que se faça um tratamento de preservativo. A impregnação não oferece maior dificuldade, pois o alburno é permeável. O alburno com o cerne da Teca, contém uma substância, denominada “caucho”, uma espécie de látex que a própria espécie produz em sua células, que reduz a absorção de água e lubrifica as superfícies, reduzindo a abrasão (REMADE, 2009).

Os plantios tradicionais de teca são realizados pelo uso de mudas obtidas mediante propagação sexuada, por intermédio de sementes, fato que envolve alguns problemas tais como o número limitado de sementes de boa viabilidade, a grande variabilidade na produção de sementes viáveis de um ano para o outro. O plantio é realizado entre os meses de setembro e abril, período de maior ocorrência de chuvas, onde é utilizado na maioria dos plantios o espaçamento 3x2m entre mudas, o controle de ervas daninhas é uma operação muito importante nas fases iniciais do desenvolvimento até que as mudas atinjam um altura que feche o dossel, para áreas de alta produtividade a capina manual deve ser realizada de forma sistemática. A estratégia de manejo para formação de fuste limpos e sem nós contempla a operação

de desrama e consiste na remoção dos ramos até a altura de 50% da árvore, ou o fuste comercial afirma FLORESTECA, 2010).

Segundo REMADE (2009), o crescimento inicial da teca em altura é muito rápido, podendo chegar facilmente aos três metros no primeiro ano e aos cinco metros, ou mais, no segundo ano. A madeira da Teca é de grande procura no mercado internacional. Já nos países onde a Teca é nativa ou florestada, seu uso é bem mais diversificado, incluindo o emprego generalizado da madeira de pequeno diâmetro dos desbastes e do alburno. Os painéis de sarrafos colados, contendo madeira de cerne e de alburno, são muito utilizados na fabricação de móveis, portas, na decoração interna e na produção dos mais variados artigos. A madeira de pequeno diâmetro dos desbaste na forma roliça ou simplesmente serrada, é muito usada na edificação de construções rústicas, podendo ser usada com vigamento, esteio ou madeiramento do telhado. O cerne da Teca tem uma durabilidade igual a da Aroeira (*Schinus terebinthifolius*),muito usada no meio rural como poste, moirão, esticador, vara de curral, etc. trabalho realizados com postes de Teca, incluindo alburno tratado com preservativo, encontram boa coloração na transmissão de energia elétrica, por serem leves, resistentes e duráveis. A inclusão do alburno impregnado permite a produção de postes de bom tamanho em prazo relativamente curto.

Teca produz madeira de peso moderado e de boa resistência, com características mecânicas superiores a espécies muito usada no mercado como o mogno (*Swietenia macrophylla*). Por apresentar uma qualidade muito grande a teca esta sendo muito procurada no mercado internacional para varias aplicações, tais como: propriedades decorativas e excelente estabilidade (não empena/ pouca contração durante a secagem/ insensível às variações de umidade no ambiente); durabilidade, seu cerne não é atacado por cupins ou outros insetos, e imune a fungos apodrecedores da madeira, podendo ser enterrado, exposto ao tempo e à água do mar sem necessidade de tratamento. Por conter uma espécie de látex possui reduzida abrasão, o que lhe confere resistência a ácidos protegendo ferros e parafusos da corrosão. De fácil colagem, muito usado por indústria moveleira segundo (REMADE, 2009).

Segundo ABRAFLOR (2012), os estados que mais crescem no plantio de teca no Brasil são, Mato Grosso, Pará, Roraima, fechando um total de 67693 há no ano de 2011, tendo como principais usos na construção civil (porta, janelas, lambris, painéis e forros), assoalhos, decks, moveis, embarcações e lâminas decorativas.

A *Tectona grandis* L.f. pertence à família botânica Verbenaceae. As folhas, que podem ter disposição oposta a verticilar em grupos de três, são coriáceas e medem de 30 a 60cm de comprimento por 20 a 35cm de largura. Os limbos são largos e elípticos, glabros na face superior e tomentosos na face inferior. As folhas amplas tornam a árvore sombreante desde a fase juvenil. As flores são pequenas, de coloração branco-amarelada e se dispõem em panículas de até 40 x 35cm. Os frutos são do tipo drupa, cilíndricos, de cor marrom e possuem diâmetro de aproximadamente 1cm. Cada fruto apresenta quatro cavidades, dentro das quais estão as sementes (uma por cavidade); porém, nem todas germinam. A primeira frutificação ocorre aos 5 ou 6 anos de idade. Quando adulta, a árvore atinge entre 25 a 35m (raramente acima de 45m) de altura e diâmetro (DAP) de 100cm ou mais. Seu tronco é reto e revestido por uma casca espessa, resistente ao fogo. Perde as folhas durante a estação seca, pois trata de uma essência caducifólia (LORENZI, 2003).

O alburno é estreito e claro, bem distinto do cerne, cuja cor é marrom viva e brilhante. Essa beleza peculiar faz da teca uma madeira muito procurada para decoração de interiores luxuosos e mobiliário fino. Além do efeito decorativo, a madeira de teca é utilizada para as mais diversas finalidades: construção naval, laminação e compensados, lenha e carvão vegetal; as duas últimas são específicas para as áreas de ocorrência natural. A densidade média da teca é de (0,65g/cm³), apesar de ser leve, apresenta boa resistência a peso, tração e flexão, semelhante ao mogno brasileiro. É bastante estável e não empena e se contrai muito pouco durante a secagem. A estabilidade permite que a teca (madeira) resista à variação de umidade no ambiente. A durabilidade é uma característica marcante dessa espécie. Até o momento são poucos os registros, nos países onde a teca é cultivada, de ataques de pragas que possam comprometer os plantios. A durabilidade do cerne deve-se a

tectoquinona, um preservativo natural contido nas células da madeira (ANGELI, 2003; LORENZI. 2003).

Segundo ANGELI (2003), o alburno é um material permeável, propriedade que facilita a aplicação de preservativos. Porém, esse tratamento somente é necessário quando a madeira fica exposta ao tempo, o alburno possui todas as outras qualidades do cerne. Tanto alburno, quanto cerne contém uma substância semelhante a um látex, denominado caucho, que reduz a absorção de água e lubrifica as superfícies.

Segundo Raymundo 2010, o alburno é estreito e claro, bem distinto do cerne, cuja cor é marrom viva e brilhante. Por isso a madeira de *T. grandis* é muito procurada para decoração de interiores luxuosos e mobiliário fino. Além do efeito decorativo, a madeira tem sido utilizada para as mais diversas finalidades: construção naval, laminação e compensados, lenha e carvão vegetal; as duas últimas são específicas para as áreas de ocorrência natural. A densidade média da teca é 0,65g/cm³ e, apesar de considerável leveza, apresenta boa resistência a peso, tração e flexão, semelhante ao mogno brasileiro. A madeira é estável; praticamente não empena e se contrai muito pouco durante a secagem. A estabilidade permite que a teca (madeira) resista à variação de umidade no ambiente. A característica marcante dessa espécie é sua durabilidade. Até o momento são poucos os registros, nos países onde a teca é cultivada, de ataques de pragas que possam comprometer os plantios. A durabilidade do cerne deve-se a substância chamada de tectoquinona, que um preservativo natural contido nas células da madeira. Um dos reflorestamentos de *T. grandis* mais antigos e expressivos foi implantado em Cáceres, no Mato Grosso. Em 1968, a Cáceres Florestal testou espécies madeireiras que pudessem impulsionar o reflorestamento daquela região. Dentre estas, a espécie se mostrou com boa aptidão e de rápido crescimento em altura. Outro fator importante para impulsionar o plantio de teca foi o preço dessa madeira no mercado internacional, muito superior ao do mogno. No Brasil, a *T. grandis* tem sido manejada em ciclos de corte de 25 anos, enquanto nos demais países de cultivo, esse ciclo varia de 60 a 80 anos. Teste realizado pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) constatou que a qualidade da madeira dos

plantios realizados em Cáceres – MT, garantiu que as propriedades físicas e mecânicas são semelhantes às madeiras de *T. grandis* oriundas do sudeste asiático.

Segundo RAYMUNDO (2010), o clima mais propício é o tropical úmido, caracterizado por verão chuvoso e inverno seco. É uma espécie que exigente em fertilidade de solo, que deve ser profundo (mais de 1,5 metros), permeável, bem drenado, mas com capacidade média a alta de retenção de água. Os solos de textura média são os mais indicados. Um estudo de avaliação do estado nutricional, crescimento de *T. grandis* e suas relações com os fatores de solo, mostrou que o melhor desenvolvimento está relacionado à riqueza dos nutrientes, matéria orgânica e pH próximo da neutralidade.

Estudo realizado na região de Paracatu Minas Gerais, apresentou que o espaçamento que melhor se desenvolve e apresenta melhores resultados e sendo mais utilizado nos plantios de T. grandis é o 3x2m, totalizando 1667 plantas por hectare, também definiu que a espécie apresenta um crescimento médio de 15 $m^3.ha^{-1}.ano^{-1}$, como a teca apresento um ciclo de aproximadamente 25 anos, é recomendado fazer desbaste durante seu ciclo, onde o primeiro desbaste ocorre após 4 a 5 anos de plantio (árvores com aproximadamente 8 metros de altura) desbastando 50 % do total plantado, sendo recomendado fazer um desbaste sistemático com o intuito de aumentar a área espacial da planta, deixando uma entrada maior de luz na floresta, tendo como objetivo principal um maior desenvolvimento nas plantas, e com aumento no incremento médio corrente, os próximos desbastes devem ser realizado quando se notar que as copas das árvores estão se tocando ou em competição afirma Macedo et al.(2005 apud DELGADO; GOMES; ARAÚJO, 2008).

Santos (2010) afirma que as propriedades físicas mais estudadas por serem as mais importantes e por apresentarem um conhecimento prévio da madeira são a retratibilidade e a densidade básica. A retratibilidade consiste na capacidade da madeira contrair quando exposta a variações de umidade abaixo da umidade de saturação das fibras, que varia de espécie para espécie e é a situação em que apenas as paredes celulares das células da madeira possuem umidade. A retratibilidade da madeira é o fenômeno relacionado à variação dimensional da madeira, em função da

troca de umidade do material com o meio que o envolve, até que seja atingida uma condição de equilíbrio, chamada de umidade de equilíbrio higroscópico (REMADE 2001).

Tomazello Filho (1994 apud SANTOS. 2010), a madeira vem sendo uma das matérias primas mais importante utilizadas na construção civil, sendo uma material que deve ter um cuidado grande, a secagem mal feita desse material pode ocasionar perda significante na estrutura da peça, podendo contrair nos sentidos longitudinal, radial e tangencial e estas contrações podem variar nos valores de 0,1 - 0,3; 2,0 – 9,0 e 4,0 – 20,0% respectivamente, acontecendo uma variação volumétrica de 8,0 a 26,0%.

Santos (2010) afirma que muito importante destacar o fator de anisotropia, que é obtido pelo cociente entre as contrações tangencial e radial. Este índice fornece uma ideia geral do comportamento das madeiras em sua secagem, sendo classificadas como muito estáveis aquelas cujo fator de anisotropia está abaixo de 1,4 e muito instáveis aquelas com valores acima de 3,0. Santos comenta que a densidade é a característica tecnológica mais importante das madeiras, podendo estar diretamente ligada às propriedades mecânicas, podendo ter uma variação no dimensionamento, perda ou adsorção de água.

Klock (2000) afirma que as madeiras juvenis por serem madeiras de árvores que ainda não chegaram a uma idade que podemos disser adulta, possuem densidades inferiores, em relação às contrações, podem apresentar contrações longitudinais superiores e tangenciais e radiais inferiores, fato este explicado pela sua diferente estrutura anatômica.

O conhecimento da resistência mecânica da madeira é de grande importância para a realização de um projeto de estrutural de madeira. A aceitação da madeira para execução da estrutura fica subordinada à conformidade de suas propriedades de resistência aos valores especificados no projeto, conforme consta da Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 7190 da Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT (1997).

Segundo Calil Junior (1998) apud Santos (2010), as propriedades mecânicas são responsáveis pela resposta da madeira quando solicitada por forças externas. No

caso de estruturas de móveis, a determinação das propriedades mecânicas da madeira assume importância direta na segurança e na resistência do móvel.

Segundo Santos (2010) o módulo de elasticidade é uma da propriedade da madeira de grande importância para dimensionar as peças sujeitas aos esforços de flexão ou de compressão em colunas longas. Tendo como a principal característica a densidade da madeira sendo a principal característica física relacionada à resistência à compressão.

Em relação à madeira juvenil, Klock (2000) afirma que as propriedades mecânicas das madeiras juvenil se caracteriza por apresentar menores valores de resistência. As peças que contenham uma quantidade de madeira juvenil apresentam qualidade estrutural inferior do que as madeiras adulta, sendo o motivo pelo qual é feito os estudos para diferenciar as propriedades da madeira juvenil e adulta, tendo uma grande importância para a utilização da madeira.

RILLING 2010 afirma que, há séculos é do conhecimento do homem, que quando aplicado calor na madeira, tem um grande incremento em sua durabilidade. Os “Vikings” já usava essa técnica para fazer construções externas, coberturas, cercas, postes e palanques.

Sabe-se que quando realizado uma pré-queima nas extremidades que estará em contato direto com o solo aumenta a vida útil dessas peças, que aliado ao aquecimento do material lenhoso (tratamento com calor), gera-se na superfície da peça o creosoto, subproduto da combustão. O termotratamento em folhosas é mais fácil do que em coníferas. Para explicar as razões desta afirmação Lapege (1986 *apud* BRAGA SANTOS, 2011) destaca que as folhosas possuem maior quantidade de grupos acetilas em suas polioses (hemiceluloses), do que as coníferas, mais as coníferas tem um diferencial por apresentarem maiores teores de lignina e menores de polioses do que as folhosas. A ação do calor na madeira provoca diferentes níveis de transformação em sua estrutura celular, as quais estão associadas ao fenômeno da pirólise. A pirólise é a modificação do material lenhoso da madeira por calor e ausência de agentes oxidantes ou catalizadores e, portanto, sem combustão (RILLING, 2010).

Pesquisas avançadas foram realizadas nos diversos laboratórios, inclusive na procura de combustíveis alternativos após a primeira crise de petróleo no final dos anos 70. Somente no inicio de 2000 que o processo foi para produção industrial. Entre os principais estudos podemos citar as mais importantes, na França denominado RetiWood (Madeiras Retificadas) onde foi utilizado gás (nitrogênio) para afastar o oxigênio num sistema misto entre câmara e autoclave, já o processo realizado na Holanda (PLATO®-Wood) foi dividido em dois passos, água quente pressurizada em autoclave com secagem posterior (hydrothermolysis step with a dry curing step); na Finlândia o ThermoWood□ "(Stellac) já foi diretamente para realizar o processo em câmaras, com o nome comercial registrado, permitindo realizar o processo a partir de madeira verde ou seca; já na Alemanha o processo foi realizado com óleo quente "OHT (Oil Heat Treatment)", sendo realizado em autoclave, com óleos vegetais e minerais; na Áustria o processo utilizado foi o ("Thermoholz"), na Suíça e na Bélgica são feito os processos mistos das tendências anteriores afirma (RILLING, 2010).

A TWBRAZIL deu inicio a sua pesquisa com aplicação de calor a elevadas temperaturas utilizando vapor saturado, aliado a uma eficiente eliminação de oxigênio, denominado "VAP HolzSisteme", adotando a terminologia TMT ao processo. Segundo RILLING 2010 o alto calor sobre a madeira em fase de tratamento gera modificações nas suas propriedades químicas, físicas, estruturais, de aparência, cheiro, cor e outras mais. Os primeiros testes foram realizados com madeiras de coníferas (Pinus, Eucalipto), Latifoliadas (Teca) e Bambu. Observou-se que as madeiras após passarem pelo tratamento algumas propriedades melhorarão e outras pioraram. Algumas das propriedades que tiveram alteração foi, Condutividade térmica que caio de 10% a 30% incrementando isolamento; Perda de massa de 5% a 15%; Reduz as variações dimensionais com (Retratibilidade) de 50% a 90%; Resistencia mecânica reduzida de 10% a 30%, devido à perda de elasticidade (ruptura plástica quando ensaiada à flexão RILLING (2010).

O processo TMT (Thermally Modified Timber) é equipado com um autoclave de 1,2m de diâmetro pro 10m de comprimento, cilindro de 11,31m³ com capacidade máxima de 60% da área total e capacidade nominal de 6,8m³ por ciclo. É constituída

por um gerador de vapor saturado gradual; câmara de tratamento, resfriamento a umidade constante e sistema de controle do processo.

Segundo Raymundo o processo é subdivido em três fases distintas: 1ª fase Com alta temperatura de secagem inicial, utilizando calor e vapor, a temperatura do gerador de vapor é elevada rapidamente para a capacidade máxima. No momento em que atinge 135 °C de temperatura interna, a câmara se mantém estável por aproximadamente 15 minutos. Esta estabilidade ocorre com a finalidade de retirar grande parte da lignina presente na estrutura celular da madeira, onde possui pH ligeiramente ácido, havendo a necessidade do isolamento de alguns componentes internos da câmara, evitando que ocorra uma eventual oxidação do material metálico. 2ª Na fase do tratamento térmico, no momento em que as altas temperaturas de secagem tiverem tomado o ambiente, eleva-se a temperatura novamente (Figura 2) até o alcance do objetivo final a 140, 160 ou 180°C. Devido às altas temperaturas obtidas durante o tratamento térmico, ocorre o aumento na pressão interna da autoclave, podendo atingir até 5 kgf/cm2. (RILLING, 2010) No momento em que o nível determinado tiver sido atingido, a temperatura permanecerá constante durante 2 a 3 horas, variando de acordo com a aplicação do produto. 3ª Já durante a fase final de resfriamento e condicionamento da umidade, ocorrerá à diminuição da temperatura utilizando sistemas internos de Gerador de Vapor Câmara de Tratamento 24 aspersão de água fria. No momento em que a temperatura atingir de 80 a 90°C, ocorrerá a re-hidratação para trazer o teor de umidade da madeira a um nível aceitável de 4 a 7%. Por meio de válvulas redutoras, ocorrerá a despressurização da autoclave, fazendo com que todo o vapor seja liberado, e a pressão interna se iguale a pressão do ambiente externo, tornando possível a abertura da câmara e retirada da carga de madeira (RILLING, 2010).

Rilling (2010) afirma que o ciclo de trabalho pode ser definido de acordo com o material a ser trabalhado e fontes energéticas diversas, elétrica, vapor a partir de caldeira existente, geração de vapor a partir de combustível líquido ou gasoso entre muitas outras opções. Cada ciclo leva um tempo aproximadamente 540 minutos.

A madeira apresenta Três principais componentes na sua formação, celulose, hemicelulose e lignina. E em menores quantidades estão presentes materiais

nitrogenosos, pectina, amido, açucares e outros. Na natureza existem vários tipos de organismos capazes de utilizar esses materiais como fonte de energia de forma direta ou indiretamente, com isso podem provocar a biodeterioração ou decomposição da madeira. Esses organismos são denominados organismos xilófagos. A madeira em qualquer ambiente esta sujeita ao ataque de organismos como bactérias, fungos, insetos, moluscos, crustáceos e outros mais segundo CAVALCANTE (1982).

Segundo PALA (2007), os fungos da podridão são provavelmente uma das formas de degradação da madeira mais comuns que resulta na destruição acentuada do material e consequente perda da resistência.

Os fungos xilófagos são responsáveis pela maior parte da degradação da madeira, atacando especificamente a sua estrutura celular. São responsáveis pela ocorrência de toras ocas ROSA (2011 apud BURGER e RICHTER, 1991).

Os fungos apodrecedores são uns dos mais severos destruidores da madeira. Os fungos xilófagos de diversos grupos podem utilizar a celulose, hemicelulose e lignina, que juntos podem constituir 95% da madeira. Para que os fungos possam colonizar a madeira, esta precisa apresentar condições favoráveis de umidade, temperatura, aeração, pH, ausência de substância tóxicas. Para permitir o desenvolvimento de fungos à madeira deve estar apresentando umidade acima de 20% a 30% (em relação ao seu peso seco), condições ótima para o ataque de fungos acorrem quando a umidade esta acima do ponto de saturação das fibras (cerca de 30 %), isso também varia de acordo com o tipo de madeira, mas sempre é inferior à umidade de saturação. A temperatura ideal para o desenvolvimento dos fungos xilófagos gira em torno de 25 °C, podendo ocorrer também o ataque a temperaturas de 10 a 40 °C afirma CAVALCANTE (1982). Segundo PALA (2007) para temperaturas inferiores a 0 °C e superiores a 45 °C o crescimento cessa e os fungos ficam adormecidos, e acima de 60 °C prevê-se a ocorrência de morte. O pH ideal para o desenvolvimento de fungos xilófagos varia de 4,5 e 5,5, que coincidem com os valores de pH apresentado pela maioria das espécies de madeira.

CAVALCANTE (1982) afirma que as substâncias tóxicas presente na madeira, constituem-se de extrativos naturais presentes no cerne, podendo ser introduzidas

artificialmente pelo homem, podendo ser produzidos por microorganismos, esse extrativos são compostos fenólicos formados durante a transição do alburno em cerne.

As alterações feita na madeira devido o ataque de fungos podem ser dividido em um das três categorias; podridão branca, podridão parda ou marrom, podridão mole, e alguns casos a mancha e bolor isso acontece logo após a arvores serem derrubadas e se prolonga durante a secagem do tronco, podendo penetra fundo na madeira.

A madeira que é atacada por podridão branca perde seu aspecto lustroso e sua cor natural, tornando-se esbranquiçada, como resultado da destruição de pigmentos devido ao ataque de fungos CAVALCANTE (1982). O fungo da podridão branca concentra o seu ataque na lignina do interior da célula e, produzem Basidiomicetos segundo TARCÍSIO (2008 apud RAYMUNDO 2010), que tem o efeito de desintegrar os componentes estruturais da madeira. Durante essa podridão ocorre a degradação de todos os componentes primários da madeira, inclusive da lignina BLANCHETTE, (2000 apud RAYMUNDO 2010).

O fungo de podridão parda apresenta o aspecto de estar levemente queimada, adquirindo coloração parda, apresentando inúmeras rachaduras perpendiculares e ao longo da direção das fibras, e expande com facilidade, a causa destas mudanças é a continua degradação da celulose e hemicelulose, ficando a lignina praticamente intacta. Nos estágios iniciais, a podridão parda ocorrerá apenas no interior da madeira, e posteriormente podendo se alastrar para as demais regiões da madeira afirma PRESCHEM,(2006 apud RAYMUNDO 2010). Durante a fase final, a podridão poderá causar até 65% de perda de massa, ocorrendo em paralelo o apodrecimento tanto da celulose quanto da hemicelulose da madeira segundo BLANCHETTE, (2000 apud RAYMNUNDO 2010).

O ataque de fungo de podridão mole se restringe à superfície da madeira, dificilmente penetrando além de 20 mm de profundidade, contudo a parte sob o ataque pode ser facilmente destacada, expondo novas regiões da madeira à ação do fungo. A madeira quando úmida apresenta a superfície amolecida, ao secar, a superfície da madeira apresenta-se escurecida, com varias fissuras, lembrando um ataque por fungos de podridão parda CAVALCANTE (1982).

Os fungos considerados manchadores utilizam como nutrientes substâncias contidas nas células parenquimáticas, fungos estes que são pertencentes aos ascomicetos e fungos imperfeitos, utilizam como nutrientes o amido e açúcares presentes no lúmen das células de reservas da madeira, podendo eventualmente afetar a parede celular em fase avançada de ataque. Por se utilizarem de materiais de reserva da madeira, os fungos manchadores restringem seu ataque ao alburno, ficando o cerne intacto praticamente, em algumas vezes a manchas não são visíveis na superfície da madeira, mas existem nas camadas mais profundas, isso acontece quando é feita uma secagem muito rápida da superfície, causando a morte do fundo naquela região antes das hifas adquirirem pigmentação CAVALCANTE (1982).

Segundo REINERT (1993 apud PRADE, C. A. et al) o solo é um componente crítico na biosfera terrestre, funcionando não somente no sistema de produção agrícola e florestal, mas também na manutenção da qualidade ambiental com efeito local e regional. Como também pode ser caracterizado um corpo natural organizado, vivo e dinâmico que desempenha inúmeras funções no ecossistema terrestre.

Os microrganismos do solo associados ao clima, às raízes e a compressão do solo, têm sido apontados como importantes fatores que influenciam a estabilidade dos agregados em água segundo LYNCH; BRAGG, (1985 apud PRADE, C. A. et al).

A biomassa microbiana do solo é uma importante fonte de matéria orgânica, constituída principalmente pelos organismos que pertence aos domínios Archaea, Bactéria e Eukarya se destacando a biomassa fúngica e de nematoides. Sendo muito importante na ciclagem de nutrientes, a biomassa microbiana do solo tem uma importância na supressão de patógenos de plantas, decomposição de resíduos e degradação de poluentes, sendo um bom indicador de qualidade do solo e de mudanças nos níveis de matéria orgânica afirma (KASCHUK et al., (2010 apud Carvalho 2012).

Entre os principais micro-organismos presente na biomassa do solo, os fungos se destacam por se tratar do principal grupo responsável pela maior parte da decomposição da matéria orgânica complexa, degradando principalmente a celulose e lignina e outros polímeros encontrados em áreas florestais, os fungos de solo são de insumo importância na ciclagem e transporte de nutriente para as plantas, para um

bom desenvolvimento dos fungos no solo, depende da quantidade e qualidade da matéria orgânica presente na superfície ou no meio do solo, a mata atlântica é um ecossistema florestal com grande biodiversidade de plantas, e com grande quantidade de comunidade de fungos de solo CARVALHO (2012).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo realizado neste trabalho foi feito nas dependências laboratoriais da ULT (União Latino-Americana de Tecnologia) localizada em Jaguariaíva – Pra, onde já foram feitos trabalhos usando a madeira de *Tectona grandes l.f,* em testes para analisar a resistência da madeira a fungos xilófagos.

O material utilizado para analises deste trabalho foi obtida através de trabalhos já realizados nos laboratórios da ULT. A madeira bruta utilizada para as análises biológicas deste trabalho, foi abatida e coletada de forma aleatória a partir de um povoamento de 19 anos de idade, pertencente a um grande grupo Floresteca Agroflorestal Ltda., localizada na cidade de Várzea Grande – MT, a empresa Floresteca é responsável pelo manejo e administração de 50.000 ha de floresta da espécie *Tectona grandis*, e considerada a maior empresa privada no cultivo da espécie do mundo. Uma empresa especializada na produção e melhoramento de sementes, mudas clonais, colheita, processamento e comercialização da *Tectona grandis* certificada. Sua estrutura física possui uma biofábrica com capacidade de produção de mais de 4 milhões de mudas por ano, visando atender sua própria demanda e fornecer matrizes de alta qualidade para clientes do Brasil e do exterior. Madeira de teca posterior ao processamento na indústria serrada, fazendo o corte da madeira em forma de tábuas, foi recebida pela TWBrazil (Treated Wood Brazil), empresa que se responsabilizo de trazê-la de Mato Grosso ao Paraná e posteriormente fazendo o termo-tratamento, e acondicionamento das peças de madeira T. grandis. A TWBRAZIL esta localizada no Distrito Industrial da cidade de Ponta Grossa – PR, a TWBrazil esta a 300 Km dos dois principais portos do Sul do país, Paranaguá – PR a 235 Km e o de São Francisco do Sul – SC a 298 Km. A TWBrazil foi fundada em 2001 é a primeira empresa que uniu a alta tecnologia chilena de produção e o tratamento industrial de madeiras no sul do Brasil RAYMUNDO 2010.

Foram realizados analises para identificar a susceptibilidade da espécie de madeira ao ataque de agentes Biológicos (xilófagos) em simulador de campo. Sendo analisados três tipos de solos de vegetações: solo de floresta nativa, solo de reflorestamento de Eucalyptus sp., Solo de reflorestamento Pinus sp., onde foram coletados amostras de solo e em seguida levado para laboratório.

Os corpo de prova (cp's) já se apresentavam com as dimensões de 9,0x25,4x25,4mm, sendo três tipos, natural, 140° termotratada e 160° termotratada, sendo colocado numa estufa para a secagem ate atingir peso constante. Cada um dos cp's foram pesados e identificados, onde foram retirados 30 amostra de cada tratamento (natural, 140° e 160°).

Foram utilizados 18 frascos de vidros de 600 ml todos foram hermeticamente autoclavados a 134° por 10 minutos, em seguida foram usados para os três tipos de tratamento e para os três tipos de solo, totalizando 90 amostras, 30 amostras natural, 30 amostras com tratamento 140° e 30 amostras com tratamento 160°, com o auxílio de um funil qualitativo, colocou-se 100g de cada tipo de solo seco no fundo dos frascos, dividindo seis frascos para cada tipo de solo, cuidando para que as paredes do vidro não fossem impregnadas pela poeira do solo. Em seguida foram colocadas 10 amostras de cada tratamento dividindo cinco amostras para cada frasco (figura 9), enterrando pelo menos um 1/3 do tamanho do cp, totalizando 10 amostras para cada tipo de solo, sendo feito esse processo para os três tratamentos. Ficando dividido as 30 amostras de cada tratamento para os três tipos de solo. Após serem preparados os frascos com os corpos de prova, foram levados e acondicionados a uma câmara de vegetação (shelflife), a uma temperatura constante de 27 °C, e Umidade Relativa de 75 % por um tempo mínimo de 30 dias. Após esses 30 dias foram tirado os fracos da câmara de vegetação e com o auxilio de um pincel os corpos de provas foram limpos, tirando todo o resíduo impregnado nas bordas dos corpos de prova sendo acondicionado em Placa de Petri, e deixando por aproximadamente 4 dias sobre temperatura ambiente, após esses 4 dias, foram feitas a pesagem dos corpos de prova numa balança analítica de 0,01g de precisão.

Após serem feitas as pesagens finais dos cp's, foram calculados o percentual de massa degradada pelos fungos, usando a seguinte equação (ASTM, 2005):

$$\% \text{ de Massa Degradada} = [(P1 - P2) / P1] \times 100$$

Onde:
P1 = Peso Inicial (Estéril);
P2 = Peso Final (Contaminado).

Após terem sido feito os cálculos da media percentual de degradação ocorrida nos corpos de prova, os resultados são relacionados e parametrizados à norma ASTM D2017– 05 através da Tabela 1. Este parâmetro enquadra os resultados obtidos e classifica-os em classes de resistência ao apodrecimento.

TABELA 1 - Classificação da resistência natural de madeiras submetidas ao ataque de fungos apodrecedores em ensaio acelerado em laboratório.

Classes de Resistência	Perda de Massa (%)	Massa Residual (%)
Altamente Resistente	0 – 10	90 – 100
Resistente	11 – 24	76 – 89
Moderadamente Resistente	25 – 44	56 -75
Não Resistente	≥ 45	≤ 55

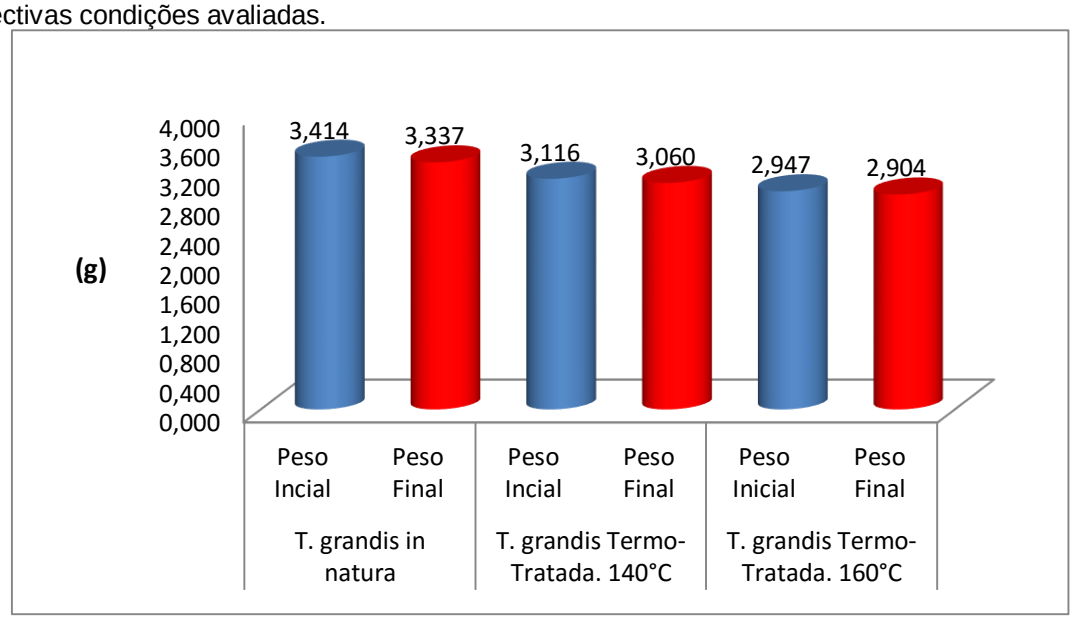
FONTE: AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.ASTM D 2017-81: standard method of accelerated laboratorynatural decay resistance for woods. **Annual Book of ASTMStandard, Philadelphia**, v. 410, p. 324-328, 1994.

A resistência biológica da *T. grandis* será definida e avaliada a partir da perda de massa dos cp's experimentados de acordo com a Tabela 1 representada. A perda de peso é a destruição progressiva dos constituintes celulares resulta na diminuição do peso da madeira. Assim pode-se comparar o peso seco de uma amostra de madeira supostamente atacada, com uma amostra sã de dimensões iguais, com isso podemos ter a noção de quanto à madeira foi à afetada pelos fungos CAVALCANTE (1982).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a etapa de montagem e acondicionamento dos meios de cultura, obtiveram-se os pesos iniciais do experimento, através da massa dos cp's estéreis. Após quatro semanas de cultivo na câmara de vegetação a partir da inoculação do fungo na madeira de *T. grandis*, como estabelecido pela ASTM 2017-05, retiram-se os cp's de seus respectivos frascos e meios de cultura, para a análise da perda de massa ocorrida pela ação decompositora do fungo.

Gráfico 1 – Comparativo médio da perda de massa pela ação decompositora dos fungos para as respectivas condições avaliadas.



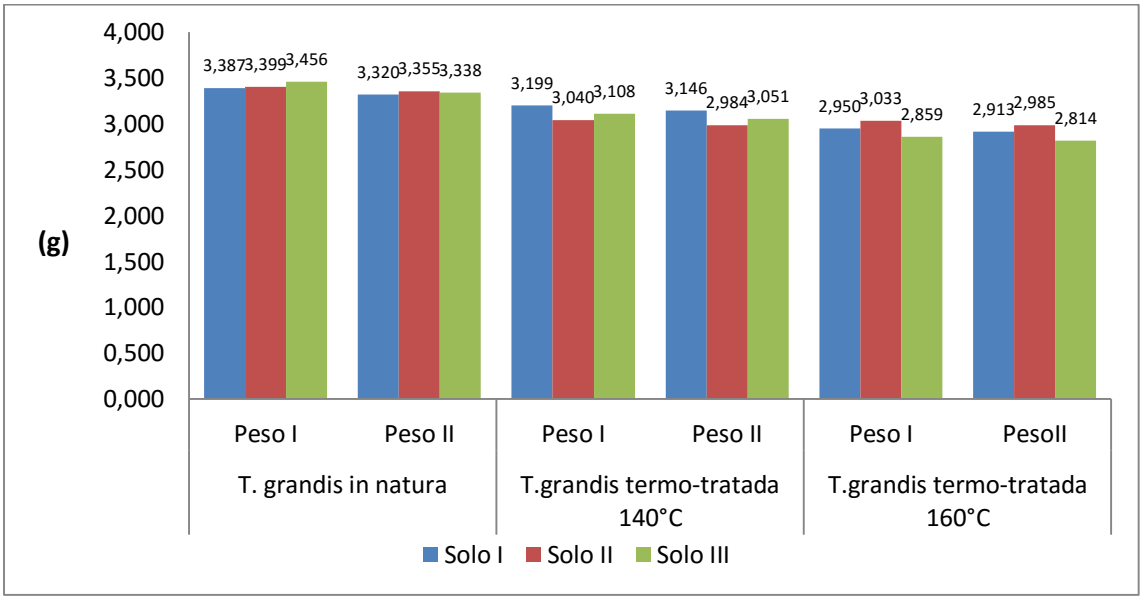
FONTE: Os autores.

De acordo com o Gráfico 1, analisando de forma macro, nota-se que o período de quatro semanas de experimento foi suficiente para a ação efetiva dos fungos presentes nos solos, sobre o material estrutural da madeira, contribuindo para a representatividade dos resultados. Avalia-se a relação de perda de massa entre as amostras in natura, tratada a 140°C e 160°C.

De modo a representar a perda de massa de uma forma mais específica, as amostras são desmembradas entre os três tratamentos juntamente com os três tipos de solo usado como substrato, solo I (Floresta nativa), Solo II (Reflorestamento de

Eucalipto sp.), Solo III (Reflorestamento de Pinus sp.), como representado no Gráfico 2.

Gráfico 2- Comparativo médio da perda de massa pela ação decompositora dos fungos presentes nos solos.



FONTE: Autor, 2012.

A partir dos pesos iniciais e finais das amostras, origina-se a classificação da resistência biológica como parâmetro comparativo e, a média do percentual de massa degradada para cada condição, como representada na Tabela 1.

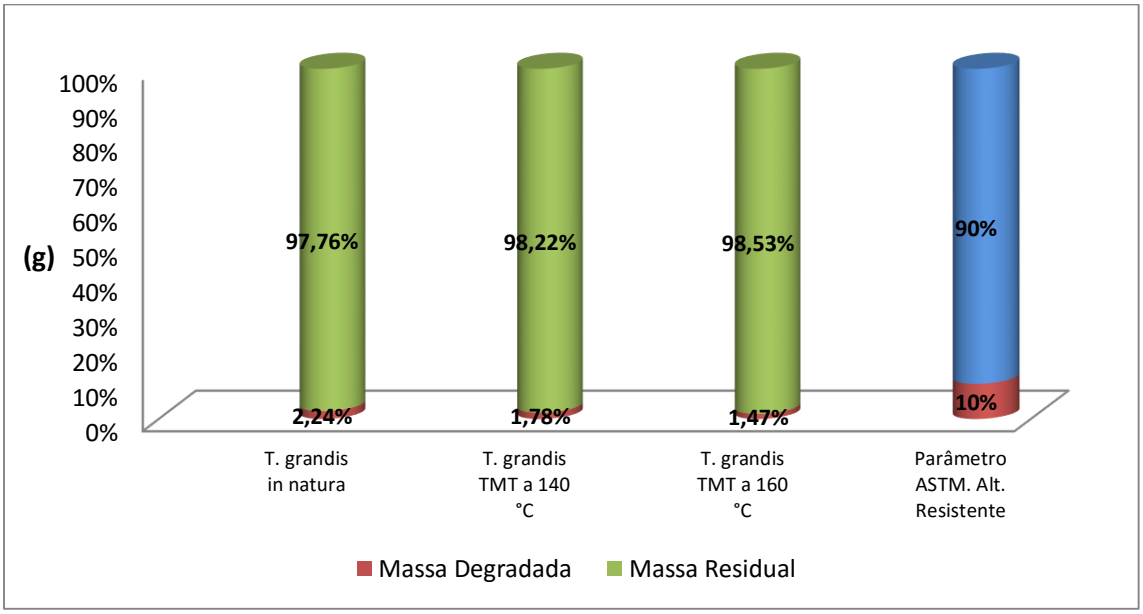
TABELA 2 - Classificação da resistência biológica e percentual de degradação das respectivas condições de tratamento da madeira.

Condição	Peso Inicial	Peso Final	Massa Degradada		Classificação da Resistência Biológica [1]
			(g)	(%)	
T. grandis in natura	3,414	3,337	0,076	2,24%	Altamente Resistente
T. grandis TMT a 140 °C	3,116	3,060	0,056	1,78%	Altamente Resistente
T. grandis TMT a 160 °C	2,947	2,904	0,043	1,47%	Altamente Resistente

FONTE: Os autores.

Analisando a disposição do Gráfico 3, observa-se uma suave dispersão entre os resultados. Nota-se que a *Tectona grandis* in natura apresentou maior facilidade à degradação pelo fungos de solo em relação às demais amostras, obtendo 2,24% de perda de massa e 97,76% de massa residual. A Tectona grandis TMT a 140 °C com 98,22% de massa residual e apenas 1,78% de massa degradada mostrou-se superior a amostra in natura, já as amostras de Tectona grandis TMT a 160 °C mostrou-se superior às demais amostras experimentadas com uma perda de massa degradada de 1,47% e com 98,53% de massa residual. As três amostras avaliadas contemplaram os parâmetros estabelecidos pela norma ASTM sendo representada pela última coluna do gráfico, onde recomenda para ser uma madeira altamente resistente a fungos deve-se obter um máximo de 10% de massa degradada e um mínimo de 90% massa residual em sua estrutura. Podemos ver que a madeira termo-tratada, possui um maior resistência, pois sofre alterações em sua estrutura e nos compostos químicos, pois o processo por onde passa a madeira ocorre à eliminação de substancias presente na parede celular da madeira, como a poliose que é formada por açúcares, o termo-tratamento ajuda também na diminuição de absorção de água, criando um ambiente pouco nutritivo para os fungos.

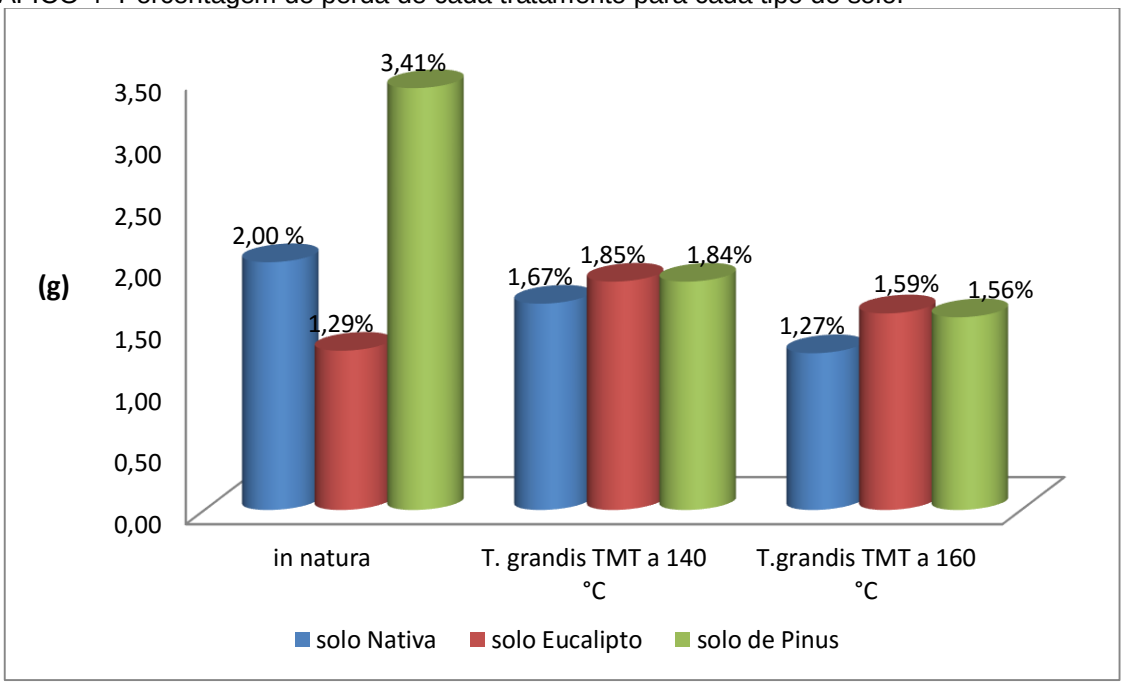
GRÁFICO 3- Percentual de degradação biológica ocorrida pelos fungos e resultado da massa residual das respectivas amostras.



FONTE: Os autores.

O gráfico 4 podemos analisar a percentagem de perda de massa para cada tratamento e para cada tipo de solo utilizado, podemos ver que o solo de pinus sp. no tratamento in natura teve uma reação significativa sobre os corpos de prova de Tectona grandis l.f., já nos tratamento de TMT a 140° C e 160° C o solo de pinus sp. não teve uma reação tão significativa como no in natura. Nos tratamentos de T. grandis TMT a 140e C e 160° C, o solo que teve uma maior reação na perda de massa foi o solo de eucalipto sp.

GRÁFICO 4- Porcentagem de perda de cada tratamento para cada tipo de solo.



FONTE: Os autores.

5 CONCLUSÕES

Através do trabalho realizado foi possível identificar e comparar a resistência biológica da madeira de *Tectona grandis l.f.,* sendo submetida à diferentes condições de tratamento. Os resultados apresentado neste trabalho permitiram concluir que a madeira de *Tectona grandis l.f.,* é referida pela literatura como uma madeira que possui características muito boas como durabilidade, leveza, resistência ao ataque de térmitas e fungos xilófagos. Considerando a resistência natural da madeira utilizada

neste trabalho, pode-se concluir que as amostras experimentadas, contemplando os requisitos da norma, e enquadraram-se na classificação como uma madeira altamente resistente ao ataque de fungos em simulador de campo.

Dentre as três amostras avaliadas, a madeira termo-tratada a 160 °C apresentou-se com maior resistência biológica à degradação fúngica do que as amostras in natura e termo-tratada a 140° C. Apesar de ocorrer a baixa degradação biológica das amostras durante o período de experimentos, os resultados estatísticos foram homogêneo e comprovaram que as amostras não tiveram percas significativa para classificar como uma madeira não resistente a ação biológica e a intemperes.

Recomenda-se fazer estudos do mesmo com substratos presentes nos plantios de teca, avaliando a resistência biológica da madeira a fungos de solo presentes na área de manejo.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.ASTM D 2017-81: standard method of accelerated laboratorynatural decay resistance for woods. **Annual Book of ASTMStandard, Philadelphia**, v. 410, p. 324-328, 1994.

Anuário estatístico da ABRAF 2012 Ano Base 2011. Disponível em <http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF12/ABRAF12-BR.pdf> Acesso em : 10 outubro de 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 7190: Projeto de Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro, 1996;

BRAGA, Ananda. **Elementos traqueais em *Tectona grandis***. 2011, 90 f. Engenharia Florestal, União Latino-americana de Tecnologia, Jaguariaíva, 2011.

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DA MADEIRA JUVENIL DE CAVALCANTE, M.S.. Deterioração biológica e preservação de madeiras. São Paulo: **IPT**, 1982 v.8. 41p.

FLORESTECA Disponivel em: http://www.florestaemadeira.ufes.br/sites/www.florestaemadeira.ufes.br/files/Monografia_Santos,L.%20L_2006209196.pdf > acesso em: 06 agosto de 2012.

IPEF. TECTONA GRANDIS (TECA) Piracicaba Disponível em: http://www.ipef.br/identificacao/tectona.grandis.asp. Acesso em: 21 de agosto de 2012;

KLOCK, U. **Qualidade da madeira juvenil de Pinus maximinoi H. E. Moore**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) 2000, 68p.– Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B.. **Árvores Exóticas no Brasil**: madeireiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa – São Paulo: Instituto Plantarum, p. 368, 2003.

PAES, J.B.; MELO, R. R.; LIMA, C. R. Resistência natural de madeiras a fungos xilófagos em condições de laboratório. **Rev. Ciênc. Agrár**., Belém, n. 47, p. 199-210. jan/jun. 2007.

PALA, H.. **Constituição e mecanismos de degradação biológica de um material orgânico: a madeira**. Escola superior de Tecnologia e Gestão de Leiria, 2012.

RAYMUNDO, R. F.. **Análise da resistência biológica em madeira de tectona grandis l. f. in natura e termo-tratada**. Jaguariaíva – Paraná: Faculdade Jaguariaíva – ULT FAJAR, 2010;

REMADE .**Teca**. Disponivel em : <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1359&subject=Teca&title=Teca > Acesso em: 14 outubro de 2012.

REMADE. **Projetos com madeira Teca crescem no Brasil.** Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1361&subject=Emais&title=Projetos com madeira Teca crescem no Brasil > acesso em: 13 outubro de 2012.

ROSA, G.S.. **Análise in vitro do efeito da tectoquinona sobre o fungo Agrocybes c.f. perfecta, sob diferentes condições de termotratamento e in natura**. Jaguariaíva – Paraná: Faculdade de Jaguariaíva – ULT FAJAR, 2010;

SANTOS, Z. M. **Avaliação da durabilidade natural da madeira de Eucalyptus grandis W. Hill: Maiden em ensaios de laboratório**. 1992. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)– Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

TSUKAMOTO FILHO, A. A; et al.. Análise econômica de um plantio de teca submetido a desbastes. **Revista Árvore**. 2003, vol.27, n.4, pp. 487-494